UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

SUBSTITUIÇÃO DE BACIA SANITÁRIA CONVENCIONAL POR HIDROEFICIENTE: PEGADA HÍDRICA E ANÁLISE FINANCEIRA

Thiago Silva de Afonso Cunha[1]; Adriano S. Leão[3]; Eduardo Cohim[2]
1. Bolsista FAPESB, Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: thsacunha@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: edcohim@gmail.com

3. Participante do projeto, Área do Meio Ambiente, SENAI CIMATEC, e-mail: adrianoleaoeng@outlook.com

PALAVRAS-CHAVE: sistema hidrossanitário; pegada hídrica; produto cerâmico.

INTRODUÇÃO

O consumo e a poluição de água estão associados a diversas atividades antrópicas como consumo doméstico, indústria e agricultura, principalmente. (Flörke *et al.*, 2018). O volume de água consumido e/ou degradado denominado de Pegada Hídrica (PH) é considerado como a soma de uma multiplicidade de demandas e de atividades poluentes independentes diretas e indiretas (Hoekstra *et al.*, 2011).

A PH é dividida em três principais componentes: azul, verde e cinza. A água de origem azul é a componente referente ao uso consuntivo de água doce superficial ou subterrânea; a água verde refere-se àquela precipitada no continente que não escoa ou não repõe a água subterrânea, mas absorvida pela vegetação; a água cinza refere-se ao volume necessário para assimilação de poluentes (Hoekstra *et al.*, 2011).

A eficiência dos sistemas hidrossanitários e seus componentes têm papel importante no consumo da água na fase de uso das edificações (Stec *et al.*, 2017). Aparelhos economizadores, ou hidroeficientes, são capazes de exercer a mesma função de aparelhos convencionais, porém demandando menos água. A economia de água proporcionada pela modernização das instalações pode compensar e justificar os investimentos hídricos, isto é, o valor da PH, e financeiro da produção desses aparelhos hidroeficientes.

O objetivo deste estudo foi avaliar a contabilidade hídrica e financeira da substituição de uma bacia sanitária convencional (6 L/uso) por uma hidroeficiente (3 L ou 6 L/uso), considerando todas as etapas do ciclo de vida do produto.

METODOLOGIA

Escopo

Neste estudo aplicou-se a metodologia proposto por Hoekstra *et al.* (2011) para contabilização da Pegada Hídrica. Esse indicador foi avaliado seguindo uma abordagem de berço-ao-túmulo de uma bacia sanitária hidroeficiente, bem como seu potencial retorno de investimento hídrico e financeiro ao substituir o modelo convencional.

Fronteira do Sistema

A fronteira do sistema engloba as etapas de fabricação até o fim de vida do produto no primeiro plano, e produção de insumos, utilidades e disposição final em aterro no segundo plano (Figura 1).

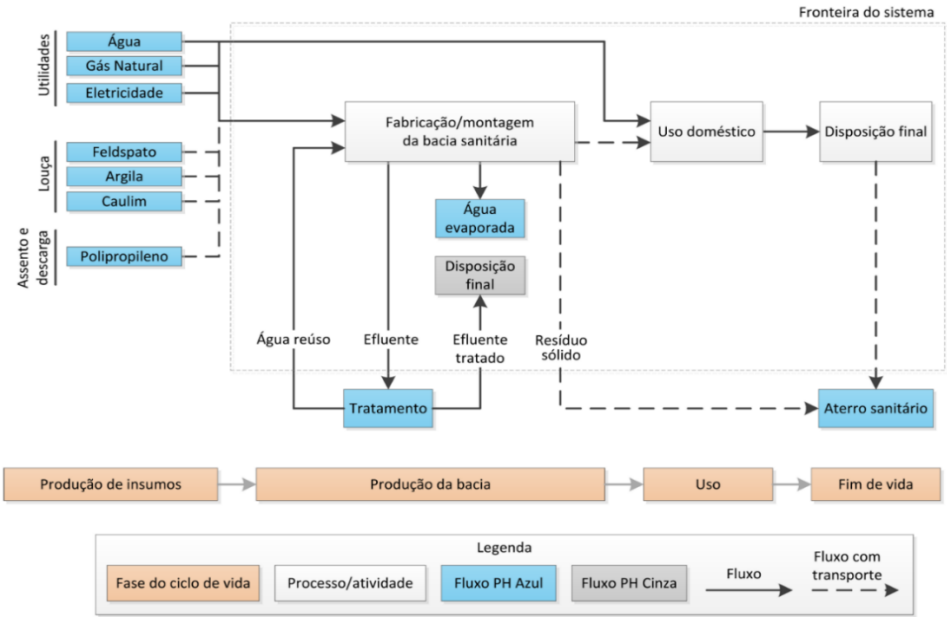

Figura 1: Fluxograma do ciclo de vida de uma bacia sanitária

Semelhante a outros países, no Brasil, a fabricação de bacia sanitária utiliza feldspato, argila e caulim para a produção de louça; utilidades industriais como gás natural, eletricidade e água (Cabral *et al.*, 2010); o produto final inclui tampa/assento e o sistema de descarga compostos por plásticos de engenharia, como polipropileno.
O único fluxo direto com uso degradativo da água considerando neste trabalho refere-se à disposição final do efluente da fabricação em um corpo hídrico, não foram avaliadas contribuições indiretas da PH cinza.

Contabilização da Pegada Hídrica

A Unidade Funcional (UF) foi definida como uma bacia hidroeficiente de 25 kg a 30 kg. A massa de bacias com preços mais acessíveis disponíveis no mercado está contida nesse intervalo de acordo levantamento realizado para o estudo. O indicador do uso de água utilizado foi $L \cdot UF^{-1}$. Hoekstra *et al.* (2011) definem a PH de uma etapa de processo como a soma das três componentes, de acordo com a Eq. (1):

$$PH_{Total} = PH_{Azul} + PH_{Verde} + PH_{Cinza} \quad (1)$$

Na produção de bacias sanitárias não foi identificado fluxo significativo de água verde, normalmente associada à produção de produtos agrícolas. A PH azul associada a um produto foi calculada como na Eq. (2):

$$PH_{Azul} = EV + IN + MP + UI + TDS \quad (2)$$

Todas as variáveis foram calculadas em $L \cdot UF^{-1}$, sendo EV a água evaporada; IN a incorporada ao produto; MP associada a cadeia de fornecimento de matérias-primas; UI associada a cadeia de abastecimento das utilidades industriais, e TDS referente ao tratamento e disposição de subprodutos (resíduos e efluentes). A PH cinza foi calculada segundo a Eq. (3):

$$PH_{Cinza} = L/C_{máx} \quad (3)$$

Onde L (mg) representa a carga poluente, $C_{máx}$ ($mg \cdot L^{-1}$) a concentração máxima aceitável definida por um órgão ambiental competente.

Viabilidade hídrica

Para fins de comparação, considerou-se uma residência padrão com 1 banheiro onde o uso das bacias sanitárias seria seguinte forma:

- Convencional: 3 usuários utilizando 3 a 5 descargas para urina (6 L), e 1 a 2 para fezes (6 L) por dia, gerando uma demanda média 99 L·dia^{-1}.
- Hidroeficiente: 3 usuários utilizando 3 a 5 descargas para urina (3 L) e 1 a 2 para fezes (6 L) por dia, gerando uma demanda média de 63 L·dia^{-1}.

O retorno do investimento hídrico foi calculado considerando o ponto em que o volume de água economizado devido a substituição dos aparelhos se iguala ao valor da PH do ciclo de vida da BDA. Após esse ponto, há uma economia líquida durante a vida útil restante do produto.

Viabilidade financeira

O retorno do investimento financeiro, foi calculado considerando o ponto em que a economia financeira gerada pela substituição de uma bacia sanitária convencional por uma hidroeficiente supera o valor investido na aquisição do novo modelo. Foram considerados produtos de preços mais acessíveis segundo levantamento feito para este estudo. A perda de valor inerente ao fluxo monetário foi corrigida considerando taxa de juros composto.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

Pegada Hídrica

A PH de uma bacia sanitária hidroeficiente foi de (918 ± 89) L·UF^{-1} (Figura 2). A contribuição azul correspondeu a 60 % e a cinza 40 %, cujo volume apropriado resultou da assimilação do cádmio (Cd) contido no efluente. A faixa de variação foi de aproximadamente 10 %. A eletricidade representou a maior contribuição para PH azul (72 %), seguido pela cadeia de fornecimento de matérias-primas (8 %).

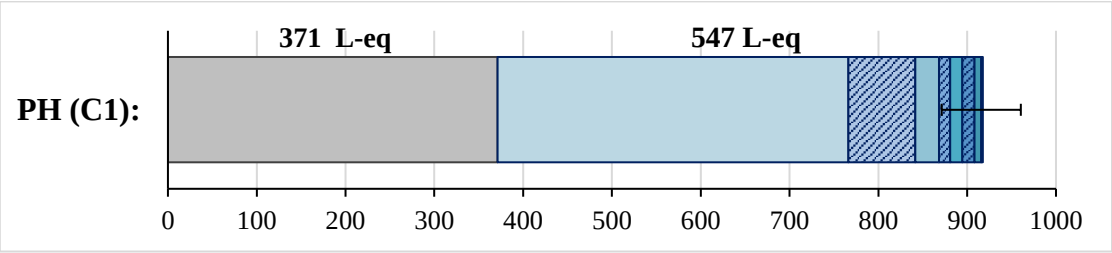

Figura 2: Pegada hídrica de uma bacia sanitária hidroeficiente

Retorno Hídrico

Estimou-se que é possível economizar até 12 L·pessoa^{-1}·dia^{-1} com a substituição dos modelos de bacia sanitária considerando a residência padrão adotada neste estudo. Dessa forma, o retorno do investimento hídrico ocorreria em aproximadamente 26 dias. Portanto, a substituição mostrou-se vantajosa do ponto de vista de uso da água pelo retorno hídrico relativamente rápido, cujo valor é substancialmente inferior à vida útil típica mínima (20 anos) de uma bacia sanitária desse tipo.

Considerando a perda do sistema de distribuição de Feira de Santana – BA de 49 %, a economia de 1 L água no ponto de utilização seria equivalente a uma redução na demanda de 2,04 L na captação (SNIS, 2021). Portanto, a substituição em larga escala aliviaria a pressão sobre o sistema produtor.

Retorno Financeiro

As descargas das bacias sanitárias representam 30 % do uso de água doméstico (Schleich; Hillebrand, 2009) e a substituição dos aparelhos economizaria 36 % dessa água, de acordo a análise feita. Dessa forma, a redução no consumo de água residencial devido a substituição dos modelos de bacia sanitária seria de 11 %. Considerando a

residência padrão adotada neste estudo e o consumo per capita de 121 L·dia^{-1} (Guanais, 2015), a demanda mensal seria de 11 m³ a um custo de R$ 8,37 mês^{-1} (EMBASA, 2021). Logo, a economia em água seria equivalente a uma economia de R$ 10 mês^{-1}.

Os modelos hidroeficientes mais acessíveis custam em média R$ 320 de acordo com o levantamento realizado para este estudo. Considerou-se o mesmo rendimento da poupança (6 % ao ano) para avaliação do período de retorno do investimento calculado. O período de retorno encontrado foi de cerca de 3 anos com taxa interna de retorno igual a 37 % ao ano, que é significativamente maior que o rendimento em uma poupança típica. Além disso, o benefício/custo calculado para esse investimento foi de 4,3.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pegada hídrica do ciclo de vida de uma bacia sanitária de duplo acionamento de (25 a 30) kg de berço-ao-túmulo foi de (918 ± 89) L, sendo 40 % da componente cinza e 60 % da azul. Considerando uma economia de água gerada pela substituição dos aparelhos, o período de retorno do investimento hídrico foi calculado em 26 dias. O período de retorno do investimento financeiro seria de 3 anos, porém a taxa interna de retorno encontrada de 37 % ao ano e o benefício/custo de 4,3 torna esse um investimento rentável.
Como principal limitação deste estudo, pode-se citar a representatividade e incerteza dos dados. Sugere-se para trabalhos futuros melhoria da qualidade dos dados, bem como avaliação de outras categorias de impacto ambiental, pegada hídrica cinza indireta, e novas tecnologias para bacias sanitárias

REFERÊNCIAS

CABRAL, J. M.; TANNO, L. C.; MOTTA, J. F. M.; RUIZ, M. S.; COELHO, J. M. Panorama da Indústria Cerâmica de Sanitários no Brasil. **Cerâmica Industrial** 12 – 18, 2010.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO S.A (EMBASA). **Tarifas.** Disponível em <https://old.embasa.ba.gov.br/centralservicos/index.php/tarifas?informacoes=sim> Acesso em 07/10/2021.

FLÖRKE, M.; SCHENIDER, C.; MCDONALD, R. I. Water competition between cities and agriculture driven by climate change and urban growth. **Nature Sustainability** 51 – 58 (v. 1), 2018.

GUANAIS, A. L. S. R. **Avaliação energética e das emissões de gases de efeito estufa do sistema integrado de abastecimento de água de Feira de Santana.** Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2015.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALADAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o padrão global.** Earthscan, 2011.

SCHLEICH, J.; HILLENBRAND, T. Determinants of residential water demand in Germany. **Ecological Economics** (68) 1756 – 1769, 2009.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Água e esgotos: informações e indicadores agregados**. Disponível em <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#> Acesso em 13/05/2021.

STEC, A.; KORDANA, S.; SLYS, D. Analysing the financial effiency of use water and energy saving system in single-family homes. **Journal of Cleaner Production** 151, 193-205, 2017.