

AVALIAÇÃO DE CUSTO/BENEFÍCIO DO PROJETO DE REÚSO DE ÁGUAS DO IFCE- LIMOEIRO DO NORTE

Silvânia LUCAS DOS SANTOS (1); Antônio Ricardo Mendes BARROS (2); Jarbas Rodrigues CHAVES (3); Heraldo Antunes Silva Filho (4); Elivânia Vasconcelos Moraes dos SANTOS (5)

- (1) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: silvania_lucas@hotmail.com
- (2) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: ricardomendes_123@hotmail.com
- (3) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: jarbasrodrigues@ifce.edu.br
- (4) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: heraldo@ifce.edu.br
- (5) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: elivania@ifce.edu.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade do projeto de reuso no IFCE – Campus Limoeiro do Norte (IFCE-LN). O reuso será aplicado principalmente para a irrigação dos jardins, lavagem de pisos e utilização em banheiros diminuindo a utilização da água potável para estes fins menos nobre com vistas não só a redução de custos financeiros, mas por responsabilidade ambiental. A pesquisa foi desenvolvida em etapas: (1) montagem e operação de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) em escala de bancada; (2) aplicação de um pós-tratamento composto de filtração e cloração para estudo da viabilidade de aplicação do esgoto tratado para fins de reuso a ser aplicado no Campus, e (3) método de avaliação da relação de custo/benefício de projetos do tipo payback (retorno financeiro). Os experimentos terão caráter empírico e os melhores resultados serão extrapolados para o sistema de tratamento de esgotos em escala plena a ser implantado no IFCE-LN. Estima-se que a implantação do projeto de reuso mostra-se totalmente viável uma vez que trará benefícios tanto econômicos quanto ambientais, reduzindo assim o desperdício de água potável, já que esta ficará sendo utilizada basicamente para o consumo humano e evitando a contaminação do solo.

Palavras-chave: Reuso, custo/benefício e payback.

1.0 INTRODUÇÃO

A discussão sobre o que vem a ser o reuso de água, suas aplicações, e a preocupação com a conservação e preservação do meio ambiente fazem parte dos anseios por uma sociedade sustentável, que use racionalmente os recursos naturais como a água.

Devido aos problemas de disponibilidade da água, a nível mundial, nacional, e local surgem os debates a respeito do uso racional dos recursos hídricos, na busca por alternativas tecnológicas. A implementação de programas de reaproveitamento da água através do tratamento de esgotos vem sendo foco das discussões atuais como uma maneira de minimizar esta problemática.

A demanda crescente por água tem feito da reutilização um tema de grande importância. Nesse sentido, o reuso favorece a redução do uso da água dos mananciais pela possibilidade da substituição da água potável por uma água de menor qualidade, evitando desta forma o desperdício de um volume considerável de água e a poluição dos corpos hídricos por meio de lançamento de efluentes na maioria dos casos sem o devido tratamento.

O reuso de efluentes pode ocorrer para fins potáveis e não-potáveis. O reuso potável incorre em altos custos e riscos à saúde pública e sua prática fica condicionada a situações de extrema escassez. O reuso para fins não-potáveis pode ocorrer para fins menos nobres, como por exemplo: para agricultura de algumas culturas, lavagem de pisos, rega de jardins, lavagem de ruas, irrigação de gramados, reserva de proteção contra incêndio, sistemas decorativos, descargas sanitárias e lavagem de automóveis.

O reuso no IFCE- LN será aplicado principalmente para a irrigação dos jardins, lavagem de pisos e utilização em banheiros diminuindo a utilização da água potável para estes fins menos nobre com vistas não só a redução de custos financeiros, mas a preocupação com o meio ambiente.

2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pode-se entender reuso como o aproveitamento do efluente após uma extensão do seu tratamento. O reuso da água é um conceito que vem sendo utilizado mundialmente há algum tempo, muitos países fazem a prática do reuso para suprir a sua necessidade por água. A técnica do reuso é cada vez mais vista como uma opção inteligente de racionamento dos recursos hídricos, mas para que ela ocorra é necessária a aceitação popular, aprovação mercadológica e vontade política para se efetivar como tecnologia sistemática (TELLES et al, 2007).

A utilização de águas residuárias é apresentada como uma proposta viável a ser considerada, visto que a aplicação de esgotos no solo se mostra uma forma efetiva de controle de poluição e uma alternativa que pode ser facilmente aplicada para aumentar a disponibilidade hídrica. A utilização de esgotos no cultivo agrícola e os benefícios oriundos dessa técnica são indiscutíveis, porém o efluente aplicado deve ser previamente conhecido e tratado (PEREIRA OLIVEIRA, 2006).

O reuso da água seria, então, a utilização dessa substância por duas ou mais vezes, reproduzindo o que ocorre espontaneamente na natureza através do “ciclo da água”, com a finalidade de evitar que as indústrias, instituições ou grandes condomínios residenciais e comerciais continuem consumindo água limpa em atividades em que seu uso é dispensável. Com isso, a água potável seria destinada somente ao abastecimento humano (SILVEIRA, 2008).

A Conservação da Água (uso racional) pode ser definida como as práticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhoria da eficiência do seu uso (BERNARDI, 2003). Conservar água significa atuar de maneira sistêmica na demanda e na oferta de água. Ampliar a eficiência do uso da água representa, de forma direta, aumento da disponibilidade para os demais usuários, flexibilizando os suprimentos existentes para outros fins, bem como atendendo ao crescimento

populacional, à implantação de novas indústrias e à preservação e conservação do meio ambiente. Assim sendo, as iniciativas de racionalização do uso e de reuso de água se constituem em elementos fundamentais em qualquer iniciativa de conservação (HESPANHOL, 2006).

Segundo a NBR 13969/1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997), no seu item 5.6 diz que o esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, após tratamento deve ser reutilizado para fins que exijam qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura.

Conforme Telles (2007), toda técnica estará sempre condicionada à relação custo/benefício. A técnica do reuso é uma realidade e mostra-se cada vez mais segura e confiável atraindo investimentos que são recuperados em um curto período de tempo, é uma maneira inteligente de racionalizar o uso da água e é uma prática sustentável com grandes vantagens sócio-econômicas.

2.1 Tipos de Reuso

Segundo Brega Filho e Mancuso (2002), de uma forma geral o reuso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não planejadas.

Conforme Silva et al., (2006), reuso indireto ocorre quando a água utilizada em alguma atividade humana é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída.

Dentro das várias classificações Morelli (2005) destaca como sendo o reuso indireto planejado da água, quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para ser utilizados a jusante, de maneira controlada no atendimento de algum uso benéfico. O reuso indireto planejado da água pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam ao requisito de qualidade do reuso objetivado (GIORDANI SANTOS, 2003).

O reuso direto planejado das águas ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso que ocorre com maior frequência para o aproveitamento destas águas em diversos setores da indústria e para a irrigação (BREGA FILHO; MANUSO, 2002).

3.0 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

Este trabalho trata-se de uma avaliação da eficiência do tratamento físico-químico no pós-tratamento de efluente gerado em reator UASB tratando esgotos domésticos gerado no IFCE, Campus Limoeiro do Norte com vistas ao seu reuso. Utilizou-se para análise da relação custo/benefício o método payback, que determina o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento.

4.0 METODOLOGIA, RESULTADOS, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento dessa pesquisa foram baseados em vários trabalhos científicos relacionados ao tema, conceitos legais existentes relacionados à temática e experiências nacionais e internacionais na técnica de reuso e em um método de avaliação de custo benefício de projetos do tipo payback.

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Água e Efluentes (LAAE) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Limoeiro do Norte. O esgoto afluente ao sistema de tratamento operado é oriundo do próprio Campus, tendo características predominantemente domésticas.

A pesquisa foi desenvolvida em etapas, sendo as principais: (1) montagem e operação de reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) em escala de bancada; (2) aplicação de um pós-tratamento composto de filtração e cloração para estudo da viabilidade de aplicação do esgoto tratado para fins de reuso a ser aplicado no campus com possível extensão para pequenas comunidades.

O experimento com o sistema de tratamento anaeróbio foi constituído por um reator UASB, em escala laboratorial de volume útil de 22L, construído com tubos e conexões de PVC, com diâmetro de 100 mm e altura de 2,15m, tendo um cap acoplado no fundo e tendo sua parte superior aberta para liberação do gás produzido.

Na parte superior foi anexado um sistema de defletor de fases na forma de “Y” com aproximadamente 0,85m e um ângulo de 45° ao eixo da vertical. Foi colocada uma bomba dosadora que ficou responsável pela manutenção do fluxo contínuo. Ao longo de sua altura foram dispostos 3 pontos de coleta para que fosse possível analisar o perfil do desempenho do reator em diferentes seções além de operacionalizar possíveis manutenções.

A alimentação do sistema se dava de forma ascendente através de um dispositivo acoplado paralelamente ao reator e com mesma altura, que facilitava o equilíbrio hidráulico e evita transbordo pela saída ou pela abertura da liberação dos gases como se mostra na Figura 1.

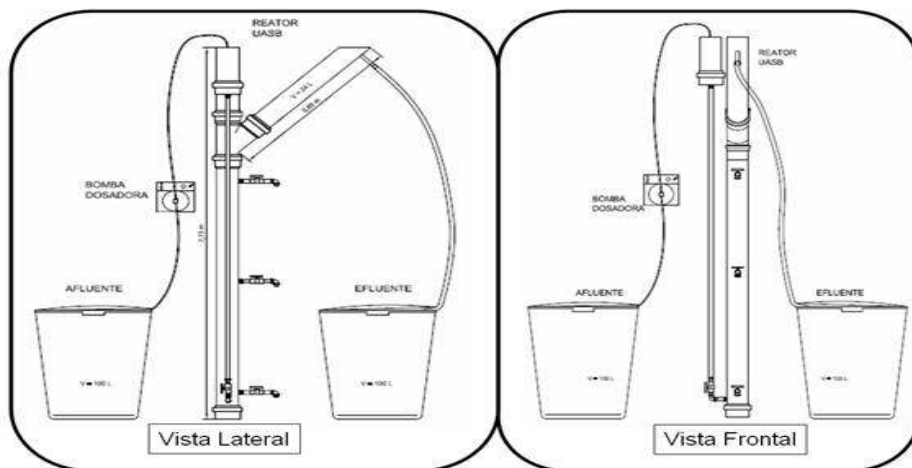


Figura 1 - Vista esquemática frontal e lateral da configuração do reator UASB em escala de bancada.

4.1 Metodologia

O campus de Limoeiro do Norte utiliza um sistema individual de abastecimento de água, sendo a fonte dois poços de captação subterrânea dentro da própria instituição, a água é captada por meio de bombas submersas nos poços abastecendo o reservatório elevado com capacidade para 20m³, distribuindo para todas as instalações sanitárias. Além disso, uma pequena parcela da água de abastecimento da instituição é obtida a partir da concessionária do município (Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE).

Os dados obtidos para a avaliação do custo/benefício do projeto levam em consideração os gastos com a implantação do projeto de reuso, que foram formatados após a compilação de dados obtidos nas contas de esgoto que vem sendo pagas mensalmente ao SAAE de Limoeiro do Norte.

Após testar a viabilidade do sistema em escala de bancada, e confirmada a sua eficiência será montado o sistema em escala plena. Para tanto, e como parâmetro preliminar de projeto foram calculados os gastos para a implantação do projeto em escala plena e o custo/benefício da reutilização do efluente tratado, como mostram os dados presentes na Tabela 1.

Tabela 1 - Investimentos realizados para implantação do projeto de reuso

Itens	Valor R\$ (estimativa)
Conjunto Motor-bomba	2.000,00/ unidade
Dosagem de Cloro	200,00/ unidade
Filtros	500,00/ unidade
Gasto com Energia	731,86/mês
Valor taxa de Esgoto (m ³)	4.430,40/ mês (53.164,80/ano)
Material Hidráulico	600,00/unidade
Mão de obra	1.500,00/mês
Investimento Inicial (II)	4.800,00
Investimento Total (IT)	9.962,26

4.2 Análise Econômica do Sistema de Reuso de Água do IFCE – Limoeiro do Norte

Para o consumo diário de 40m³ (estimativa gerada no IFCE-LN), é paga uma quantia equivalente a R\$ 4.430,40 por mês, já que a taxa cobrada pelo SAAE por m³ de esgoto é equivalente a R\$ 5,53 (já incluída a taxa de esgoto).

Inicialmente pretende-se fazer o reaproveitamento de 80% do esgoto produzindo no IFCE- LN, mas pretende-se tratar e reutilizar 100% do esgoto gerado, sendo então utilizados para a irrigação dos jardins e campo, banheiros, lavagem de pisos. Dessa forma, 32m³ de esgoto deixarão de ser lançados diariamente na rede coletora. Com base no exposto podemos verificar uma economia de R\$ 4.350,00 por mês, um lucro muito significativo não só economicamente, mas com grandes benefícios para o meio ambiente.

A economia total (ET) conseguida através do reuso da água é de R\$ 4.350,00.

4.3 Cálculo do Retorno de Investimento

A análise de viabilidade econômica de investimento para o sistema de reuso de água foi realizada utilizando-se o método do período de retorno do investimento (payback), que é calculado dividindo o valor de investimento pelo valor de benefícios gerados pelo sistema, que é a economia conseguida (EC). Este método é do tipo simplificado (Equação 1).

$$\text{Payback} = \text{II} / \text{EC} \quad [\text{Eq. 01}]$$

$$\text{Payback} = 4.800,00 / 4.350,00$$

Payback = 1,10 meses

Analisando a economia proporcionada e o investimento realizado, cujo payback é de 1,10 meses, não nos resta dúvida de que o resultado é satisfatório. Para o cálculo do retorno do investimento, não foi considerado os gastos com energia nem a taxa de esgoto, pois são gastos contínuos. Todavia, caso o uso inicialmente não seja tão bem aproveitado quanto o valor preliminarmente estimado de 80%, um prazo médio de 3 a 5 meses ainda seria bastante significativo em termos econômicos.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação do projeto de reuso mostra-se viável uma vez que só trará benefícios tanto econômicos quanto ambiental, reduzindo assim o desperdício de água potável, já que ela ficará sendo utilizada basicamente para o consumo humano e evitando a contaminação do solo. O custo para o monitoramento do sistema não será problema já que o IFCE-LN trata-se de uma instituição com profissionais capacitados para operá-lo de forma adequada, tornando ainda mais favorável a sua implantação.

Esse sistema possui capacidade de produção de água de reuso e elevado potencial de sucesso, principalmente se a água residuária tratada, além dos usos destinados às necessidades do IFCE-LN, puder ser encaminhada à demandas externas, gerando assim um retorno em períodos menores, visto que quanto maior a demanda por água de reuso, teoricamente, menor o payback.

6.0 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, FUNCAP e IFCE pelas bolsas de iniciação científica. E também, ao Laboratório de Análises de Água e Efluentes (LAAE) que em parceria com o Núcleo de Pesquisa em Gestão e Saneamento Ambiental (NUPGESAM) cedeu o espaço para esta pesquisa ser desenvolvida.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT: NBR 13969. **Tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto construção e operação**. Rio de Janeiro. Set, 1997.

BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação**. Monografia (MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, Área de Concentração: Planejamento Estratégico). ISAE- FGV/ ECOBUSINES SCHOOL, 52 p. 2003.

BREGA, F. D.; MANCUSO, P. C. S. **Conceitos de reuso de água**. Universidade de São Paulo-Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES. São Paulo, 2002.

GIORDANI, S.; SANTOS C. D. Possibilidades de Reuso dos Efluentes Domésticos Gerados nas Bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira - Região de Curitiba-Paraná. **SANARE - Revista Técnica da Sanepar**, Curitiba. V.19, n.19, p.06-14, jan./jun. 2003.

HESPANHOL, I. (coordenador). **Manual de conservação e reuso de águas na indústria**. FIESP/CIESP. Rio de Janeiro: 2006.

MORELLI, E. B. **Reuso de água na lavagem de veículos**. Dissertação (Mestrado). EPUSP-PHD. São Paulo, 92p. 2005.

PEREIRA OLIVEIRA, C. L. **A utilização do reativo de fenton na desinfecção de esgotos domésticos com fins de reuso na irrigação de culturas.** 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental - Área de Concentração: Controle da Poluição Urbana e Industrial)- Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ/FEN, 2006.

SILVEIRA, B. Q. **Reuso da água pluvial em edificações residenciais.** Monografia (apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG). Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG, 44p. 2008.

TELLES et al. **Reuso da água:** conceitos, teoria e práticas. São Paulo: Blucher, 311p. 2007.

SILVA, P. N., JUNIOR G. E; CAMARGO R. J. CHAVES A. C. Estudo técnico econômico para implantação de reuso de água em uma estação de tratamento de efluentes sanitários de uma Indústria Eletrônica. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA E GESTÃO EM TECNOLOGIA, 3. **Anais...**, 9 p. 2006.