



II-377 - COMPARAÇÃO ENTRE O PERÍODO DE PARTIDA DE DOIS FILTROS ANAERÓBIOS COM LEITO DE COCO VERDE (*COCOS NUCIFERA*): INFLUÊNCIA DO INOCULO

Luana Mattos de O. Cruz ⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pela UNICAMP, Mestre em Saneamento e Ambiente pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Doutoranda em Saneamento e Ambiente pela FEC/UNICAMP.

Bruno Coraucci Filho

Professor Titular da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo FEC/UNICAMP.

Ronaldo Stefanutti

Professor Adjunto do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Daniele Tonon

Doutoranda em Saneamento e Ambiente pela FEC/UNICAMP.

Warner Arantes Zebalho

Graduando em Tecnologia de Saneamento Ambiental pela UNICAMP.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Alice de Oliveira, 150 apto.14 - Campinas - SP - CEP: 13042-080 - Brasil - Tel: +55 (19) 32714113 - e-mail: luana_unicamp@yahoo.com.br

RESUMO

Em áreas rurais e núcleos isolados onde há ampla deficiência nos sistemas de tratamento de águas de abastecimento e de águas residuárias, a população local é mantida a mercê da contaminação por diversas doenças de veiculação hídrica. Assim, o desenvolvimento de pesquisas em sistemas de tratamento de esgoto, eficientes e adaptáveis às condições econômicas e estruturais destas regiões seria uma opção para diminuir os problemas de saúde pública e do meio ambiente, além disso, o efluente poderia ser reutilizado, diminuindo a problemática de escassez de água. Frente a esta situação, o objetivo deste trabalho foi estudar e comparar a eficiência de tratamento de esgoto doméstico por dois filtros anaeróbios de fluxo ascendente preenchidos por cascas de coco verde da espécie *Cocos nucifera*. Este método possui baixo custo, consome pouca energia e produz uma pequena quantidade de lodo e, ainda, tem sua manutenção e operação simplificadas, sendo extremamente viável para pequenas comunidades. Para a investigação, apenas um filtro anaeróbio foi inoculado a fim de serem comparados os períodos de partida e sua eficiência de remoção da matéria orgânica. Para a avaliação do desempenho dos reatores, foram analisados os parâmetros de DQO (Demanda Química de Oxigênio), pH e alcalinidade. Os resultados demonstraram que o reator inoculado teve seu período de partida finalizado em 6 semanas, enquanto que, no filtro sem inóculo, os microrganismos atingiram o equilíbrio na 10ª semana. Apesar do período de partida ser diferente entre os reatores, após a adaptação da biomassa, ambos mostraram - se estabilizados e foram capazes de remover mais do que 60% do material orgânico.

PALAVRAS-CHAVE: Baixo Custo, Pequenas comunidades, Reúso, Tratamento de Esgoto.

INTRODUÇÃO

A água, como recurso hídrico, só mais recentemente vem sendo vista, ainda que não por todos, como um recurso finito e vulnerável. Atualmente, quase metade da população mundial já enfrenta problemas de escassez de água, principalmente no que se refere às de origem superficiais. Esta problemática pode representar obstáculo ao desenvolvimento das cidades e à qualidade de vida.

Um ponto central na discussão do uso dos recursos hídricos e do saneamento refere-se à busca de alternativas para seu melhor aproveitamento, onde a questão das águas residuárias tem papel relevante visto que a falta de saneamento básico acarreta problemas à saúde pública e ao meio ambiente. Os problemas tornam-se mais agravantes em áreas rurais e periféricas das grandes cidades onde há ampla deficiência nos sistemas de tratamento de águas de abastecimento e de águas residuárias, o que mantém a população local a mercê da contaminação por diversas doenças de veiculação hídrica.

Portanto, é necessário o desenvolvimento de pesquisas em sistemas de tratamento eficientes e com manutenção e operação simplificada para que seja possível a acessibilidade dos grupos sociais menos favorecidos e que garanta a sustentabilidade econômica e ambiental. Uma alternativa deste tipo de sistema



para o tratamento de esgotos domésticos seriam, como primeira etapa, os filtros anaeróbios. Este método possui baixo custo, consome pouca energia e produz uma pequena quantidade de lodo, sendo extremamente viável para pequenas comunidades. Entre as possibilidades de preenchimento destes reatores, a casca do coco verde (*Cocos nucifera*) é uma alternativa adequada visto que, há grande facilidade para ser encontrado este tipo de material devido ao alto consumo de coco verde no Brasil e suas fibras têm grande resistência à degradação (CRUZ, 2009), o que o elegem como uma boa opção para meio suporte dos microrganismos anaeróbios.

No presente trabalho, instalou-se dois filtros anaeróbios de fluxo ascendente e preenchidos com cascas de coco verde, em uma região do campus da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), na cidade de Campinas – SP. A fim de serem comparados os períodos de partida e o desempenho na remoção do material orgânico destes reatores, houve a inoculação de um dos filtros antes da alimentação por esgoto sanitário. Esta avaliação foi realizada através dos resultados das análises de DQO (Demanda Química de Oxigênio) no afluente e efluente anaeróbio.

Espera-se que os resultados possam ser aplicados em parâmetros de projetos para tratamento de esgoto de pequenas comunidades ainda carentes deste sistema, a fim de que ocorra a melhoria da saúde pública e da qualidade de vida, além da preservação dos recursos naturais.

MATERIAIS E MÉTODOS

INSTALAÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi instalado no Campus da Universidade Estadual de Campinas (SP), em área da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

A temperatura média ambiente durante o período da pesquisa foi de $24.5 \pm 5.4^{\circ}\text{C}$.

Uma fração do esgoto doméstico coletado na região do Hospital da Clínicas (HC), do Campus da Unicamp, era bombeado para um reservatório de 500L localizado em uma torre de 4,5m de altura. A partir deste primeiro reservatório, o efluente era transferido por gravidade para um segundo depósito de 500L, instalado logo abaixo, interligado por um tubo de 0,032m, com registro de vazão intermediário, para manter o segundo reservatório sempre cheio. A partir da segunda caixa, o fluxo de esgoto era direcionado aos filtros anaeróbios. A função desta era manter uma carga hidráulica constante no sistema para alimentação dos reatores, por esta razão, buscou-se manter o volume de líquido presente nela sempre no nível máximo com a entrada de esgoto originário da primeira caixa em uma vazão maior do que aquela empregada na pesquisa, assim a vazão dos filtros era quase sempre constante ao longo do dia visto que havia uma carga hidráulica uniforme. Por gravidade e através de uma tubulação de 0,032 mm de diâmetro, o afluente era enviado aos reatores anaeróbios.

FILTROS ANAERÓBIOS

Os filtros anaeróbios foram construídos em aço inox com formato cilíndrico (Figura 1A), possuindo, cada um, volume total de 500L. O diâmetro interno era de 0,75 m e a altura total de 1,68 m e tiveram como meio suporte pedaços de coco verde da espécie *Cocos nucifera* (Figura 1B). Os fundos dos reatores eram cônicos e separados da região ocupada pelo meio suporte por uma grade de bambu, funcionando como um compartimento para a distribuição do esgoto (Figura 1C). Estas partes cônicas armazenavam o lodo que foi introduzido no reator inoculado e que foi formado pelo tratamento do esgoto em ambos os reatores. A operação do sistema era de fluxo ascendente.

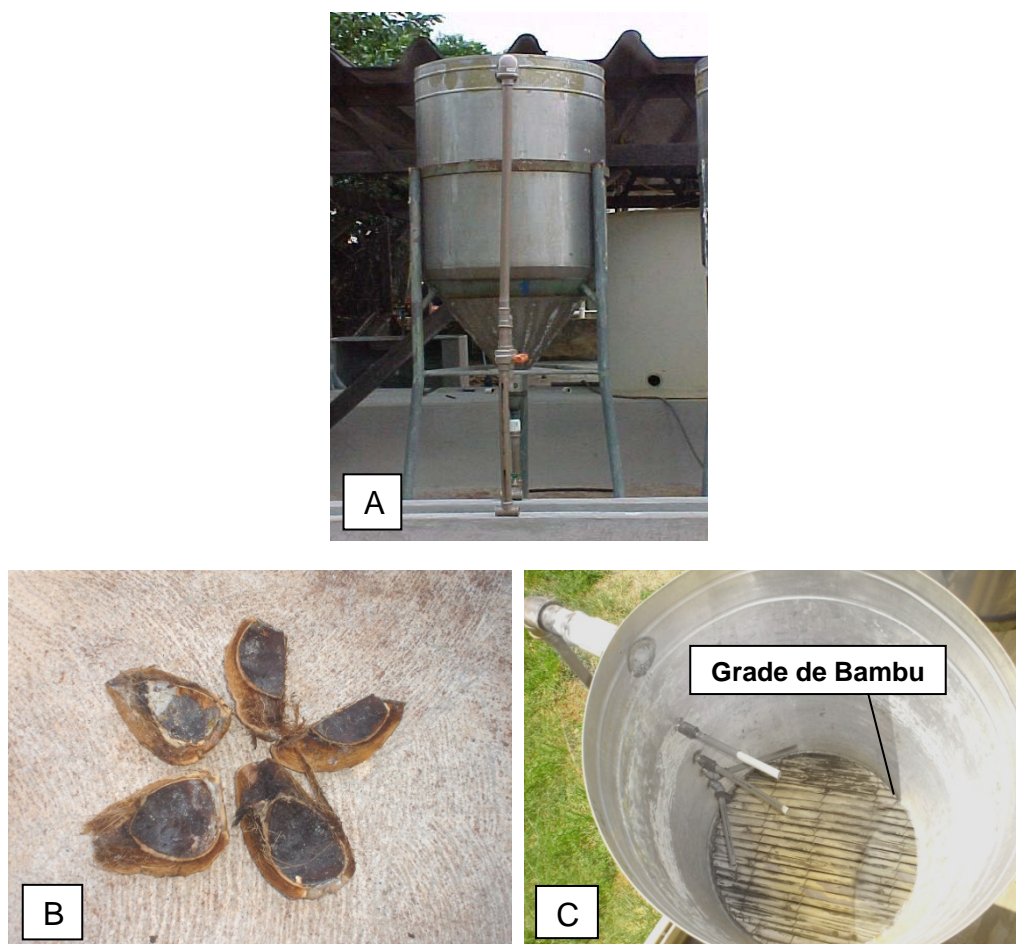


Figura 1. Vista externa do filtro anaeróbio (A), Detalhe das cascas de coco verde da espécie *Cocos nucifera* (B) e Detalhe da grade de bambu instalada no limite do cone e do cilindro do reator anaeróbio (C).

PARTIDA DOS REATORES

A partida dos dois reatores anaeróbios foi dada com um Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 12 horas, sendo que um deles foi inoculado. O volume de lodo utilizado como inóculo foi de, aproximadamente, 10L (um terço do volume da parte cônica do reator) e o procedimento de inoculação adotado foi adaptado de Chernicharo (2007).

O lodo utilizado na inoculação deste reator foi proveniente de outros quatro reatores anaeróbios que estavam em operação há mais de dois anos. Três deles eram filtros anaeróbios, com material suporte de bambu (*Bambusa tuldoidea*) os quais tratavam o mesmo esgoto doméstico que foi encaminhado aos reatores desta pesquisa, e o outro reator era de fluxo contínuo e alimentado por afluentes caracterizado também como doméstico. Todos estes reatores estavam em operação e com bom desempenho na remoção de matéria orgânica (em torno de 60%) e, portanto, o seu lodo já estava estabilizado.

Apesar da partida dos reatores serem dadas em épocas diferentes, o esgoto empregado teve a mesma origem e mostrou-se com características semelhantes.

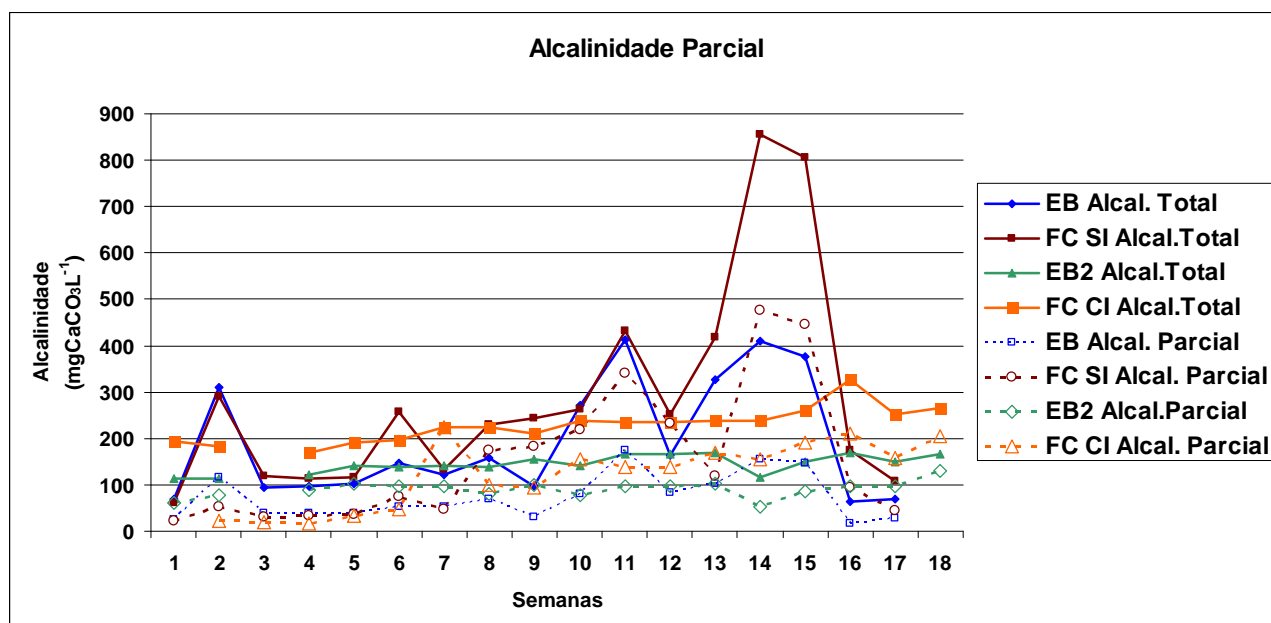
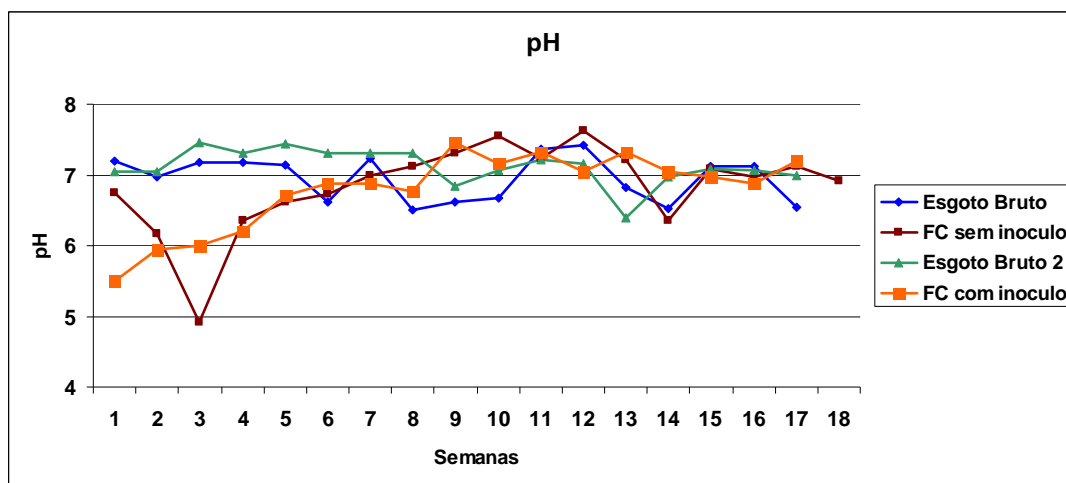
COLETAS E ANÁLISES

Durante 5 meses, foram coletadas e analisadas semanalmente amostras do esgoto doméstico e dos efluentes anaeróbios. Os parâmetros para caracterizar o período de partida e avaliar o desempenho dos reatores foram demanda química de oxigênio (DQO), pH e alcalinidade. As metodologias foram realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (EATON, A.D, et al 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados nas Figuras 2,3 e 4. E a média dos valores na Tabela 1.

Os dados do Esgoto Bruto (EB) são os valores encontrados para o afluente do Filtro de Coco sem inoculo (FC sem inoculo/ FC SI) e os resultados do Esgoto Bruto 2 (EB2) são valores do afluente do Filtro de Coco com inoculo (FC com inoculo / FC CI).



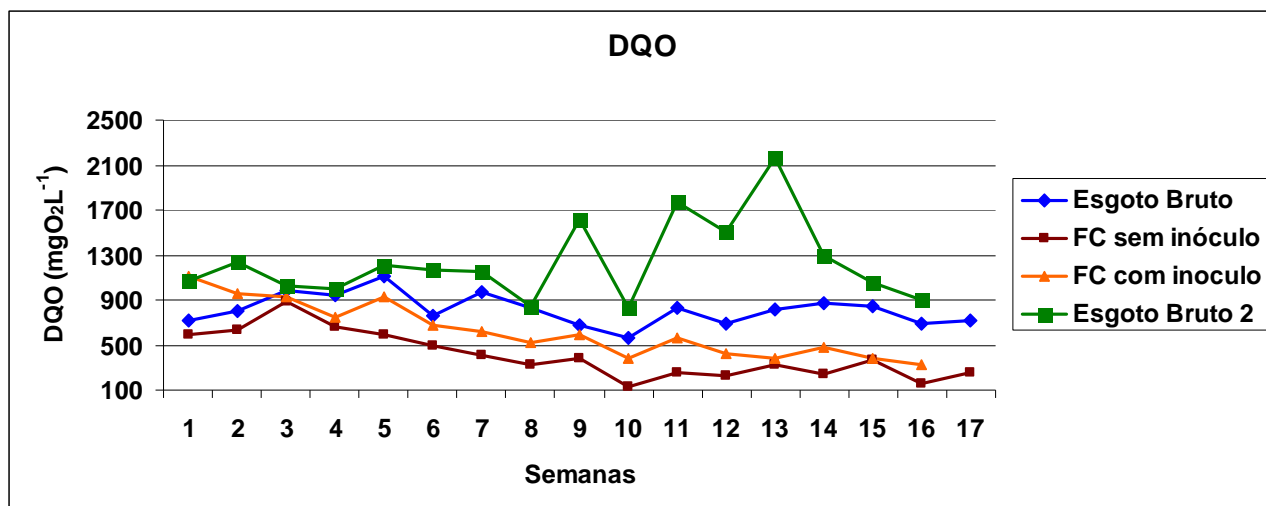


Figura 4: Concentração de DQO em mgL^{-1} das amostras coletadas pelo tempo em semanas.

Tabela 1: Média dos valores dos parâmetros analisados para as diferentes amostras.

	pH	Alcalinidade Parcial ($\text{mgCaCO}_3\text{L}^{-1}$)	Alcalinidade Total ($\text{mgCaCO}_3\text{L}^{-1}$)	DQO ($\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$)
Esgoto Doméstico	7,03	81,8	172,2	1025,01
Efluente de FC sem inóculo	6,8	161,1	297,5	406,9
Efluente de FC com inóculo	6,7	116,9	225,8	625,7

Conforme a Tabela 1, os valores médios de pH dos efluentes anaeróbios foram de 6,8 e 6,7 para os reatores sem e com inóculo, respectivamente. De acordo com Speece (1996) reatores anaeróbios devem ser operados com o pH variando entre 6,5 e 8,2 visto que as bactérias metanogênicas são sensíveis a pH fora desta faixa; portanto os reatores estudados operaram em condições ideais no que se refere ao parâmetro pH.

Nas primeiras semanas, ambos efluentes anaeróbios apresentaram valores baixos de pH (Fig.2) o que, segundo Campos (1999), acontece no período de partida quando os compostos mais facilmente degradáveis são transformados em ácidos orgânicos e ainda há ausência de bactérias metanogênicas para a transformação destes ácidos em metano.

No caso do reator inoculado, observando-se os dados é possível que, a partir da 6ª semana, a biomassa tenha sido formada e as metanogênicas já tenham se adaptado. Para o reator sem inóculo, este surgimento apenas inicia-se na 10ª semana. A alcalinidade evidencia esta formação, já que nas semanas que os valores de pH eram menores, o mesmo ocorria com a alcalinidade parcial e total (Fig.3).

A Figura 4 mostra os valores de DQO, os quais confirmam a hipótese encontrada para os dois outros parâmetros. Nas primeiras semanas, em ambos os casos, a remoção do material orgânico não era maior do que 40% devido à ausência de biomassa adaptada. Porém, após a 6ª e 9ª semana, no caso do reator com e sem inóculo, respectivamente, mais do que 60% da matéria orgânica foi removida, confirmando o desenvolvimento dos microrganismos.

As médias da alcalinidade total e do valor de DQO encontradas nas amostras do esgoto bruto foram de $172,2 \text{ mgCaCO}_3\text{L}^{-1}$ e $1025,01 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$, respectivamente. Estes valores são próximos aos considerados por Von Sperling (1996) como típicos para esgoto doméstico: $170 \text{ mgCaCO}_3\text{L}^{-1}$ para alcalinidade total e $800 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$ para DQO.



Os resultados demonstraram que o período de partida do reator inoculado terminou 4 semanas antes da finalização da partida do filtro sem inóculo. Entretanto, apesar dos períodos de partida dos reatores serem diferentes, após a adaptação da biomassa, ambos mostraram-se estabilizados e foram capazes de remover mais do que 60% do material orgânico.

Portanto, os filtros estudados demonstraram serem eficientes para a remoção de grande parcela do material orgânico, facilitando o pós-tratamento para adequação do efluente final; além disso, as cascas de coco verde mostraram boa aplicabilidade como meio suporte de filtro anaeróbio.

CONCLUSÕES

Com o presente trabalho, conclui-se que o desenvolvimento e a estabilização da biomassa no reator inoculado ocorreram mais rapidamente do que no reator sem inóculo, porém ambos são eficientes na remoção da matéria orgânica do esgoto doméstico empregado visto que removeram em torno de 60% da concentração de DQO.

Além disso, as cascas de coco verde mostraram - se adequadas e viáveis para o preenchimento de filtros anaeróbios, pois puderam ser colonizadas pelos microrganismos responsáveis pela digestão anaeróbia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAMPOS, J. R. Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro, ABES, 1999.
2. CHERNICHARO, C.A.L. Reatores Anaeróbios: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. 2ª ed, volume 5. Belo Horizonte - MG: SEGRAC, 2007.
3. CRUZ, L.M.O. Tratamento de esgoto sanitário em reator anaeróbio preenchido por casca de coco verde (*Cocos nucifera*) combinado com filtro de areia. 2009. Dissertação de mestrado - Faculdade de Engenharia Civil - Universidade Estadual de Campinas, 2009.
4. EATON, A.D; et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed. Washington: APHA; AWWA; WEF, 2005. 1082p, 2005.
5. SPEECE, R. E. Anaerobic Biotechnology. Nashville, Tennessee: Archae Press, 1996.
6. VON SPERLING, M. Princípios básicos do tratamento de esgotos. 1st ed. Belo Horizonte, UFMG, 1997.