

# **Utilização da Fibra da Casca de Coco Verde como Suporte para Formação de Biofilme Visando o Tratamento de Efluentes**

**Rodrigo dos Santos Bezerra**

Bolsista de Iniciação Científica, Engenharia Química, UFRJ

**Andréa Camadella de Lima Rizzo**

Orientadora, Engenheira Química, D. Sc

**Bianca de Souza Manhães de Azevedo**

Co-orientadora, Química, M. Sc

## **Resumo**

Visando atenuar o impacto ambiental causado pelo lançamento de efluentes industriais e domésticos contaminados com metais pesados e matéria orgânica, diferentes tecnologias estão sendo empregadas no tratamento desses efluentes, destacando-se o estudo de sistemas de tratamento biológicos por apresentarem menor custo e alta eficiência de remoção da matéria orgânica. Nesse sentido destaca-se a aplicação de reatores aeróbios com biofilme. Sendo assim, diferentes tipos de suporte para formação de biofilme microbiano vêm sendo estudados, entre eles a casa de coco, por ser um resíduo muito presente no território nacional, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste. No presente estudo foram realizados testes em colunas de acrílico recheadas com a fibra de coco, sendo as mesmas alimentadas apenas o afluente coletado no Centro de Tratamento Experimental de Esgoto (CETE) e com o mesmo, artificialmente contaminado com cádmio (10 mg/l). Foram realizadas análises de DQO (demanda química de oxigênio), DBO (demanda bioquímica de oxigênio), e análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) da fibra de coco após o tratamento. O sistema proposto apresentou desempenho satisfatório com relação à remoção de DQO e DBO apresentando remoções médias de 70 e 65% de DQO para as colunas com e sem metal respectivamente, e 60% de remoção média de DBO em ambos os sistemas, com e sem a presença do metal. Com relação ao cádmio, houve 56% de remoção em média.

## **1. Introdução**

Devido ao crescimento industrial, acompanhado pelo crescimento populacional, houve um aumento da geração de efluente, que muitas vezes é lançado diretamente na natureza sem qualquer tratamento, acarretando no aumento da poluição desses corpos receptores.

Ao receber esses efluentes, os corpos hídricos (principalmente os rios), têm a qualidade da água alterada devido ao aumento da poluição, acarretando na degradação acelerada dos mesmos. Uma forma encontrada para minimizar os danos causados por esses lançamentos no meio ambiente foi a introdução de sistemas de tratamento para a remoção de matéria orgânica e inorgânica desses efluentes.

Diversos tipos de tratamento podem ser aplicados tais como: processos físico-químicos, biológicos ou a combinação desses, porém, a maioria das estações de tratamento empregam uma etapa biológica em ambiente

aeróbio, anaeróbio ou anóxico pelo fato de as tecnologias envolvendo tratamento biológico apresentarem menor custo e alta eficiência na remoção de matéria orgânica e inorgânica, incluindo metais pesados. Esses processos consistem na remoção da matéria orgânica através de sua oxidação (transformação em compostos mais simples) pela ação de microrganismos.

Existem diferentes tipos de sistemas de tratamento biológico de efluentes: aeróbio e anaeróbio, porém, neste trabalho serão abordados apenas os sistemas aeróbios, destacando-se o estudo de novos suportes para formação de biofilme aplicada a reatores aeróbios no tratamento de efluentes, como estudo do presente trabalho.

Portanto, esse trabalho tem como objetivo avaliar a aplicabilidade da fibra da casca de coco verde como suporte para formação de biofilme em um reator biológico de tratamento de efluente para a remoção de matéria orgânica, bem como de metal pesado.

## 2. Materiais e Métodos

A fibra de a casca de coco verde utilizada no presente trabalho foi enviada pela EMBRAPA Agroindústria Tropical e o efluente utilizado foi coletado no CETE – Centro experimental de Tratamento de Esgoto - localizado na Cidade Universitária (UFRJ). Esse esgoto, afluente ao CETE- UFRJ, segundo Santos (2005) é típico de campi universitários, apresentando composição físico-química diferenciada da composição usual dos esgotos sanitários, podendo ser classificado como um “esgoto fraco”. A composição do mesmo está apresentada na Tabela 1. Por ser um esgoto “fraco” era adicionado diariamente ao tanque de armazenamento do mesmo lodo proveniente da estação de tratamento de esgoto de Alegria. As coletas eram realizadas, aproximadamente, uma vez por mês no reservatório do CETE – em bombonas de 50L que eram armazenadas em câmara fria à 40C no CETEM.

Tabela 1 - Composição físico-química do esgoto afluente do CETE/UFRJ

Estadística	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	SST (mg/L)
Mínimo	39	29	18
Máximo	457	152	97
Desvio Padrão	66	25	14

Fonte: SANTOS, 2005.

### 2.1. Sistema Experimental

Para a montagem do sistema experimental, utilizado nesse trabalho, foram confeccionadas colunas em acrílico. As dimensões da coluna estão apresentadas na Figura 1. Essas colunas (Figura 2) foram recheadas com a fibra

de coco em quantidade anteriormente determinada por Azevedo (2008) (12,5g de fibra de coco em cada uma) como sendo o máximo comportado em cada coluna, sem haver a compactação do material, o que poderia dificultar o fluxo do efluente. As colunas foram alimentadas com o afluente através de uma bomba peristáltica marca COLE PARMER modelo 7553-70 a uma vazão de 12 mL/min. A alimentação foi realizada de segunda a sexta sendo o sistema desligado nos finais de semana por impossibilidade de monitoramento do funcionamento do mesmo. O conteúdo de cada bombona de alimentação durava em torno de um dia e meio.

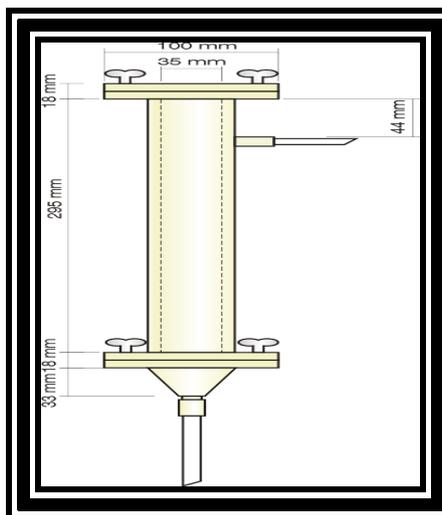


Figura 1 - Desenho esquemático da coluna de acrílico, contendo dimensões



Figura 2 – Sistema de colunas (A e B) utilizadas no tratamento proposto

## 2.2. Teste realizado

O ensaio foi realizado para se avaliar a capacidade do sistema em remover não somente a matéria orgânica, mas também metais pesados. O metal escolhido para o estudo foi o cádmio por ser um metal que está cada vez mais presente em efluentes industriais, principalmente de indústrias minero-metalúrgicas, indústrias de pigmentos sendo o mesmo adicionado ao afluente (esgoto do CETE) na forma de  $CdCl_2 \cdot H_2O$  na concentração 10ppm. Essa concentração foi escolhida por ser a mais baixa, em média, utilizada nos experimentos de

biossorção, visando evitar uma possível inibição da atividade microbiana do biofilme causada pela toxicidade do metal. Quatro colunas idênticas foram colocadas em funcionamento, duas foram alimentadas apenas com o efluente coletado e as outras duas foram alimentadas com o efluente contaminado (em laboratório) com o cádmio (10 ppm).

### 2.3. Monitoramento do sistema

Foram realizadas análises semanais de DBO, conforme procedimento descrito no Standard Methods (APHA; AWWA; WEF, 1998), DQO segundo método HACH (Cammarota et al, 1999), quantificação de cádmio por Espectroscopia de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES) e análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) da fibra de coco após o tratamento, realizada no Instituto de Biofísica no Centro de Ciências da Saúde (CCS-UFRJ).

## 3. Resultados e Discussão

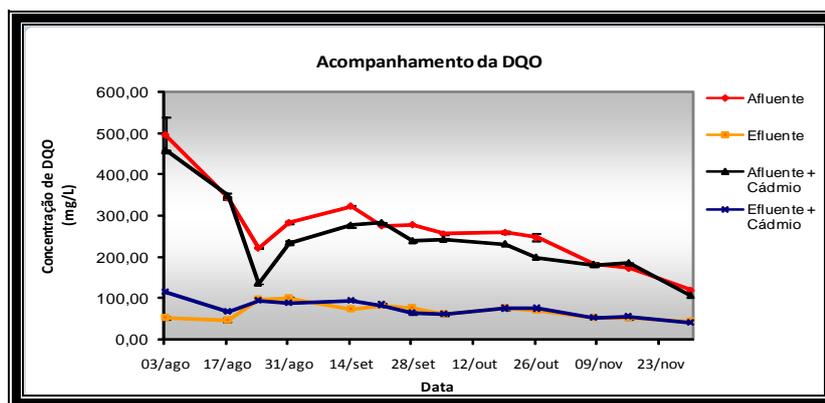


Figura 3 - Concentrações de DQO medidas ao longo do Teste.

Verifica-se, na Figura 3, uma diferença na concentração de DQO do afluente e do efluente nas duas colunas (com e sem cádmio), havendo uma redução nessa concentração em todas as análises realizadas.

Na coluna sem contaminação com o metal a concentração média de DQO do afluente foi de 262,15mg/L e no seu efluente foi de 73,70mg/L, que representou uma remoção média de 70%. Já para a coluna com cádmio a concentração média do afluente foi de 241,58mg/L e de seu efluente 76,36mg/L, que representou uma remoção média de 65%. Os valores obtidos para a DQO estão dentro dos padrões de lançamento vigentes, que é de 90mg/L de DQO (COPAN no 10).

Outro parâmetro importante avaliado, foi a concentração de DBO. A Figura 4 apresenta o acompanhamento da concentração de DBO ao longo do tempo.

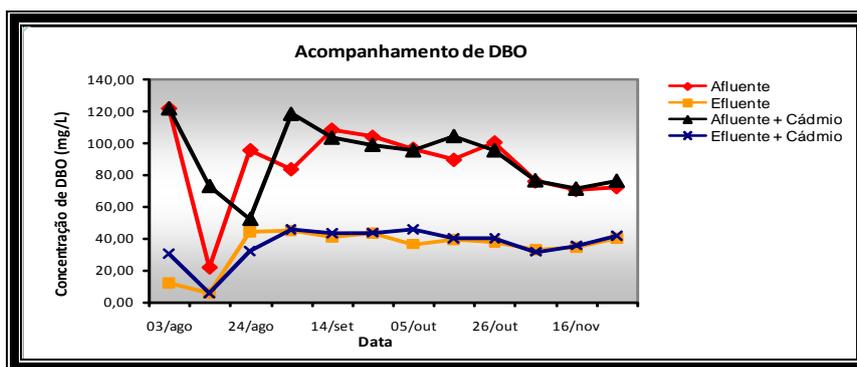


Figura 4 - Concentrações de DBO medidas ao longo do Teste.

Na coluna sem contaminação com cádmio a concentração média de DBO do afluente foi de 86,67mg/L e de 34,69mg/L no seu efluente, representando 60% de remoção de DBO. Já para a coluna com cádmio a concentração média do afluente foi de 90,66mg/L e de 36,28mg/L para o efluente dessa coluna, representando, também, 60% de remoção. Esses resultados apresentam a eficiência do sistema com relação à redução da concentração de DBO. No estudo realizado nas duas colunas o valor obtido de DBO para o efluente, ficou abaixo do valor máximo permitido pela legislação vigente do Estado do Rio de Janeiro – FEEMA – através da diretriz DZ-215.R4 (Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária), que restringe ao valor de 180mg/L de DBO. Apesar dos valores de DBO obtidos no afluente estarem sempre abaixo do limite máximo estabelecido na legislação, os valores obtidos para DQO e DBO são característicos do tipo de afluente da unidade de origem que possui pouca matéria orgânica biodegradável.

Também foi realizada análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) para acompanhar a morfologia desse biofilme. A Figura 5A apresenta a micrografia da fibra de coco pura. Já as micrografias B, C mostram a fibra de coco após o tratamento, com o biofilme formado, onde se pode verificar o filme microbiano formado sobre a fibra. Encontra-se destacado na Figuras 5C a presença de microrganismos. As setas indicam a presença de microrganismos filamentosos e os círculos indicam a presença de uma espécie microbiana que aparece em vários pontos do biofilme. A mesma comparação foi realizada para o biofilme formado na presença de cádmio.

Já na Figura 6 são apresentadas as micrografias obtidas ao final do tratamento da coluna contaminada com cádmio. Pela análise das micrografias da Figura 6 verifica-se que a presença do metal não inibiu o crescimento microbiano. Os círculos destacam, na Figura 6A, a presença de bactérias dos tipos bacilos. As setas (Figura 6B) chamam a atenção para o aparecimento de pontos brancos sobre o biofilme, que indicam a formação de precipitados de cádmio. Comparando as micrografias obtidas nos dois tratamentos (com e sem cádmio) notou-se que na presença do metal não houve o crescimento dos microrganismos observados no tratamento sem cádmio, levantando a hipótese de que a toxicidade do metal pode ter inibido o crescimento dos mesmos.

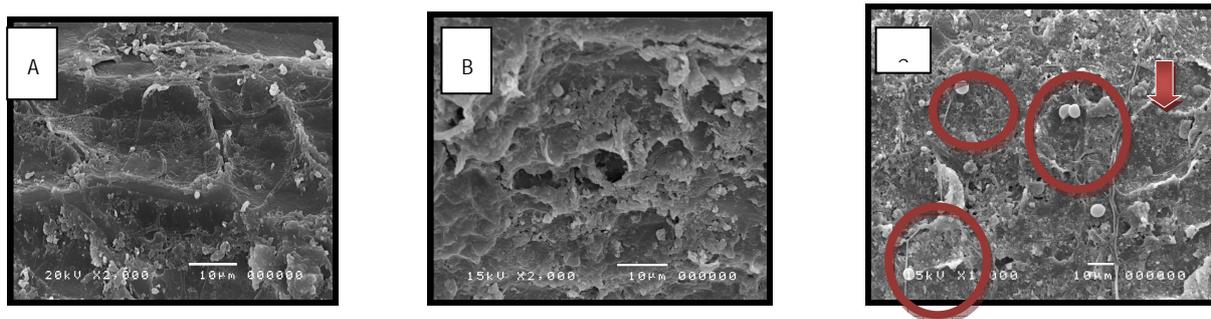


Figura 5 - Micrografias do biofilme formado sobre a fibra de coco (A- fibra pura sem biofilme, B, C -fibra recoberta com biofilme em diferentes ampliações).



Figura 6 - Micrografias do biofilme formado sobre a fibra de coco (A e B fibra recoberta com biofilme na presença de cádmio)

Na Figura 7 estão apresentados os resultados da quantificação do cádmio no afluente e no efluente da coluna alimentada com o efluente contaminado com o dito metal.

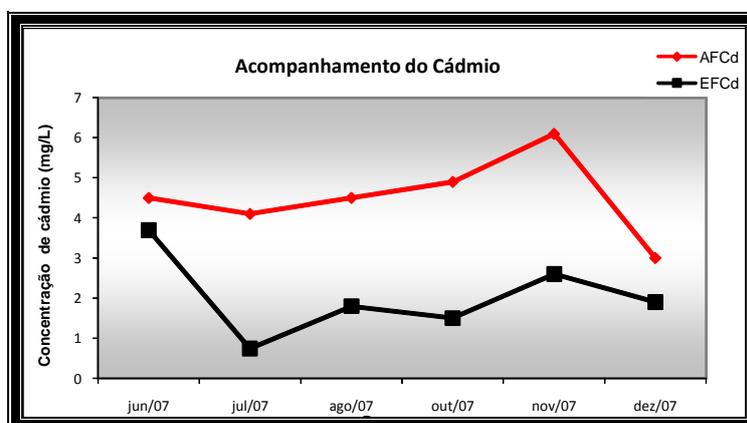


Figura 7 – Concentração de cádmio ao longo do tempo

**Legenda:** AFCd – afluente contaminado com cádmio; EFCd – Efluente contaminado com cádmio

Analisando-se a Figura 7 verifica-se uma diminuição na concentração de cádmio em relação ao afluente ao longo de todo período de monitoramento do processo. O valor médio de concentração, obtido para o efluente, foi de 2,04mg/L de cádmio representando uma remoção média de 56%. Verifica-se que entre Julho e Novembro houve a maior taxa de remoção do metal, de Novembro a Dezembro houve uma queda na remoção de cádmio, que pode estar associada à saturação dos sítios de captação do metal tanto no biofilme quanto na fibra. Para saber se o sistema chegaria a estabilidade, o processo deveria ter sido monitorado por um tempo maior. A

concentração média de cádmio no efluente não está dentro da concentração permitida pela legislação, que estabelece uma concentração de 0,2mg/L de cádmio segundo o CONAMA (resolução 357/2005), e de 0,1mg/L segundo a FEEMA (NT-202.R-10). Assim sendo, o sistema não se mostrou eficiente com relação à remoção de cádmio. Necessitando assim, uma otimização de alguns parâmetros operacionais, que possibilite a captação do metal.

#### 4. Conclusão

Ao final deste teste pôde-se verificar que o sistema proposto foi eficiente com relação à remoção de matéria orgânica não só com relação à DBO, mas também, com relação à DQO, com e sem a presença do metal. Os valores médios de concentração obtidos para esses parâmetros estão dentro do estabelecido pela legislação. Através da microscopia eletrônica de varredura, pode-se confirmar a formação do biofilme formado sobre a fibra de coco pela presença de inúmeros microrganismos identificados pelas micrografias obtidas. Porém, o sistema não se mostrou eficiente com relação à remoção de metal.

#### 5. Referências Bibliográficas

APHA; AWWA; WEF (1998). American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. **Standard Methods for examination of water and wastewater**, 20th. ed., Washington, D.C., USA.

AZEVEDO, B.S.M. **Utilização da fibra da casca de coco verde como suporte para formação de biofilme microbiano visando o tratamento de efluentes**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, Brasil, 2008

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 357, 17 de março de 2005. *Estabelece a Classificação das águas Doces, Salobras, Salinas e Padrão de Lançamento de Efluente*. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Brasília/DF, 2005.

CAMMAROTA, M.C., FREIRE, D.D.C., Roteiro Analítico – **Sistema de Tratamento de Efluentes**, Apostila Cooperativa Agropecuária de Cantagalo, Convênio de Cooperação: GCT e LTA/UFRJ, 1999.

DIRETRIZ Nº 215.R-4. **Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Sanitária**. Rio de Janeiro – FEEMA, 2007.

NORMA TÉCNICA NT 202.R-10. **Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos**. Rio de Janeiro – FEEMA, 1986.

SANTOS, A.S.P. **Avaliação de desempenho de um filtro biológico percolador em diferentes Meios de suporte plásticos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, Brasil, 2005.