

II-060 – ESTUDO DA TÉCNICA DE ESTOCAGEM COMO FORMA DE HIGIENIZAÇÃO DA URINA HUMANA VISANDO O USO NA AGRICULTURA

Lívy Thamara de Queiroz Feitosa⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Germário Marcos Araújo⁽²⁾

Doutor em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental-UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *campus* Fortaleza.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Treze de Maio, 2081 – Benfica - Fortaleza - CE - CEP: 60040-215 - Brasil - Tel: (85) 33073720 - e-mail: livyaqfeitosa@gmail.com

RESUMO

Remover nutrientes presentes nos efluentes domésticos tem se firmado como um problema para as estações de tratamento em vista do alto custo empregado para implantação deste tipo de tratamento. Todavia, estes compostos são vistos como uma solução viável em ascendência para diminuir o uso insustentável dos fertilizantes químicos. A urina humana presente no esgoto doméstico, tem altas concentrações de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), além de ser rica em sais e água. Existem na literatura diversos estudos sobre formas de higienizar, concentrar e estabilizar a urina, contudo alguns deles são inviáveis e complicados quando se pretende fazer uso em escala real.

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o método da estocagem, que é simples e acessível, como forma de higienização para remoção de patógenos, assegurando o possível uso como um biofertilizante.

A urina no início do processo apresentou pH de 6,3, e após os 30 dias estocada em reservatório fechado, atingiu um pH de 8,3. O aumento do pH é primordial, de modo que em valores acima de 8,0 contribui para a nulidade quanto a coliformes termotolerantes. Visto isso, os resultados obtidos nesta pesquisa foram de acordo com o encontrado na literatura e serviram para confirmar a urina como um potencial biofertilizante.

PALAVRAS-CHAVE: Urina humana, Saneamento ecológico, Reúso.

INTRODUÇÃO

O consumo consuntivo de água destinado a agricultura chega a 75% no Brasil, de acordo com os dados da ANA (2016). A previsão é que esse número continue em uma crescente caso não aja uma gestão eficiente deste recurso. As águas de baixa qualidade quando planejadas através do reúso consciente, e advindas de drenagem agrícola, águas salobras, de chuva e esgotos domésticos e industriais, constitui um eficaz e moderno instrumento de gestão que garanta para a gestão dos recursos hídricos nacionais a sustentabilidade desejada.

O tratamento das águas residuárias desempenham um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos. O esgoto doméstico, sendo uma das principais fontes de consumo e desperdício de água, se evidencia não só pelo desperdício de água, mas de nutrientes que poderiam ser designados para outras finalidades (RIOS, 2008).

Contudo, tratar os esgotos nas estações de tratamento e remover os nutrientes nele presentes implica em elevados investimentos, desse modo isso se torna um dos motivos pelos quais quase nunca ocorre essa remoção, e nutrientes essenciais são perdidos. Nutrientes esses que estão presentes na formulação dos fertilizantes agrícolas, mas que para serem produzidos são extraídos de outras fontes que na maioria das vezes implica em danos ao meio ambiente.

Uma das formas de reaproveitar os nutrientes presentes nas excretas humanas, como no caso da urina, é transformando-os em biofertilizante. Para que isso ocorra se faz necessária a aplicação de uma das técnicas disponíveis para higienização e concentração de nutrientes presentes na urina.

A urina que se faz presente no esgoto doméstico representa apenas cerca de 1% do seu total e contribui com aproximadamente 80% do nitrogênio, 55% do fósforo e 60% do potássio (JÖNSSON; 2002 *apud* GUIMARÃES; 2014). Unindo os fatos do ciclo da urina com que compostos essenciais retornem ao meio, essa alternativa reduzirá o consumo de água e, tendo baixos riscos de transmissão de doenças pelo seu uso, salienta-se as águas amarelas como um efluente de elevado potencial de reúso.

O reaproveitamento da urina na agricultura seria responsável pela redução do uso de fertilizantes químicos (BATISTA, 2011). Se todos os nutrientes fossem recirculados, o uso de fertilizantes poderia ser reduzido entre 35% a 45%, com a urina, exclusivamente, podendo substituir de 20% a 25% os fertilizantes (LIND *et al.*, 2001).

Por conseguinte, levando em conta as diferentes características da urina humana em relação a nutrientes, presença de patógenos e outros tipos de substâncias que são eliminadas pelo processo de excreção, a proposição é que a prática de aproveitamento destes nutrientes venha ser realizada com segurança.

Dentre as possibilidades disponíveis, o presente estudo procurou analisar a eficiência da técnica de estocagem de modo a retirar patógenos, higienizando a urina coletada e podendo dar a mesma um possível uso como biofertilizante na agricultura.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Analisar a estocagem da urina humana como forma de higienização para remoção de patógenos visando o seu uso na agricultura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a eficiência da estocagem como forma de remoção de patógenos;

Analisar através das análises físico-químicas e microbiológicas as características quali-quantitativas da urina humana.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Fortaleza, no bloco da construção civil (BCC). Para a concepção das etapas da pesquisa utilizou-se as instalações do Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) e do Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA), ambos localizados no BCC. Contou-se, também, com o apoio do Laboratório de Saneamento Ambiental (LABOSAN) da Universidade Federal do Ceará.

A pesquisa foi composta de três etapas:

Caracterização quantitativa da urina humana;

Técnica da estocagem em sistema fechado;

Caracterização qualitativa da urina humana através das análises físico-químicas e microbiológicas.

CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DA URINA HUMANA

Nesta etapa foi realizada a coleta da urina. Visando conseguir doadores voluntários, foi feita uma campanha de sensibilização sobre a importância envolvendo a temática da pesquisa. Os colaboradores foram alunos do eixo do curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental. Foram coletadas amostras de urina tanto de homens quanto

de mulheres. No total foram 16 doadores, sendo 10 mulheres e 6 homens. Vale ressaltar que não levou-se em conta a faixa etária dos doadores.

A caracterização foi realizada com coletas de amostras individuais de urina. Cada indivíduo recebeu um recipiente para coleta com capacidade de 1L. Foi pedido que os frascos coletores fossem totalmente preenchidos e devolvidos num prazo de 24 a 48 horas, conforme recomenda a literatura. Após o prazo e mediante o quantitativo de urina, as amostras foram homogeneizadas e armazenadas em reservatório fechado. Foram retiradas amostras para análise inicial e o restante ficou armazenado.

TÉCNICA DA ESTOCAGEM EM SISTEMA FECHADO

Dentre as diferentes técnicas para tratamento da urina humana, foi aplicada a técnica de estocagem em reservatório fechado. Com a urina estocada em reservatório fechado a literatura cita que o seu aproveitamento na irrigação é satisfatório e com essa estocagem sendo igual ou superior ao período de 30 dias, seja praticamente nulo o risco de doenças ocasionados pela presença de patógenos.

A Suécia que é pioneira no reúso de águas amarelas (urina), criou diretrizes para higienização da urina humana a serem impostas na aplicabilidade da técnica de estocagem (ARAÚJO, 2014). O que acontece durante a estocagem em recipiente fechado é o aumento do pH da urina (quando chega próximo a 9) por conta da liberação da amônia e do bicarbonato, que pode ocasionar na precipitação de cristais de inorgânicos como estruvita, calcita e hidroxiapatita (HAP). Em decorrência disto há a inativação de microrganismos, que pode se dar antes mesmo dos 30 dias, vai depender da temperatura ambiente (LOURO, JUNIOR e AVILA, 2012).

A urina que foi estocada ficou armazenada pelo período mínimo de 1 mês. Na Tabela 1 está presente as diretrizes que serviram como embasamento para esta pesquisa, bem como as recomendações quanto ao tempo de armazenamento relacionado para o tipo de finalidade e cultivos recomendados.

Tabela 1: Diretrizes suecas recomendadas de tempo de armazenamento para a urina misturada (a) baseadas em conteúdo de patógenos estimado (b) e cultivos recomendados para sistemas de grande porte (c)

Temperatura de armazenamento	Tempo de armazenamento	Prováveis patógenos na mistura de urina após armazenamento	Cultivos recomendados
4°C	≥ 1 mês	Vírus, protozoários	Cultivos alimentícios e cultivos de forragem que serão processados
4°C	≥ 6 meses	Vírus	Cultivos alimentícios que serão processados, cultivos de forragem (d)
20°C	≥ 1 mês	Vírus	Cultivos alimentícios que serão processados, cultivos de forragem (d)
20°C	≥ 6 meses	Provavelmente nenhum	Todos os cultivos (e)

Fonte: Stenström e Schönning (2004).

(a) Urina ou urina e água. Quando diluída se assume que a mistura de urina tem pelo menos um pH 8,8 e uma concentração de nitrogênio de no mínimo 1 g/l.

(b) As bactérias Gram-positivas e bactérias que formam esporos não estão incluídas nas análises básicas de risco, mas normalmente não são reconhecidas por causar qualquer tipo de infecção preocupante.

(c) Um sistema de grande porte neste caso é um sistema onde a mistura da urina é usada para fertilizar cultivos que seriam consumidos por outros indivíduos e não somente pelos membros da residência onde a urina é coletada.

(d) Não para pastos para a produção de forragem.

(e) Para cultivos alimentícios que serão consumidos crus, é recomendado que a urina seja aplicada no mínimo um mês antes da colheita e que esta seja incorporada ao solo se as partes comestíveis crescem acima da superfície do solo.

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DA URINA HUMANA ATRAVÉS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

Após a coleta, assim que armazenada a urina, foi retirada amostra inicial para análise de modo a obter o comparativo da situação inicial com a pós período de 30 dias estocada em sistema fechado. Os mesmos parâmetros foram analisados para ambas situações. As amostras foram acondicionadas em reservatórios plásticos previamente higienizados e transportadas ao LSA para a análise físico-química e uma outra amostra foi encaminhada para o LABOSAN para ser realizada a análise microbiológica.

Para avaliar de forma qualitativa, foi analisado o parâmetro potencial hidrogeniônico (pH), que é diretamente responsável para que as reações aconteçam e se alcance o padrão de higienização desejado. Esta análise obedeceu à técnica segundo os procedimentos recomendados pelo Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias (SILVA e OLIVEIRA, 2001).

Quanto a parte microbiológica, o grupo de bactérias avaliado foi Coliformes Termotolerantes, pelo método Colilert, utilizando a técnica do substrato cromo-fluorogênico com quantificação por meio de cartelas, conforme metodologia descrita em APHA (2005).

RESULTADOS

O pH é um dos parâmetros mais importantes que influenciam nos processos para tratar e estabilizar a urina humana. Segundo Zancheta (2007), é devido à formação de amônia que ocorre o aumento do pH, isso se explica quando dar-se o processo de hidrólise da ureia catalisada pela enzima uréase, liberando amônia e bicarbonato. Esse aumento do pH é essencial com vistas que, em amostras com pH acima de 8,0 contribui para nulidade em relação a coliformes termotolerantes.

Visto isso, a urina apresentou no início do processo um pH inicial de 6,3 e após os 30 dias armazenada em reservatório fechado, resultando em um pH de 8,3.

No aspecto microbiológico, é constatado a presença altas concentrações de coliformes termotolerantes na urina humana. Contudo, deve-se destacar que uma pessoa não excreta pela via urinária nenhum tipo de bactéria que pertença ao grupo coliforme, a contaminação da urina pode chegar a acontecer na saída da uretra; só em caso de o indivíduo estar com infecção urinária, que realmente pode vir a ocorrer (MARTINS, 2016).

Para a urina inicial constatou-se a presença de coliformes termotolerantes, mas com a aplicação da técnica da estocagem por um período superior a 30 dias, a análise microbiológica mostrou a ausência de coliformes termotolerantes após este período. Isso se deve a elevação do pH, que faz com que ocorra as reações necessárias até ser alcançado a nulidade de coliformes.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos nesta pesquisa se enquadraram dentro do esperado e foi analisado em comparativo a pesquisas existentes na literatura sobre a mesma temática as quais obtiveram resultados positivos e conseguiram comprovar a eficiência de suas teses.

Como na pesquisa de Martins (2016), que para a urina fresca em sistema fechado teve um pH de 6,8 e com o processo de armazenamento, após duas semanas o pH tendeu a se estabilizar e chegou a um valor próximo a 9,0. Martins (2016) ainda relata em sua pesquisa a importância de usar um reservatório com tampa, visto que ocasiona o controle das trocas de espécies gasosas, em particular a amônia e o gás carbônico, entre as fases

líquida e atmosfera. O mesmo constatou isso ao fazer teste com amostra armazenadas com tampa e sem tampa, e nas amostras sem tampa o pH não obteve o aumento significativo como na com tampa.

Zancheta (2007) chegou a mesma conclusão em seus resultados, obtendo um pH próximo de 9,0 nas amostras de urina que ficaram estocadas durante 30 dias. Rios (2008) obteve após a estocagem um pH de 8,73 e afirma que após seis meses de estocagem da urina humana é o suficiente para a estabilização das características físico-químicas e microbiológicas.

Devido a elevação do pH está diretamente relacionado ao decaimento de coliformes termotolerantes, podemos constatar na pesquisa a eficiência da estocagem para atingir este objetivo. Estes mesmos resultados foram obtidos em outras pesquisas, como relatado por Martins (2016) que logo que a urina foi armazenada apresentou um número excessivo de coliformes termotolerantes na amostra. Contudo, após 20 dias obteve resultados praticamente nulos para a presença de coliformes termotolerantes.

Resultado semelhante encontrado também por Bazzarella *et al.*, (2005), que verificou essa nulidade em sua amostra após 20 dias de armazenamento, quando o seu pH atingiu valor pouco acima de 8,0.

Na pesquisa de Zancheta (2007) o quantitativo de coliformes no início da estocagem foi elevada, e com o pH atingindo valores acima de 8,0 após 15 dias, o decaimento nos reservatórios foi praticamente nulo.

CONCLUSÕES

Uma nova abordagem surge em diversas partes do mundo em relação ao uso das excretas humanas, principalmente na Europa, como Suécia e Dinamarca, especificamente. Essa nova abordagem coloca como recomendação que a urina seja utilizada como fertilizante ou como complemento nas mais diversas culturas agrícolas, levando em conta as diferentes características em relação a patogenicidade, conteúdo de nutrientes e os benefícios para o solo e plantas (GONÇALVES, 2006).

Todo esse enfoque em torno do reúso das águas amarelas, é por as mesmas se mostrarem com um potencial em ascensão. Isso porque a urina humana vem a ser um valioso recurso que compõe o esgoto urbano, e é descartada no lugar de a reutilizarem.

Utilizar a urina humana mediante uma técnica de tratamento que apresente seguridade, possibilita o seu uso como um fertilizante natural, este, responsável por promover o reciclo de importantes quantidades de nutrientes e podendo ser utilizada em diversos tipos de culturas alimentícias gerando uma redução no uso de fertilizantes químicos.

A estocagem da urina como forma de higienização, é um método de baixo custo e que pode ser considerado como eficiente e viável. Em temperatura ambiente fornece as condições necessárias mediante o aumento do pH que proporciona a inativação de patógenos. Essa inativação pode chegar a ocorrer a partir de 30 dias da urina estocada bem como levar até 6 meses para total inativação. Nesta pesquisa este método foi eficiente para reduzir em 30 dias os coliformes termotolerantes.

Conclui-se que a pesquisa mostrou-se positiva quanto à finalidade a qual foi submetida. O reúso de águas amarelas deve ser compreendido como uma ferramenta com alto potencial a ser proposta e implantada, contribuindo para o desenvolvimento do saneamento ecológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Agência nacional de águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Informe 2016. 2016. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dosrecursos-hidricos/informe-conjuntura-2016.pdf>> Acesso em: 18 de novembro de 2017.
2. APHA. AWWA; WPCF. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed, Washington D.C: American Public Health Association, p. 953., 2005.

3. ARAÚJO, N. C. Uso da urina humana como fonte alternativa de nutrientes para a cultura do milho (*Zea mays* L.) cultivado em sistema hidropônico. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 81p. Campina Grande. 2014.
4. BAZZARELLA, B. B.; DIAS, G. B.; BASTOS, F.P.; LEE, P.W.; GONÇALVES, R. F.; Caracterização qualitativa da urina humana com vistas ao aproveitamento agrícola. In: Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande - MS: ABES, 2005. v.1. p. 186-187.
5. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Uso racional da água em edificações. ABES. Rio de Janeiro, Sermograf, 2006.
6. GUIMARÃES, P. L. F. Tratamento de águas amarelas em leitos filtrantes intermitentes. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 89p. Campina Grande. 2014.
7. LIND, B., BAN, Z., BYDÉN, S. Volume reduction and concentration of nutrients in human urine. *Ecological Engineering*. Suécia, v.16, n. 4, p. 561- 566, 2001.
8. LOURO, C. A. L.; JUNIOR, I.; ÁVILA, G. M. Sustentabilidade Ambiental: Estudo sobre o aproveitamento de nutrientes da urina humana para fins agrícolas. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, v.7, n. 3, p. 440 – 447, 2012.
9. MARTINS, E. S. C. S. Efeito do armazenamento sobre as características de urina e águas amarelas. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 86p. Campina Grande. 2016.
10. RIOS, E. C. Uso de águas amarelas como fonte alternativa de nutriente em cultivo hidropônico da alface (*Lactuca sativa*). 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.
11. SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias. 226p. Campina Grande, Paraíba. 2001.
12. STENSTRÖM, T. A., SCHÖNNING, C. Diretrizes para o uso seguro de urina e fezes nos sistemas de saneamento ecológico. Instituto Sueco de Doenças Infecciosas. Estocolmo, 2004. 44p.
13. ZANCHETA, P. G. Recuperação e Tratamento da Urina Humana Para Uso Agrícola. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Curso de pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2007.