

REÚSO DE ÁGUA AMARELA

Ricardo Nagamine Costanzi, UNIOESTE, ricardocostanzi@gmail.com
Eliandro Frizzo, UNIOESTE, eliandrofrizzo@hotmail.com
Diego Dombeck, UNIOESTE, diegao_1@hotmail.com
Giovani Colle, UNIOESTE, giovanicolle@hotmail.com
Juliano Florêncio da Rosa, UNIOESTE, julianofrosa@hotmail.com
Luiz Adriano Conrado Maibuk, UNIOESTE, luiz_maibuk@hotmail.com
Matheus da Silva Pereira Fernandes, UNIOESTE, matheus_spf@hotmail.com

Resumo: No momento em que diversas cidades brasileiras experimentam dificuldades em manter de forma estável e com qualidade o abastecimento de água de suas populações, o desenvolvimento de novos modelos de saneamento se impõe estrategicamente na busca de uma sociedade auto-sustentável. Soluções que preservam a quantidade e a qualidade da água passam necessariamente por uma revisão do uso da água nas residências, tendo como meta a redução do consumo de água potável e, concomitantemente, da produção de águas residuárias. Inserida neste cenário, o reuso de águas amarelas (urina) tem surgido como um aspecto importante para a gestão e conservação da água, já que podem ser recuperadas sem tratamento para irrigação, considerando que são importantes fontes de nitrogênio e fósforo na agricultura. Este trabalho possui como finalidades principais avaliar a utilização de águas amarelas para irrigação.

Palavras-chave: água amarela, reúso, irrigação

YELLOW WATER REUSE

Abstract: In this moment, several brazilian cities are with difficulty to find a way that have sustainability and quality in water supply systems for their populations, the development of new models of sanitation is proposed strategically in the search of a sustainable society. Solutions that preserve an amount and a quality of water are necessarily needs for a revision of the water use in the residences, including as targets a reduction of the drink water consumption and, at the same time, wastewater production. Inserted in this scenery, reuse of wastewater denominated yellow water (urine) has been appearing as an important aspect for administration and conservation of the residence water, since it can be recovered without treatment for irrigation and considering it are an important source of nitrogen and phosphorus for agriculture. This work has as main purpose evaluated the use of the yellow water for irrigation.

Keywords: yellow water, water reuse, irrigation

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o grau de reúso de água em sistemas prediais está associado a fatores locais e/ou regionais de escassez de água, ao custo de água e de modificação dos sistemas prediais e de legislação específica.

Assim, existe uma necessidade proeminente de maiores estudos visando facilitar e fomentar a implantação de sistemas de reúso de água associados a sistemas prediais. Um dos fatores a serem destacados em projetos prediais é a discretização dos efluentes gerados, ou seja, a separação no esgotamento dos vários tipos de águas originadas pelo uso. Uma das possibilidades de reúso de água que surge desta discretização é a do reúso de águas amarelas.

Denominam-se águas amarelas, as águas residuárias geradas em mictórios ou em vasos sanitários com compartimentos separadores para coleta de urina. Ou seja, urina é o componente principal deste resíduo líquido, além da própria água utilizada no aparelho sanitário para condução desta excreta para a rede coletora. As águas amarelas podem ser recuperadas com ou sem tratamento, tendo como um dos destinos a sua utilização como importante fonte de nitrogênio na agricultura (GONÇALVES *et al*, 2006).

O reúso de água em sistemas prediais permite minimizar o consumo de água potável, desta

forma, pode-se minimizar o consumo de energia e de água para viabilizar um desenvolvimento mais sustentável das cidades.

Existe uma necessidade iminente de diminuição dos impactos negativos gerados pelo processo de urbanização no que tange ao consumo de recursos naturais. Também, deve-se utilizar águas com qualidades adequadas ao tipo de uso, ou seja, nenhuma atividade deveria utilizar água com qualidade superior a sua necessidade quando existir possibilidade de utilização de água não potável.

Outro fator importante é a reciclagem de nutrientes no próprio local de geração do efluente, ou seja, o uso de compostos em sistemas seguros de reúso de água que poderiam causar, principalmente, o processo de eutrofização em corpos de água.

Para este trabalho foram irrigadas com efluente originado de mictório de uma Instituição de ensino vasos com gramínea *Zoysia japonica*.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é avaliar a utilização de águas amarelas para irrigação de gramíneas, visando a prática de reúso de água.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Avaliar o desenvolvimento de gramínea *Zoysia japonica*;
- Avaliar o potencial de filtração do solo para remoção de componentes que possam contaminar o lençol freático.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades relacionadas ao projeto de reúso de água amarela foram realizadas na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* de Cascavel. Os principais locais destinados à realização das atividades foram:

- Banheiro masculino específico da UNIOESTE adaptado, destinado aos alunos da Universidade;
- “Horta” da UNIOESTE destinada para estudos localizada próximo ao prédio de Engenharia;
- Laboratório de Saneamento da UNIOESTE, o qual faz parte do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Campus de Cascavel-PR.

Este trabalho consistiu na irrigação de gramínea *Zoysia japonica* com água amarela coletada em mictório adaptado localizado na UNIOESTE.

3.1 Etapas do Estudo de Reúso de Água Amarela

O estudo de reúso de águas amarelas para irrigação de gramíneas foi realizado em cinco etapas:

- Coleta do efluente bruto (urina);
- Irrigação das gramíneas;
- Coleta do efluente percolado;

- Caracterização físico-química do efluente bruto e do material percolado.

Após estas etapas foi possível definir a capacidade de absorção de nutrientes pela gramínea *Zoysia japonica* em sistema de irrigação com urina humana, estimar o balanço hídrico do sistema de irrigação, avaliar o desenvolvimento da gramínea, e obter demais resultados e conclusões.

3.1.1 Coleta do efluente bruto

Para a primeira etapa do processo que foi a coleta do efluente bruto, foram feitas adaptações em um banheiro masculino localizado no “Bloco B” da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Estas adaptações consistiram em desconectar uma peça hidráulica localizada na parte inferior da louça do mictório para inserir o sistema de coleta. Para o armazenamento do material coletado foram utilizados reservatórios com volume de 12 litros aproximadamente.

No decorrer da pesquisa, ocorreram alguns imprevistos devido à localização do banheiro destinado para a coleta do efluente. Nos arredores do banheiro utilizado, existe uma grande movimentação de pessoas, e devido ao mau cheiro causado pela urina coletada durante o dia, houve a necessidade de alterar o local destinado para coletar o efluente bruto. O novo local utilizado foi o banheiro situado em frente ao laboratório de saneamento da UNIOESTE (campus de Cascavel). Diferentemente do sistema anterior, o novo sistema de coleta era provido de um simples funil de aproximadamente 25 cm de diâmetro conectado a um reservatório de 12 litros. Portanto, como não havia mais a diluição da urina com a água da descarga dos mictórios, a água amarela coletada era totalmente concentrada.

3.1.2 Irrigação das gramíneas

Para essa etapa foi elaborado um sistema para que as gramíneas fossem irrigadas com diferentes volumes de efluente. O sistema continha dezoito (18) mudas de *Zoysia japonica*, cultivadas comumente na forma de placas em recipientes com aproximadamente 35 litros (30 cm de diâmetro por 50 cm de altura), o plantio das gramíneas nos recipientes foi elaborado de acordo com a seguinte disposição:

- 10 cm de pedra brita;
- 25 cm de terra (latossolo roxo distrófico);
- 5 cm de areia;
- Gramínea *Zoysia japonica*;

Depois de plantadas as gramíneas, os recipientes foram alocados em uma base de madeira a cerca de setenta (70) centímetros do chão para possibilitar a coleta do efluente percolado, além disso, os recipientes com as gramíneas foram organizados em seis fileiras com três amostras cada, cada fileira representava a quantidade de efluente bruto que seria utilizado para a irrigação. As quantidades de efluente utilizadas para irrigar as gramíneas foram de 700ml, 600ml, 500ml, 400ml e 300ml de água amarela e por fim 300ml de água para a amostra branca. A irrigação das gramíneas foi feita três vezes por semana, uma vez a cada dois dias. O sistema elaborado pode ser mais bem compreendido através da Figura 1.

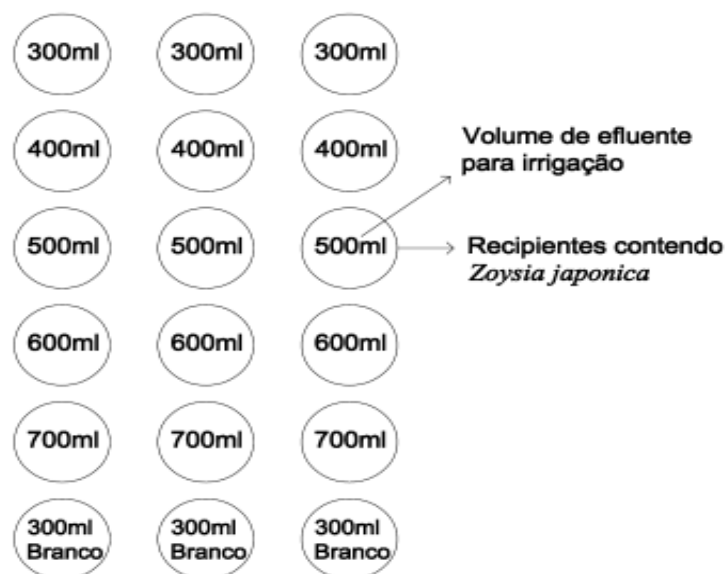


Figura 1. Esquema utilizado para irrigação da gramíneas *Zoysia japonica*.

3.1.3 Coleta do efluente percolado

Para a terceira etapa que consistiu na coleta do efluente percolado proveniente da irrigação, foram colocadas mangueiras na parte inferior de todos os recipientes e ligadas a garrafas PET com capacidade volumétrica de 2 litros para armazenar o material percolado (Figura 2).



Figura 2. Sistema para coletar o efluente percolado.

Após o percolado ser armazenado no recipiente, era feita a coleta de amostra composta de cada conjunto dos três recipientes cujo volume de efluente utilizado para a irrigação foram os mesmos. Sendo assim, eram obtidas sete amostras de material para serem analisadas posteriormente no laboratório: Amostra de efluente bruto (coletado diretamente dos recipientes de armazenagem da urina), percolado de 300 ml de irrigação, 400 ml, 500 ml, 600 ml, 700 ml e 300 ml de água destilada (Figura 3).



Figura 3. Amostras do efluente bruto e percolado

3.1.4 Caracterizações Físico-Químicas da Urina e do Efluente Percolado

A caracterização físico-química das amostras foi feita no laboratório de Saneamento da UNIOESTE – Campus de Cascavel, e para isso foram analisadas as seguintes variáveis: pH, condutividade elétrica, turbidez, cor aparente, sólidos totais, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e potássio. Todas as análises e exames das variáveis seguiram metodologia da APHA (2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas ao todo quatro análises do efluente bruto (urina) e do percolado proveniente da irrigação com urina no laboratório de Saneamento da Universidade Estadual Oeste do Paraná. O tempo total utilizado para a realização das análises foi de um mês, durante o período de 25/09/2008 a 24/10/2008. As amostras foram coletadas nos dias 25 e 30 de Setembro e 06 e 14 de Outubro.

Para a primeira análise, o efluente foi coletado do banheiro adaptado no bloco B da UNIOESTE. A urina coletada estava diluída numa razão de aproximadamente 1:1 (uma parte de urina e uma parte de água) devido à utilização da descarga nos mictórios.

Na segunda fase aplicou-se o efluente diretamente nas gramíneas sem a realização de diluição. Após a segunda análise no laboratório, foi possível verificar visualmente que a alta concentração de sais, nitrogênio e demais componentes presente na urina concentrada (não diluída) aplicada na irrigação das gramíneas acabou tornando-a tóxica para as plantas, causando queimaduras nas regiões de aplicação da urina. Devido a este fato, passou-se a diluir a urina na proporção 1:1 (uma parte de urina a uma parte de água) antes de aplicar nas gramíneas.

Para a elaboração dos resultados da pesquisa, o volume de urina aplicado nas gramíneas foi transformado para uma taxa de aplicação em m^3/ha (metros cúbicos por hectare). Os volumes de urina utilizados no estudo para a irrigação das gramíneas correspondem às seguintes taxas em metros cúbicos de urina por hectare:

- Branco = 0 m³/ha;
- 300 ml = 42,86 m³/ha;
- 400 ml = 57,14 m³/ha;
- 500 ml = 71,43 m³/ha;
- 600 ml = 85,71 m³/ha;
- 700 ml = 100 m³/ha.

4.1 Caracterizações Físico-Químicas da Urina

Na Tabela 1 podem ser observados os valores obtidos nas análises físico-químicas da urina aplicada na irrigação das gramíneas:

Tabela 1. Caracterizações físico-químicas da urina

| <i>Amostra</i> | <i>PH</i> | <i>Cond. Elétrica (μS/cm)</i> | <i>Cor (N.m)</i> | <i>Turbidez (NTU)</i> | <i>Sólidos Totais (g/L)</i> | <i>NH3 (mg/L)</i> | <i>NTK (mg/L)</i> | <i>K (mg/L)</i> |
|----------------|-----------|-------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 25/set | 9,16 | 4230 | 1952 | 335 | 86,43 | X | X | 567,7 |
| 30/set | 9,44 | 11810 | 3180 | 429 | 148,3 | 2357,7 | 5410,4 | 1974,2 |
| 06/out | 9,44 | 8350 | 2682 | 425 | 77,4 | 1552,2 | 3729,5 | 179,4 |
| 14/out | 9,23 | 4320 | 1854 | 387 | 86,43 | 1381,5 | 3256,7 | 305,1 |
| Médias | 9,32 | 7177,5 | 2417 | 394 | 99,64 | 1763,8 | 4132,2 | 756,6 |

Os valores de pH obtidos foram os que menos variaram dentre todas as análises, a média obtida de 9,32 é um valor consideravelmente alto.

COHIM *et al* (2007) destaca que o pH da urina pode variar entre 4,8 e 8,2. Já BUENO *et al* (2005) apresenta os valores de 6,4 para amostras de pequeno volume e 6,2 para amostras de grande volume em suas análises físico-químicas da urina.

Uma das hipóteses para o alto valor da média do pH da urina obtido no presente estudo (9,32), é a probabilidade de o efluente bruto ter sido contaminado com sabão antes da coleta das amostras. Esta hipótese foi constatada na etapa da destilação da amostra para a análise de Nitrogênio Amoniacal na qual foi observada uma presença de espuma em excesso na amostra.

Como era de se esperar, todos os componentes analisados da amostra do dia 30/09, com exceção do pH, apresentaram maiores valores de concentrações comparando com as demais amostras. A explicação óbvia para o ocorrido é o fato da urina aplicada neste período não ter sido diluída com água da descarga.

BUENO *et al* (2005) em suas análises físico-químicas da urina apresentou valores de cor aparente de 1197 Nm. Neste mesmo estudo BUENO *et al* (2005) obtiveram valores de turbidez de 30,1 NTU para pequenos volumes de urina.

Entretanto o presente estudo apresentou um valor médio de cor aparente de 2417 Nm, e a média de turbidez obtida foi de 394 NTU, consideravelmente elevado em relação ao valor obtido no estudo comentado.

Devido à incoerência dos dados obtidos nas análises de Nitrogênio Amoniacal (NH_3) e Nitrogênio Total (NTK) na primeira análise (amostra coletada dia 25/09), esses foram desconsiderados. A incoerência deu-se pelo fato da concentração de Nitrogênio Amoniacal obtida ser maior que a concentração de Nitrogênio Total.

Observa-se na Tabela 1 que a concentração média de Nitrogênio Total obtida foi de 4132,2 mg/L. STOWA (2001) apresenta uma concentração de Nitrogênio Total de 9600 mg/L. Já BUENO *et al* (2005) apresentam valores de 9178 mg/L de Nitrogênio Total para amostras de pequeno volume e 7000 mg/L para amostras de grande volume.. A diferença entre as concentrações obtidas pode ser explicada pelo fato da maior parte da urina analisada no presente estudo ser diluída (o que contribuiu para a diminuição da concentração média), ao contrário dos estudos comentados.

A média de concentração de Nitrogênio Amoniacal obtidos no presente estudo foi de 1763,8 mg /L, o que representa uma porcentagem de aproximadamente 43% de Nitrogênio Amoniacal em relação ao Nitrogênio Total.

Corroborando com a presente pesquisa, as análises físico-químicas da urina realizadas por BUENO *et al* (2005) apresentaram uma concentração de Nitrogênio Amoniacal de 439 mg/L e 254 mg/L em amostras de pequeno e grande volume respectivamente, o que representa menos de 5% de Nitrogênio amoniacal em relação ao Nitrogênio Total.

Com os dados apresentados na Tabela 6, tem-se que a média de concentração de Potássio obtida (756,6 mg/L) corresponde a aproximadamente 18% da concentração média de Nitrogênio Total obtida (4132,2 mg/L).

Colaborando com o estudo, COHIM *et al* (2007) afirmam que as concentrações de Potássio e Nitrogênio na urina seguem uma relação de 1:4,4 (1 parte de Potássio corresponde a 4,4 partes de Nitrogênio), ou seja, a concentração de Potássio equivale a aproximadamente 23% da concentração de Nitrogênio, valor próximo aos 18% obtido no presente estudo.

Em termos de remoção percentual das variáveis analisadas, foram obtidos os seguintes resultados no percolado: pode ser observado remoções percentuais acima de 80% para Condutividade Elétrica, 96% para Cor Aparente, 98% para Turbidez, 91% para Sólidos Totais, 93% para Nitrogênio amoniacal (NH_3), também 93% para Nitrogênio Total (NTK) e 95% para Potássio.

5. CONCLUSÕES

Pode-se observar como conclusão desse estudo que a taxa de aplicação de urina utilizada para irrigar a gramínea *Zoyisia Japonica* foi muito elevada, acabando por se tornar tóxica para a planta. Outro fator que contribuiu para o ocorrido foi a técnica de aplicação da água amarela.

Entretanto o estudo contribuiu para obter taxas de remoção das variáveis em estudo pela percolação através do solo. Com estas taxas é possível obter um volume máximo de urina que pode ser depositado diretamente no solo para que não ocorra uma contaminação do lençol freático. Observando as taxas de remoção obtidas, pode-se afirmar que o solo tem um grande potencial filtrante frente aos componentes da urina. Porém com o tempo essa capacidade de filtração do solo pode vir a ser reduzido.

REFERÊNCIAS

APHA – American Public Health Association. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th. ed. Washington. 1998.

BUENO, F. B. A.; SOUTO, G. D. B.; LOPES, A. C.; CESARI, C. E.; CAMPOS, J. R. *Avaliação de*

Técnicas para Tratamento da Urina Humana. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande – MS. 2005.

COHIM, E.; KIPERSTOK, A. C.; NASCIMENTO, F. R. *Uso agrícola da urina: uma breve perspectiva. Eco-Saneamento para preservação da água e segurança alimentar.* Universidade Federal da Bahia: Departamento de Engenharia Ambiental. Fortaleza; 2007.

GONCALVES, R. F.; ZANCHETA, P. G. ; CARDINALI, C. R.. *Efeitos da estocagem na composição físico-química e biológica da urina humana objetivando o seu aproveitamento na agricultura.* In: VIII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006, Fortaleza - CE.

STOWA. Separate urine collection and treatment. *Options for sustainable wastewater systems and mineral recovery.* STOWA report, 2001-39.