

## II-239 - TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL SINTÉTICO CONTENDO CORANTE AZUL ÍNDIGO EM REATOR UASB SEGUIDO DE ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO E BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

**Vinicius Masquetti da Conceição<sup>(1)</sup>**

Tecnólogo em Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Maringá - UEM. Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba/PR, Departamento de Química e Biologia - DAQBI.

**Flavio Bentes Freire**

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Pós-doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Professor adjunto do Departamento de Construção Civil - DACOC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus de Curitiba/PR.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Sete de Setembro, 3165 - Rebouças – Curitiba/PR - CEP: 80.230-901 - Brasil - Tel: (41) 3310 4666 - e-mail: [viniciusmasquetti@hotmail.com](mailto:viniciusmasquetti@hotmail.com)

### RESUMO

O presente trabalho analisou o tratamento de um efluente têxtil sintético através de um reator UASB seguido por uma unidade de adsorção. Nesta unidade, além do carvão ativado foi investigado também o bagaço de cana-de-açúcar como material adsorvente alternativo para a remoção de cor. O corante azul índigo, comumente utilizado no tingimento de tecidos tipo jeans, foi adicionado à água residuária sintética na concentração de 300 mg/L, tendo glicose como fonte única de carbono. O reator UASB, com volume de 1 L, foi inoculado com lodo de reator anaeróbio da ETE da Cidade de Umuarama/PR para acelerar a sua partida. O monitoramento do desempenho do reator foi verificado pelos seguintes parâmetros físico-químicos: pH, alcalinidade, ácidos voláteis, DQO e remoção de cor. Este último parâmetro foi utilizado também no monitoramento de desempenho da unidade de adsorção. Os resultados obtidos indicaram remoções de DQO no reator UASB de 81,2 %, demonstrando boa estabilidade operacional do reator, e remoções de cor utilizando carvão ativado e bagaço de cana-de-açúcar como adsorventes, da ordem de 99,6% e 85% respectivamente, para as massas de 100, 150 e 200 g (carvão ativado), e 30 g (bagaço de cana), indicando a potencialidade dos dois adsorventes testados para a remoção de cor de efluentes têxteis. Ressalta-se a importância da utilização do bagaço de cana-de-açúcar em pesquisas relacionadas com o saneamento, uma vez que este é um resíduo proveniente da moagem da cana nas usinas de produção de açúcar e álcool.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluente têxtil, Corante Azul Índigo, Reator UASB, Carvão ativado, Bagaço de Cana-de-açúcar.

### INTRODUÇÃO

Embora exista uma grande complexidade nos fatores que interferem na economia de um país, certamente o setor industrial representa um papel de destaque, gerando empregos, riquezas, e muitas vezes contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias de produção.

No Brasil, a indústria têxtil, por exemplo, se insere perfeitamente neste contexto. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT, 2009), no ano de 2007 houve um faturamento de US\$ 41,3 bilhões no segmento, com geração de 44.555 empregos (em relação ao ano anterior), totalizando 1,650 milhões de empregos diretos no setor. No ranking nacional dos maiores exportadores em 2008, o estado de São Paulo ocupa o primeiro lugar, com 30%, seguido por Santa Catarina (15%), Rio Grande do Sul (10%) e Paraná (9%).

Mesmo com significativos avanços nas últimas décadas, a competição com alguns países asiáticos, principalmente a China, Índia e Indonésia ainda é bastante desigual. Uma das razões está relacionada ao custo da mão-de-obra. Em 2008, enquanto no Brasil o custo da mão-de-obra por hora era de US\$ 3,27, na China esse valor totalizava US\$ 0,55 (ABIT, 2009). A abundância de mão-de-obra e os salários reduzidos

proporcionam menores custos de produção e preços bastante competitivos aos produtos chineses, muitas vezes sem a menor possibilidade de concorrência por outros países. Essa contingência pode ser estendida a vários outros setores industriais, o que explica em parte a infinidade de produtos chineses (e de outros países asiáticos) no mercado nacional.

Para a CETESB (2009), o estabelecimento de normas ambientais cada vez mais restritivas e a criação de mercados cada vez mais competitivos vêm exigindo que as empresas sejam mais eficientes, do ponto de vista produtivo e ambiental, ou seja, o aumento da produção industrial deverá estar aliado a um menor gasto com insumos e matérias-primas e, ainda, menor geração de poluentes. Constata-se no setor têxtil que, além do destaque econômico, as indústrias também são reconhecidas pelo elevado consumo de água e pela geração de efluentes perigosos.

Medidas de gerenciamento ligadas a melhoria das técnicas de produção que levem a um menor consumo de água, aliadas ao tratamento e reuso dos efluentes gerados, certamente permitirão uma diminuição dos impactos ambientais. A indústria têxtil é uma das maiores produtoras de efluentes líquidos. Segundo IMMICH (2006), são necessários aproximadamente 80 litros de água para produzir 1 kg de tecido. Contudo, há referência a valores da ordem de 150 litros, sendo que 80% deste volume são descartados como efluentes e apenas 12 % do total compõem as perdas por evaporação. A característica destes efluentes depende da tecnologia e dos processos industriais utilizados e também dos tipos de fibras e produtos químicos empregado, mas é de conhecimento que os principais problemas ligados aos efluentes estão relacionados a elevada quantidade de carga orgânica, cor, toxidade e salinidade (HARRELKAS et al., 2009).

Vários tipos de corantes (naturais, reativos, ácidos, catiônicos, dentre outros) podem ser utilizados na indústria têxtil, principalmente nas etapas de tingimento e lavagem. Essas substâncias se configuram em uma importante parte dos problemas de poluição, uma vez que se estima que 50% da quantidade aplicada às fibras dos tecidos não se fixam a elas, formando posteriormente as águas residuárias (HARRELKAS et al., 2009). Além da toxidade, efluentes com elevada cor absorvem a luz nos corpos receptores, interferindo no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos (ALINSAFI et al., 2006). Os corantes “AZO”, por exemplo, sistematicamente investigados pela comunidade científica, e que produzem aminas aromáticas, comprovadamente cancerígenas, foram banidos pelo setor têxtil a partir de 2003, seguindo a recomendação da Comunidade Européia (CETESB, 2009).

Inúmeras alternativas de tratamento para estes efluentes já foram reportadas na literatura. Vale destacar que, em escala real, dificilmente uma unidade isolada cumprirá os restritos níveis de descarga exigidos pelas legislações, sendo necessário o desenvolvimento de sistemas, geralmente com varias unidades. Nessas situações, a principal característica é a complementação entre os pontos fortes e deficiências de cada componente, permitindo resultados mais efetivos. Dessa maneira, segundo ASSADI et al., (2001), para efluentes têxteis, em adição ao tratamento biológico, métodos físicos e químicos são também utilizados para remoção de substâncias corantes.

Nesse tema, os processos biológicos anaeróbios (Santos et al., 2004; HAROUN et al., 2009) têm sido priorizados, em relação aos aeróbios (ALINSAFI et al., 2006), em função das vantagens como a menor geração de lodo, menor demanda de energia e menores custos operacionais, mas foram realizados também estudos que levam em consideração a associação anaeróbio/aeróbio (KAPDAN e ALPARSLAN, 2005).

Para ASSADI et al., (2001), os métodos físicos e químicos têm sido utilizados em complementação ao tratamento biológico, por serem mais efetivos na remoção de substâncias corantes. Métodos químicos geralmente envolvem coagulação, seguida pela precipitação e a oxidação do lodo químico e os métodos físicos envolvem principalmente a adsorção em carvão ativado (SIRIANUNTAPIBOON et al., 2007) e em menor escala a tecnologia de membranas (FERSI et al., 2005).

As várias modalidades de carvão são amplamente utilizadas em operações de adsorção. O carvão vegetal, por exemplo, é obtido da queima da madeira, ou seja, uma atividade que também acarreta a degradação ambiental. Considerando que a queima do carvão é de certa forma inevitável, pelo menos na Índia, em virtude das usinas de geração de energia. RAO e RAO (2006), estudaram o tratamento de efluente têxtil por adsorção juntamente nas cinzas geradas no processo, comparando os resultados com o próprio carvão ativado, obtendo remoções de cor similares, de 96 e 98,5%, respectivamente. No entanto, tal iniciativa pode ser considerada até um

“paliativo”, e a busca por materiais adsorventes alternativos, que sejam provenientes de atividades menos agressivas, se tornam uma necessidade das pesquisas relacionadas com o assunto.

O bagaço de cana-de-açúcar, por exemplo, é um resíduo proveniente da moagem da cana nas usinas de produção de açúcar e álcool. Seu reaproveitamento para fins energéticos, dentro da própria usina, é bastante difundido cientificamente, mas a sua utilização como material adsorvente é ainda recente.

Diante do exposto, esse trabalho tem a finalidade de analisar o tratamento de um efluente têxtil sintético, através de um reator UASB seguido por uma unidade de adsorção, onde, além do carvão ativado, foi investigado o bagaço de cana-de-açúcar como material adsorvente alternativo, com vista na remoção de matéria orgânica (DQO) e Cor.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁGUA RESIDUÁRIA SINTÉTICA

A base da água residuária utilizada em todos os experimentos da pesquisa foi escolhida em função da simplicidade para a preparação de grandes volumes. Na sua composição original (NERY et al., 2001), ela teve como ponto de partida a solução utilizada para determinação de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), proposta pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Eaton et al., 2005), e era constituída por nutrientes e três fontes de carbono: glicose, acetato de amônia e metanol. Com pequenas modificações, tais como a introdução de glicose como única fonte de carbono, a água residuária têxtil está baseada na descrição apresentada na Tabela 1.

ZAIAT (1999) utilizou este mesmo efluente sintético para dois experimentos: avaliação de transferência de massa externa e dos parâmetros cinéticos intrínsecos, e testes de desempenho, em um reator anaeróbio horizontal de leito fixo. FREIRE et al., (2008), utilizou a água residuária sintética para análises de desempenho e de fluidodinâmica, respectivamente, em reator anaeróbio de leito fluidificado.

Os valores apresentados na Tabela 1 são baseados em concentração de glicose de 1000 mg/L e Demanda Química de Oxigênio (DQO) de 1000 mg/L. Para concentrações de DQO diferentes da estipulada, foram acrescentados os reagentes na proporção desejada.

Para complementar a água residuária sintética, foi acrescentado o corante azul índigo sintético. O corante índigo é um pigmento azul, extraído de planta homônima (*Indigofera tinctoria*) empregado em larga escala nas indústrias de tecidos tipo “jeans” (IMMICH, 2006).

**Tabela 1: Componentes da água residuária sintética têxtil.**

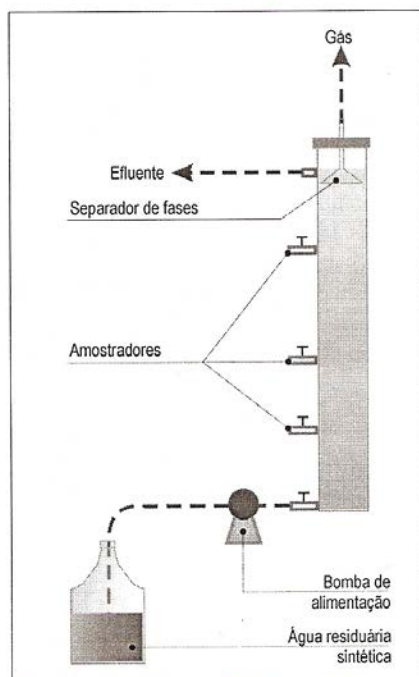
| <i>Composto</i>                | <i>Concentração (mg/L)</i> |
|--------------------------------|----------------------------|
| Glicose                        | 1000                       |
| Uréia                          | 62,5                       |
| Sulfato de níquel              | 0,5                        |
| Sulfato ferroso                | 2,5                        |
| Cloreto férrico                | 0,25                       |
| Cloreto de cobalto             | 0,04                       |
| Óxido de selênio               | 0,035                      |
| Fosfato de potássio monobásico | 42,5                       |
| Fosfato de potássio dibásico   | 10,85                      |
| Fosfato de sódio dibásico      | 16,7                       |
| Bicarbonato de sódio           | 1000                       |
| Corante Azul Índigo            | 300                        |

### REATOR UASB

O reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), utilizado no trabalho em escala de bancada (Figura 1), apresenta volume de aproximadamente 1 L, 55 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro interno, sendo

construído em acrílico. Do mesmo material foi construído o separador de fases (separador trifásico), semelhante a um “funil” invertido, com diâmetro de aproximadamente 4 cm. O reator é dotado de três amostradores ao longo da altura, para a amostragem da biomassa. O reator UASB foi operado inicialmente com uma vazão de 2,5 L/dia, correspondendo a um tempo de detenção hidráulica (TDH) de aproximadamente 9,6 horas, e posteriormente, com resultados mais otimizados, com uma vazão de 4,5 L/dia, e TDH de 5,3 horas.

Segundo CHERNICHARO et al. (1999), os processos anaeróbios por meio de reatores de manta de lodo apresentam inúmeras vantagens quando comparados aos processos aeróbios convencionais (como lodos ativados, lagoa aerada, dentre outros), notadamente quando aplicados em locais de clima quente, como é o caso da maioria dos municípios brasileiros. Dentre as principais vantagens da utilização de reatores UASB, pode-se citar: baixa demanda de área, baixo custo de implantação e operação, baixa produção de lodo, satisfatória remoção de DBO e DQO da ordem de 65% a 75%, dentre muitas outras.



**Figura 1: Esquema do reator UASB utilizado na pesquisa.**

## **INOCULAÇÃO DO REATOR UASB**

O inóculo utilizado nos experimentos foi proveniente de um reator anaeróbio (RALF) da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da cidade de Umuarama, Paraná, concedido pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. O processo de inoculação através de biomassa “formada” é adotado tendo em vista acelerar a obtenção de resultados satisfatórios na remoção de material orgânico, uma vez que os períodos de partida sem inoculação são bastantes elevados.

A inoculação do reator foi realizada através da adição do lodo, pela parte superior do reator. A quantidade de lodo adicionada ao reator foi de aproximadamente 600 mL, sendo que não houve qualquer tipo de adaptação prévia ao efluente.

## **PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

Inicialmente o efluente têxtil sintético contendo glicose como fonte única de carbono, foi preparado com uma DQO de entrada de 500 mg/L, e concentração do corante azul índigo de 200 mg/L. Posteriormente, em função dos resultados obtidos, a concentração do corante foi elevada para 300 mg/L.

O efluente era armazenado em um reservatório com capacidade de 50 litros, e transportado para o reator UASB através de bomba dosadora solenóide Prominent. Inicialmente a alimentação do reator foi realizada com vazões extremamente reduzidas, para que ocorresse uma adaptação da biomassa (lodo de inóculo) ao substrato fornecido. Após passar pelo UASB, a água residuária era coletada em um reservatório de saída.

As análises físico-químicas foram realizadas em amostras coletadas na entrada (afluente) e na saída (efluente) do reator UASB, para a verificação da eficiência global do sistema. O monitoramento do desempenho do reator foi verificado pelos seguintes parâmetros físico-químicos: pH, alcalinidade, ácidos voláteis, e DQO.

Os ensaios de adsorção foram realizados em um equipamento “Jar test”, marca Nova Ética, modelo 218-6LDB, composto por 6 jarros (cada um com 2,5 litros de volume máximo). Os materiais adsorventes empregados foram: carvão ativado, e bagaço de cana-de-açúcar. Para o carvão ativado, foram selecionadas, através de peneiramento, partículas com diâmetros de aproximadamente 2 mm, sendo submetido a secagem em estufa, por um período de 12 horas a uma temperatura de  $60 \pm 2$  °C. Já para o bagaço de cana, foi triturado uma determinada quantidade do material, e separados através de peneiramento, partículas de 3 mm, sendo após submetidas a uma lavagem química com solução de NaOH (0,10 mol/L), para a remoção de possível impurezas.

Para cada adsorvente, foram realizados quatro ensaios simultâneos em batelada, para as massas pré-determinadas de adsorvente de 5, 10, 20, 50 e 100 g (carvão ativado), e 10, 15, 20 e 30 g (bagaço de cana-de-açúcar) em contato com 1000 mL de efluente em cada recipiente. Os jarros (com capacidade para 2,5 litros) foram submetidos a uma velocidade de rotação constante de 120 rpm, e duração total do ensaio de 6 horas, sendo que alíquotas do efluente foram retiradas a cada 120 minutos (com agitação temporariamente desligada), para a leitura de remoção de cor.

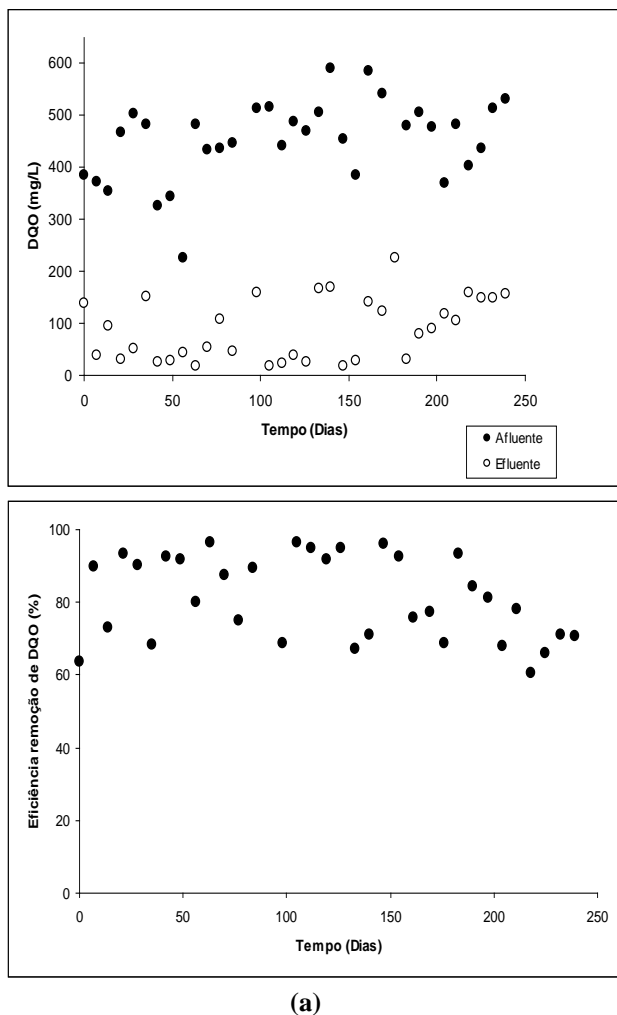
As amostras de cada recipiente foram centrifugadas por um período de 5 min, a uma velocidade constante de 2500 rpm em centrífuga MTD III PLUS, para a separação da parte sólida do sobrenadante. Para a estimativa da remoção de cor, tanto no reator UASB quanto nos ensaios de adsorção, foram realizadas leituras de absorbância inicial e final em um espectrofotômetro 600 PLUS – FEMTO, com comprimento de onda de 560 nm.

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Poluição e Saneamento do DTC/UEM. As metodologias de análises e procedimentos necessários para coleta e preservação das amostras seguirão os padrões descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (EATON et al. 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### DESEMPENHO DO REATOR UASB

Os dados do monitoramento do desempenho do reator UASB em termos de concentração de DQO durante o período estudado, estão apresentados na Figura 2, onde é apresentado os valores do desempenho do reator quanto à remoção de DQO (Figura 2.a) e a eficiência de remoção de DQO (Figuras 2.b), respectivamente.

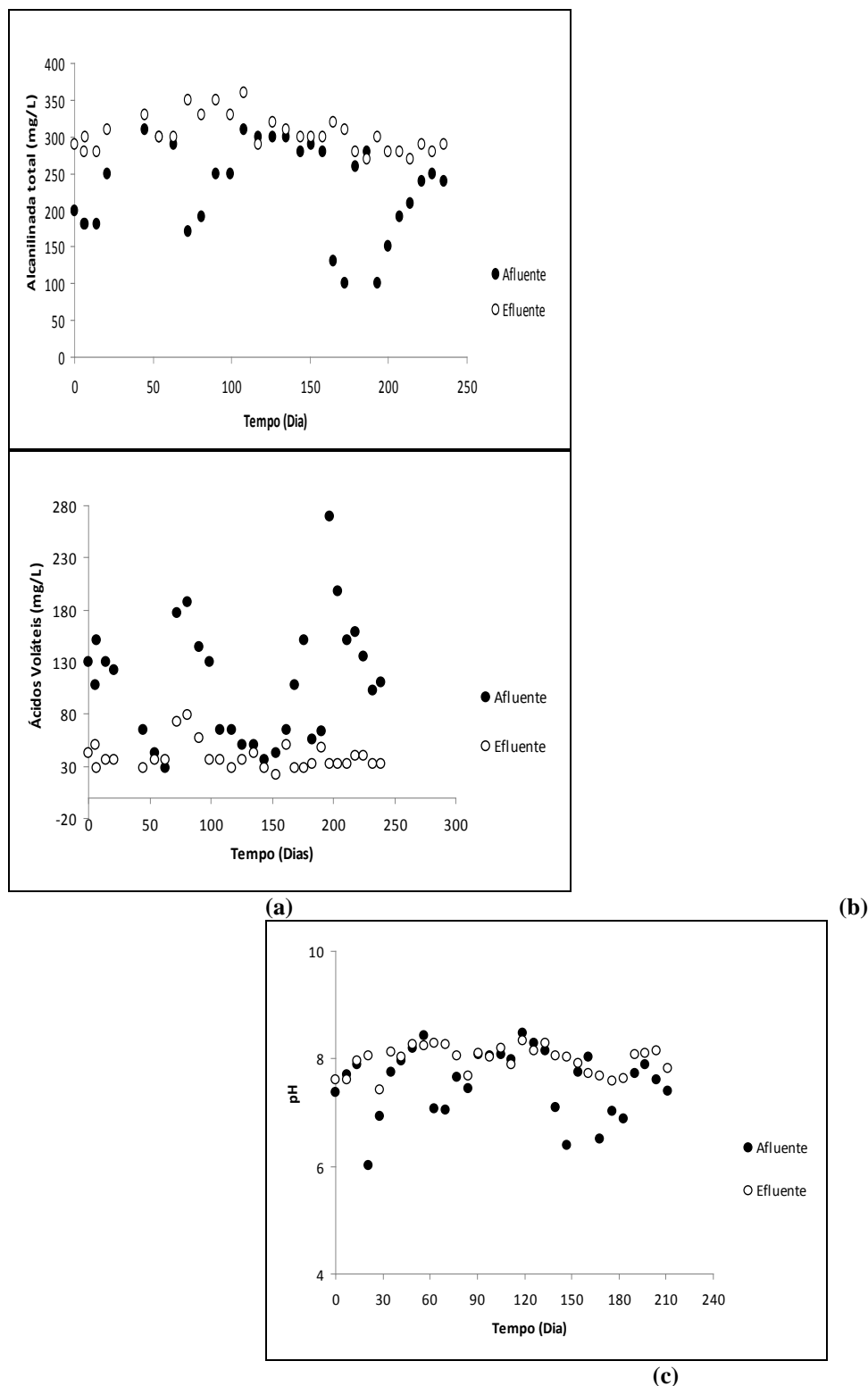


**Figura 2: Remoção de DQO (a), e eficiência de remoção de DQO no reator UASB (B).**

No período de operação do reator UASB tratando o efluente têxtil sintético (Figura 2.a), obteve-se uma DQO afluente média de 461,24 mg/L com um desvio padrão de 88,51 mg/L, e DQO efluente média para o mesmo período de 88,41 mg/L, demonstrando considerável nível de remoção.

Analisando os dados da Figura 2.b, constata-se que, a eficiência média de remoção de DQO no UASB durante todo o período de observação foi de 81,2 %, com picos de até 96,4 %. Pode-se verificar desta forma, que o reator UASB tratando o efluente têxtil sintético contendo o corante azul índigo, apresentou boa eficiência na remoção de matéria orgânica na forma de DQO, similar aos valores reportados na literatura para reatores UASB tratando esgoto sanitário, por exemplo.

A Figura 3 abaixo, apresenta a variação temporal dos valores afluente e efluente obtidos do monitoramento do reator UASB para os parâmetros de alcalinidade total (Figura 3.a), ácidos voláteis (Figura 3.b), e pH (Figura 3.c), respectivamente.



**Figura 3: Variação temporal dos valores afluente e efluente obtidos do monitoramento do reator UASB para alcalinidade total (a), ácidos voláteis (b), e pH (c).**

A geração de alcalinidade ao longo do processo anaeróbio é um bom indicio de estabilidade. Os valores obtidos (Figura 3.a) no efluente maiores (média de  $307 \pm 23$  mg/L) do que aqueles obtidos no afluente ( $225 \pm 56$  mg/L), representam que a remoção de ácidos voláteis do sistema foi efetiva. Os valores aqui obtidos foram bem próximos aos apresentados em FREIRE et al. (2008), que utilizaram a mesma água residuária sintética para a



realização de estudos em um reator de leito fluidificado. Essa estabilidade também pode ser verificada ao se analisar os valores do monitoramento de ácidos voláteis (Figura 3.b) e do pH (Figura 3.c) afluentes e efluentes do UASB.

Os valores médios de ácidos voláteis afluente e efluente (Figura 3.b), foram de 109,73 mg/L e 38,67 mg/L, respectivamente. Já para os valores médios de pH afluente e efluente no UASB (Figura 3.c) foram de 7,6 e 8,0, respectivamente, indicando que efetivamente ocorreu o consumo de ácidos voláteis e geração de alcalinidade nas reações bioquímicas dentro do reator.

## DESEMPENHO DAS UNIDADES DE ADSORÇÃO

### Carvão ativado

Os dados obtidos através das leituras de remoção de cor, e a eficiência final de remoção para os ensaios de adsorção utilizando carvão ativado como adsorvente nas massas de 70, 100, 150, e 200 g, estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2: Valores de absorvância e eficiência final de remoção de cor obtidos no ensaio de adsorção utilizando carvão ativado para as massas de 70, 100, 150 e 200 g.**

| Tempo<br>(min)        | ABS<br>M1= 70 g | ABS<br>M2= 100 g | ABS<br>M3= 150 g | ABS<br>M4= 200 g |
|-----------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| 0                     | 0,249           | 0,249            | 0,249            | 0,249            |
| 120                   | 0,011           | 0,012            | 0,011            | 0,003            |
| 240                   | 0,004           | 0,008            | 0,003            | 0,002            |
| 360                   | 0,003           | 0,001            | 0,001            | 0,001            |
| <b>Eficiência (%)</b> | <b>99,0</b>     | <b>99,6</b>      | <b>99,6</b>      | <b>99,6</b>      |

Observa-se através dos dados constante na Tabela 2, que foram obtidos valores satisfatórios de remoção de cor para todas as quatro massas de carvão ativado analisado, sendo possível observar que a estabilidade de remoção do corante foi atingida nos primeiros 120 min do ensaio de adsorção, com posterior valor de eficiência média de 99,6 % para as massas M2, M3, e M4.

O carvão ativado é um material já “consagrado” nos processos de adsorção de diversas classes de corantes. Sua viabilidade como um efetivo adsorvente, foi comprovada no presente ensaio de adsorção. Neste sentido, a satisfatória eficiência na remoção do corante azul índigo já era esperada, sendo este material utilizado apenas como comparativo para o adsorvente bagaço de cana-de-açúcar.

### Bagaço de cana-de-açúcar

Na Tabela 3 abaixo, são apresentados os resultados de absorvância obtidos através do ensaio de adsorção utilizando bagaço de cana-de-açúcar, além da eficiência final de remoção de cor para as massas de 10, 15, 20 e 30 g.

**Tabela 3: Valores de absorvância e eficiência final de remoção de cor obtidos no ensaio de adsorção utilizando bagaço de cana para as massas de 10, 15, 20 e 30 g.**

| Tempo<br>(min)            | ABS<br>M1= 10 g | ABS<br>M2= 15 g | ABS<br>M3= 20 g | ABS<br>M4= 30 g |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0                         | 0,282           | 0,282           | 0,282           | 0,282           |
| 120                       | 0,189           | 0,170           | 0,147           | 0,130           |
| 240                       | 0,135           | 0,138           | 0,120           | 0,096           |
| 360                       | 0,085           | 0,066           | 0,056           | 0,041           |
| <b>Eficiência<br/>(%)</b> | <b>70</b>       | <b>77</b>       | <b>80</b>       | <b>85</b>       |



No ensaio utilizando o bagaço de cana-de-açúcar, a configuração ótima foi obtida com as massas de 20 e 30 g de bagaço, resultando em uma eficiência de remoção de cor da ordem de 85%, o que evidencia o ótimo potencial adsorvente deste material. Convém informar que neste último ensaio, foram utilizadas massas menores de bagaço em relação aos outros adsorventes analisados, em função da pequena quantidade disponível no laboratório de Poluição.

Diante dos resultados obtidos, pode-se presumir que maiores massas do bagaço de cana, proporcionariam resultados ainda mais efetivos.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

No período de operação do reator UASB a eficiência média de remoção de DQO foi de 81,2 %. Os resultados indicam elevada remoção certamente propiciada pelas características da água residuária sintética.

Os valores médios de pH no afluente e efluente foram de 7,6 e 8,0, respectivamente. A geração de alcalinidade no efluente (média de  $307 \pm 23$  mg/L) e afluente ( $225 \pm 56$  mg/L) demonstraram boa estabilidade operacional do reator UASB, como pode ser verificado através dos valores de remoção de ácidos voláteis afluente e efluente ( $129,6 \pm 11$  mg/L e  $40 \pm 7$  mg/L respectivamente) do sistema foi efetiva.

Aparentemente a introdução do corante na água residuária sintética não alterou o desempenho do reator UASB, fato este que pode ser constatado em função da similaridade dos parâmetros de monitoramento. Ainda referente ao reator, verificou-se uma satisfatória remoção de cor, chegando ao valor máximo de 72%.

Nos ensaios de adsorção com carvão ativado, as maiores eficiências de remoção de cor foram obtidas para as massas de 100, 150, e 200 g de adsorvente, respectivamente, sendo possível observar que a estabilidade de remoção do corante foi atingida nos primeiros 120 min do ensaio de adsorção, com posterior valor de eficiência média de 99,6 % para as massas M2, M3, e M4.

Para os ensaios utilizando o bagaço de cana-de-açúcar, a maior eficiência de remoção foi obtida com a massa de 30 gramas de adsorvente, respectivamente 85 %.

Os resultados indicam a potencialidade dos dois adsorventes testados para a remoção de cor de efluentes têxteis. Ressalta-se a importância da utilização do bagaço de cana-de-açúcar em pesquisas relacionadas com o saneamento, uma vez que este é um resíduo proveniente da moagem da cana nas usinas de produção de açúcar e álcool.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALINSAFI, F. *et al.* Effect of variability on the treatment of textile dyeing wastewater by activated sludge. *Dyes and Pigments* 69, p. 31- 39, 2006.
2. APHA. Standard Methods for the Examination for the Water and Wastewater. American Public Health Association, 21 ed. New York, 2005.
3. ASSADI, M.M.; JAHANGIRIB, M.R. Textile wastewater treatment by *Aspergillus niger*. *Desalination* 141, p. 1-6, 2001.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO (ABIT). Dados estatísticos e a respeito da indústria têxtil no Brasil. Disponível em <http://www.abit.org.br/site/default.asp?idioma=PT>. Acesso em: 16 de maio de 2009.
5. CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil – Série P+L, 2009.
6. CHAO, I.R.S. Remoção de fósforo de efluentes de estações de tratamento biológico de esgotos utilizando lodo de estação de tratamento de água. Dissertação (Mestrado) em Engenharia Hidráulica – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
7. FERSI, C. *et al.* Treatment of textile effluents by membrane technologies. *Desalination* 185, p. 399 – 409, 2005.

8. FREIRE, F.B.; PIRES, E.C.; FREIRE, J.T. Influência da imobilização de biomassa e do tamanho da partícula na fluidodinâmica de um reator anaeróbio de leito fluidizado. *Acta Scientiarum Technology* v.30, n. 1, p.73-81, 2008.
9. FREIRE, F.B.; PIRES, E.C.; FREIRE, J.T. Tratamento anaeróbio de pentaclorofenol em reator de leito fluidificado alimentado com água residuária sintética contendo glicose como fonte única de carbono. *Eng. Sanit. Ambient.*, Vol.13 – Nº 3 – jul/set 2008, 339-346, 2008.
10. HAROUN, M.; IDRIS, A. Treatment of textile wastewater with na anaerobic fluidized bed reactor. *Desalination* 237, p.357 – 366, 2009.
11. HARRELKAS, F. *et al.* Treatment of textile dye effluents using coagulation-flocculation coupled with membrane processes or adsorption on powdered activated carbon. *Desalination* 235, p.330-339, 2009.
12. IMMICH, A.P.S. Remoção de corantes de efluentes têxteis utilizando folhas de *Azadirachta indica* como adsorvente. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2006.
13. ISIK, M.; SPONZA, D.T. Anaerobic/aerobic treatment of a simulated textile wastewater. *Separation and Puffication Technology* 60, p.64-72, 2008.
14. KAPDAN, I.K.; ALPARSLAN, S. Application of anaerobic-aerobic sequential treatment system to real textile wastewater for color and COD removal. *Enzyme and Microbial Technology* 36, p.273-279, 2005.
15. NERY, V. *et al.* The use of upflow anaerobic sludge blanket reactor in the treatment of poultry slaughterhouse. *Water Science and Technology* 44, p.83-88, 2001.
16. RAO, V.V.B.; RAO, R.M. Adsorption studies on treatment of textile dyeing industrial effluent by flyash. *Chemical Engineering Journal* 116, p.77-84, 2006.
17. SANTOS, A.B. *et al.* Effect of different redox mediators during thermophilic azo dye reduction by anaerobic granular sludge and comparative study between mesophilic (30° C) and thermophilic (55° C) treatments for decolourisation of textile wastewaters. *Chemosphere* 55, p.1149-1157, 2004.
18. SEN, S.; DEMIRER, G.N. Anaerobic treatment of real textile wastewater with a fluidized bed reactor. *Water Research* v.37, p.1868-1878, 2003.
19. SIRIANUNTAPIOON, S. *et al.* Some properties of a granular activated carbon-sequencing batch reactor (GAC-SBR) system for treatment of textile wastewater containing direct dyes. *Journal of Environmental Management* 85, p.162-170, 2007.
20. ZAIAT, M. Desenvolvimento de reator anaeróbio horizontal de leito fixo (RAHLF) para tratamento de águas residuárias. 1999. Tese (Doutorado) em Engenharia Hidráulica e Saneamento – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.