

## POSSIBILIDADES DE APROVEITAMENTO DA URINA HUMANA GERADA POR INSTITUIÇÃO DE ENSINO EM ARACAJU-SE

**Geovane de Mello Azevedo**  
geonanemello43@gmail.com

**Dayana Kelly Araujo Santos**  
dayanaaraujo-2018@hotmail.com

**Rodrigo Gallotti Lima**  
florafertil@yahoo.com.br

**Carlos Gomes da Silva Júnior**  
cgomes.aju@hotmail.com

**Resumo:** O objetivo desse trabalho é estimar o potencial de geração e de aproveitamento da urina humana gerada no Campus Aracaju do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe, bem como seus impactos relacionados. A produção de urina humana foi estimada em 1/ano com base na população acadêmica equivalente do referido campus. Por conseguinte, foi possível estimar a economia de energia pois, ao se produzir uréia fertilizante industrializada há uma demanda energética alta. Tal economia foi avaliada tanto em MWh de energia necessária, quanto em custo expresso em real (R\$). Neste sentido, propondo a segregação da urina via uso de mictórios verificou-se a possibilidade de obter significativa economia de recurso hídrico bem com seu respectivo custódessa água das descargas das bacias sanitárias, uma vez que, ao usar os mictórios, demanda-se significativamente menos água. Diante dos resultados esperados, percebe-se a importância da disseminação de propostas de saneamento sustentável ou eco saneamento, visando contribuições benéficas ao ciclo do nitrogênio.

**Palavras-Chave:** saneamento sustentável; eco saneamento; urina humana; águas amarelas.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos séculos foi observada uma grande mudança no cenário mundial, sob o aspecto econômico como também ambiental caracterizado por um intenso aumento da demanda e do consumo de recursos naturais.

Ao longo do tempo estudos importantes

foram publicados sobre as alterações do Nitrogênio reativo ( $N_r$ ) no ambiente através de diversas atividades como à queima de combustível fóssil, uso de fertilizantes químicos na produção de alimentos, descarte de efluentes domésticos e industriais, queima ou supressão de vegetação.

Pesquisadores como Jan Willeim Erisman, James Galloway e a INI- International Nitrogen Initiative apontam que a transformação do ( $N_2$ ) em sua forma reativa ( $N_r$ ), causam diversos impactos indesejáveis que influencia significativamente na perda de biodiversidade através de acidificação e eutrofização.

De acordo com Galloway (2004), estudos indicam que a produção agrícola é um dos grandes responsáveis pelo crescente aumento do  $N_r$ , contribuindo para as mudanças climáticas. Com o advento da evolução da agricultura e o aumento populacional, intensificou a utilização dos fertilizantes, ocasionando danos ambientais (AQUINO, 2009).

Segundo Nascimento, Kiperstok e Barduque (2010), estima-se que 80% do fertilizante produzido é dispensado para o meio ambiente e, apenas 20% deste nutriente seria de fato aproveitados. Ainda convém ressaltar que 90% deste N consumido são excretados pelos humanos e seguem para o sistema de esgoto (BAKER, 2001).

Ao analisar a composição do esgoto sanitário, observa-se que a urina é a fração que contém a maior parte de nutrientes,

aproximadamente 80% de N, 55% de P e 60% de K (JOHANSSON, 2000). A utilização da urina se tornabastante apropriadas para o uso na agricultura e, na maioria dos casos, até melhores do que as encontradas nos fertilizantes artificiais (SIDA, 1995). Se todos esses nutrientes fossem recirculados, o uso desses fertilizantes industriais poderia ser reduzido do entre 35% a 45%, sendo que somente a urina poderiasubstituir de 20% a 25% (JÖNSSON, 1994 *apud* LIND, 2001).

Neste âmbito diante da ineficiência do atual modelo de saneamento emerge-se um novo paradigma na área de saneamento que se propõe a concebê-lo de modo mais holístico, compreendendo a relação entre meio ambiente e desenvolvimento com a proposta de melhor aproveitamento de nutrientes das águas amarelas, bem como de evitar que o N<sub>r</sub> seja lançado no ambiente causando diversos impactos ambientais, inclusive o desbalanceamento do Biogeociclo do N. Importante destacar que oBiogeociclo do N é um dos mais importantes faz parte da composição das proteínas, clorofila, enzimas, aminoácidos e outras substâncias orgânicas. Ao ser metabolizado e excretado, o N segue para a rede de esgoto que, se tratado, é de difícil remoção, quando não tratado, segue in natura para mananciais promoveimpactação à biota aquática.

Destaformaocaminhoparasustentabilidade implica tanto em ações de desconstrução de lógicas e rotinas ambientalmente equivocadas, como, para uma construção pautada nas boas práticas tendo em vista o caráter preventivo das ações. Neste viés, algumas Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil e no mundo estão atuando ativamente. Desta forma, este importante conceito preza pela minimizaçãode impactos ambientais a exemplo da redução do uso de fertilizantes industriais, que na maioria das vezes contém metais pesados e outros resíduos perigosos que vem contribuindo para processos de eutrofização dos corpos hídricos

e trazendo graves conseqüências tanto para a biota aquática, quanto para oabastecimento de água para usos domésticos e industriais (PASTOR ET al., 2008).

As técnicas de separação da urina, já são realizadas, há muitos anos e seus benefícios já são aproveitados em muitospaísesno mundo, e exemplo da Suécia (JOHANSSON, 2001). Um exemplo é a significativa economia de água e de energia, resultante do gerenciamento alternativo das águas amarelas.

Porém, apesar dos diversos pontos positivos do reaproveitamento da urina, a implantação deste sistema enfrenta vários desafios no âmbito social e culturalalém de necessárias mudanças nos sistemas hidráulicos.

Dentro deste contexto, esta pesquisa promoveu a caracterização quali-quantitativa, e estudou potencial de reutilização da urina humana com vistas ao seu aproveitamento como fertilizantenatural agrícola.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisafoi realizada nas dependências doInstituto Federal de Sergipe-IFS Campus Aracaju, que buscou estimar a produção de urina, da massa de nitrogênio e da economia de água e de energia a partir do quantitativo de professores ativos no ano de 2018.

Com base no quantitativo de professores foi estimada a produção anual de urina excretada. Convém ressaltar que tal estimativa será referente aos 200 dias úteis (correspondente a um ano letivo).

Para estimarpopulação que usa os sanitários dasedificações analisadas e a frequência diária de uso destas para urinar, foram utilizadas as seguintes informações:

- Segundo WHO (2006), um adulto produz entre 0,8 e 1,5 l de urina diariamente. No presente trabalho considerou-se como 1 l de urina por pessoa/dia.
- De acordo com Gonçalves (2006), um adulto usa em média o sanitário 5 vezes ao

dia. Em uma, destas cinco vezes, o usuário defeca e nas demais somente urina, ou seja, 4 vezes. Logo, para cada ida de um adulto ao sanitário, considerou-se 0,2 l como o volume de urina produzido;

- Segundo Jonsson e colaboradores (2004), a massa de N contida na urina produzida anualmente por um adulto é de 4 kg (~11 g N dia<sup>-1</sup>). Logo, para cada ida de um adulto ao sanitário, produz-se 2.2 g.

Portanto, uma vez estimada a produção anual de urina, foi calculada a massa de N e os volumes gerados de “águas amarelas” no Campus. A partir da urina produzida no campus, foi estimado o potencial de produção de grãos (pela urina equivalente à quantidade de fertilizante necessário a tal produção). Em seguida, foi determinada a quantidade de pessoas adultas que poderiam ter supridas suas necessidades anuais calóricas e protéicas com esses grãos.

### **População Equivalente**

Como se trata de uma população acadêmica, que tem horários heterogêneos em uma instituição de ensino, esta pesquisa buscou uma metodologia que padronizasse esses horários tendo como base ponderações. Neste caso, optou-se pelo uso da metodologia abordada no trabalho de Nakagawa (2009) denominada População Equivalente. A população equivalente refere-se no caso de pessoas que apresentam um horário não contínuo, mas, equivalente a permanência do indivíduo a um horário contínuo. É definido como População Consumidora Equivalente (PE) o usuário integral que passa 8 horas/dia, durante 5 dias/semana. Para tanto, os professores que trabalham 40 horas semanais foram considerados fator igual a 1, para os demais funcionários foi adotado um peso proporcional à carga horária.

### **Estimativa quantitativa e financeira da energia a ser poupada**

Segundo Kiperstok e colaboradores (2010)

Ao utilizar a urina ao invés do fertilizante, sabe-se que aproximadamente 24,5 kWh/kg (N), são poupados. Diante disso, considerou-se a massa total anual de N produzida no campus multiplicada por 24,5 kWh para obter o potencial da energia elétrica a ser poupada. Em seguida, para estimar o custo dessa economia em R\$, multiplicou-se o total de kWh poupado pela tarifa de energia cobrada fora do horário de ponta ao IFS.

### **Simulação financeira da economia de água**

Segundo a Sabesp (2019), considerando uma bacia sanitária em perfeitas condições de uso, com válvula e tempo de acionamento de 6s gasta-se em média 12l de água por descarga, já o estímulo do uso de mictório pode promover a redução do consumo de água, em média, de 38% do consumo total das bacias sanitárias, de acordo com a Sabesp (2019), o mictório tem um consumo de água de 2l por descarga. Diante do volume de água a ser poupado devido a substituição das bacias sanitárias por mictórios, estimou-se o valor em R\$ a ser economizado. Essa estimativa se baseia-se nas tarifas relativas às três faixas de consumo (< 10m<sup>3</sup>; entre 11 e 50m<sup>3</sup>, e > 50m<sup>3</sup>) de prédios públicos praticadas pela DESO. Com o intuito de não superestimar a economia financeira, inicialmente será realizado o cálculo mensal e, por fim, alcançou-se o montante do potencial economizado ao longo do ano.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base nos horários dos professores ativos no ano letivo de 2018/1 e 2018/2, foi calculada a PE no Campus em estudo, onde considerou os professores com carga horária de 40h e 20h semanais e atribuindo um peso para cada grupo correspondente a carga horária.

### **Estimativa da Produção de urina/Dia**

De acordo com Gonçalves (2006), um adulto usa em média o sanitário 5x/dia e gera 1l/dia em média. Logo, para cada ida de um adulto ao sanitário, considerou-se 0,2 l como o volume de urina produzido.

**População equivalente\*Produção de urina dia<sup>-1</sup>**

$$225 * 1 = 225l/dia$$

$$225 * 200 \text{ diasuteis} = 45.000l/ano$$

### **Estimativa da Massa de urina Ano**

Segundo Jonsson e colaboradores (2004), a massa de Nitrogênio contida na urina produzida anualmente por um adulto é de 4 kg. Deste modo, tem-se que a massadenitrogênio gerada por ano pelos professores dessa instituição de ensino é de 900kg.

**População\*Massa de Nitrogênio**

$$225 * 4 = 900kg(N)/Ano$$

### **Estimativa quantitativa e financeira da energia a ser poupada**

Na utilização do fertilizante ao invés da urina, sabe-se que aproximadamente 24,5kWh é demandados para produção de 1 kg de (N) em fábrica. Diante disso, para ser estimado o potencial de energia poupado na utilização da urina considerou a massa de (N) produzida no campus ao ano multiplicado pela demanda energética necessário. Logo, a quantidade de energia que é poupada ao aproveitar 900 kg de N oriundo da urina é de 22.050 kWh.

**Massa de trogênio\*Energia poupada**

$$900 \text{ kg}(N) * 24,5 = 22.050kW/h$$

Para se estimar o custo da economia em R\$, foi solicitada a direção do Campus em estudo, as cópias das contas de energia, para

ser calculada a média mensal dos valores cobrados no horário de ponta. Desta forma, foi multiplicado o consumo total de kWh poupados pela média mensal da tarifa de energia, onde se obteve R\$ 43.438,50 por ano.

**Consumo em kWh\*Tarifa de energia**

$$22.050,0 * 1,97 = R\$ 43.438,50$$

### **Economia de água da Bacia sanitária**

Segundo a Sabesp (2018), considerando uma bacia sanitária em perfeitas condições de uso, com válvula e tempo de acionamento de 6s gasta-se em média 12l de água por descarga. Devido ao fato de que cada adulto por dia usa em média o sanitário 5 vezes ao dia, logo, 60l de água são necessários para afastar a urina da bacia sanitária ao longo de um dia. Deste modo, se 225 professores geram 225l de urina ao dia, tem-se uma demanda 13.500l de água/dia nas descargas do campus em estudo, já ao longo dos 200 dias letivos, o campus demanda anualmente 2.700.000l (2.700m<sup>3</sup>) de água. Volume este que comprova a necessidade de novos hábitos de utilização de água buscando reduzir o consumo excessivo de um recurso cada vez mais escasso e caro.

### **Estimativa do custo (R\$) de água das descargas da bacia sanitária**

Para estimar o custo de descarga de água das baciasanitárias, fora observado na fatura de água a faixa de demanda acima dos 10m<sup>3</sup>, uma vez que o referido campus apresenta altas taxas demandas de água, o que corresponde um custo por m<sup>3</sup> de R\$ 23,97 com base no valor da taxa do ano de 2018 que obtêm-seum valor por m<sup>3</sup> 2.700 que são demandados anualmente pelo campus custando R\$ 64.719,00 aos cofres públicos.

**Demanda\*Tarifa**

$$2.700m^3 * 23,97 = R\$ 64.719,00$$

## **Economia de Água do Mictório**

Segundo Kiperstok e colaboradores (2009), o estímulo do uso de mictório pode promover a redução do consumo de água, em média, de 38% do consumo total das bacias sanitárias. Sendo um dos modos de segregação da urina os mictórios trariam uma economia de água bastante significativo devido seu baixo consumo de água. De acordo com a Sabesp (2019), o mictório apresenta um consumo médio de água de 2l por descarga. Devido ao fato de um usuário adulto usar em média sanitário 5x/dia, tem-se um consumo de água diário de 10 litros por pessoa (via uso de Mictórios), atribuindo aos 225 professores ativos no campus o consumo de água por ano se todos usassem apenas o mictório para urinar, e demanda de água para descarga seria de 450.000 l/ano (450m<sup>3</sup>/ano). Em comparação com o consumo das bacias sanitárias, os mictórios utilizam 2.250 m<sup>3</sup> de água a menos que as bacias sanitárias. Isso representa um percentual de cerca de 15% do valor total de recurso hídrico (cerca de 85% de economia do recurso hídrico), somente se os professores optarem pelo uso de mictórios no referido campus. Cabe destacar que o consumo de água nos mictórios pode ser ainda menor, pois, existem alguns deles que as descargas podem ser reguladas para a metade dessa vazão ou até menos que isso.

### **Estimativa do custo de água (R\$) nas descargas dos mictórios**

Para se estimar o custo (R\$) dos mictórios foi adotada a mesma metodologia para o custo das bacias sanitárias, utilizando a faixa de consumo de 10m<sup>3</sup> correspondente a um custo financeiro de R\$23,97 por m<sup>3</sup> utilizado.

#### ***Demanda\*Tarifa***

$$450 \text{ m}^3 * 23,97 = \text{R\$ } 10.786,50$$

Optando pelo uso de mictórios, observa-se uma redução significativa do custo da conta de água. Além disso, o uso de mictórios permite o aproveitamento da urina para fins de nutrientes, logo, repercute em diversas questões não só financeiras, mas também ambientais. Quando a urina segue para estações de tratamento de esgoto (ETE), ocorre muita dificuldade no tratamento, pois, segregar nutrientes nas ETE's custa caro, por não ser um processo simples. Inclusive, na maioria das vezes demanda tratamento específico a nível terciário, fato que encarece ainda mais o processo. Por outro lado, infelizmente no Brasil a cobertura de tratamento de esgoto ainda é insatisfatória e até inexistente, pois, muitas vezes a urina segue para uma ETE com problemas de funcionamento ou segue direto para mananciais, causando diversos problemas ambientais.

## **CONCLUSÕES**

Diante dessa pesquisa, observa-se que anualmente desperdiça-se nutrientes despejando no sistema de transporte e tratamento de esgoto de Aracaju/SE um montante 900kg/ano só dessa instituição. Aliado a isso, observa-se outros significativos desperdícios de recursos naturais e financeiros. Se houvesse aproveitamento dos nutrientes, o uso de fertilizantes industrializados poderia ser reduzido, havendo significativa economia de recursos nas mais diversas possibilidades. Contudo, é preciso perceber que ainda existem muitas barreiras/desafios para que 100% da população optem por usar um mictório ao invés de uma bacia sanitária, principalmente quando nos referimos às mulheres, pois, apesar de existirem mictórios femininos, no Brasil isso ainda é pouco conhecido e usado. Além disso, existem muitos homens que por motivos diversos acham mais confortáveis utilizar a bacia sanitária para urinar. Por outro lado, atualmente urge-se em pôr em prática medidas de racionamento de recursos naturais, diante da realidade ambiental

dos recursos naturais a nível de Brasil e do mundo. Neste sentido, a questão da redução do consumo de água com uso de mictórios é um ponto importante na busca da sustentabilidade ambiental planetária.

## REFERÊNCIAS

AQUINO, B. F. O uso de fertilizantes e corretivos agrícolas e os impactos sobre o meio ambiente. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Sociedade Brasileira de ciência do solo. Fortaleza, 2009.

BAKER L. A., HOPE D., XU Y., EDMONDS J. AND LAUVER L., (2001). Nitrogen Balance for the Central Arizona-Phoenix (CAP) Ecosystem. *Ecosystems* 4: 582–602

ERISMAN, J.W., BLEEKER, A., GALLOWAY, J., SUTTON, M.S.; Reduced nitrogen in ecology and the environment; *Environmental Pollution* 150; 140 -149, 2007.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). *Uso racional da água em edificações*. ABES. Rio de Janeiro, Sermograf, 2006.

JOHANSSON, M.; et al. *Urine separation—closing the nutrient cycle*. Verna Ecology. Stockholm, 2001.

JÖNSSON, H. et al. *Orientações de Uso de Urina e Fezes na Produção Agrícola*. Relatório 2004-2. Suécia: SEI, 2004 (Série de Publicações EcoSanRes).

KIPERSTOK, A.; NASCIMENTO, F.R.A.; KIPERSTOK, A. C. O tratamento em separado da urina e das fezes é uma solução viável ou uma utopia? *Revista DAE*. Edição: maio/2010.

KIPERSTOK, A.; NASCIMENTO, F.R.A.; BARDUKE, T., (2010). Ganhos ambientais e mudanças no ciclo do nitrogênio a partir da separação da urina humana do sistema de saneamento. I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 11 a 16 de julho de 2010 – Salvador / BA.

NAKAGAWA, A, K. Caracterização do consumo de água em prédios universitários: o caso da UFBA. Universidade Federal da Bahia. Dissertação de mestrado. Salvador, 2009.

PASTOR, L.; MANGIN, D.; BARAT, R.; SECO, A. A pilotscale study of struvite precipitation in a stirred tank reactor: conditions influencing the process, *Bioresour. Technol.* 99 (2008), pp. 6285–6291.

SABESP. *Uso racional da água em casa*. disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=595/> acesso em: 23 de maio de 2019.

SIDA. *Ecological Sanitation*, Estocolmo, 1998. Disponível em: <<http://www.ecosanres.org/PDF%20files/Ecological%20Sanitation.pdf>> Acessado em: 20 agosto de 2019.

WHO. *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide, global update 2005: summary of risk assessment*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2006

GALLOWAY, J.N. et al, *Nitrogen cycles: past, present, and future*; *Biogeochemistry*, 70: 153–226, 2004