

II-143 - AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA AO LONGO DE UM REATOR ANAERÓBIO HÍBRIDO DE FLUXO ASCENDENTE

Thiago Castanho Pereira⁽¹⁾

Graduando no curso de bacharelado em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Curitiba

Izadora Consalter Pereira⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR), Câmpus Francisco Beltrão. Mestranda em Engenharia Civil pela UTFPR, Câmpus Curitiba

Thayse Nathalie Ferro⁽³⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR), Câmpus Campo Mourão. Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela UTFPR, Câmpus Curitiba

Karina Querne de Carvalho⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre e Doutora em Engenharia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba (UTFPR).

Fernando Hermes Passig⁽⁵⁾

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre e Doutor em Engenharia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente do Departamento Acadêmico de Química e Biologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba (UTFPR).

Endereço⁽¹⁾: Rua Profº Lauro Zak, 731 – Xaxim – Curitiba – PR – CEP:81810-580 – Tel. (41) 98503-5452 – email: thiagop@alunos.utfpr.edu.br

RESUMO

O reator anaeróbio híbrido de fluxo ascendente combina os conceitos de reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB) com filtros anaeróbios (AF). A combinação dos grânulos bacterianos no leito de lodo e da biomassa fixa no meio suporte leva a maior estabilidade no tratamento da matéria orgânica solúvel ou parcialmente solúvel presentes nos esgotos sanitários. Operando em um tempo de detenção hidráulico de 12 horas, as eficiências de matéria orgânica, em termos de DQO bruta, obtiveram média de 78%, 83% e 86% nos pontos de coleta: UASB, filtro anaeróbio e efluente, respectivamente. Análises espectrofotométricas de UV-Visível e Fluorescência auxiliaram na caracterização da matéria orgânica ao longo dos pontos de coleta. Assim o objetivo desta pesquisa foi avaliar a estabilidade e a performance de um reator UAHB em escala piloto na remoção de esgoto sanitário diluído.

PALAVRAS-CHAVE: Reator Híbrido, leito de lodo, meio suporte, biofilme bacteriano, tratamento de esgoto, fluorescência.

INTRODUÇÃO

O tratamento de esgotos sanitários é um assunto que vem sendo cada vez mais estudado devido ao impacto ambiental gerado quando esgotos não tratados são descartados indevidamente em corpos receptores. Com o aumento da escassez de água potável é necessário um manejo apropriado dos recursos aquáticos. (AIYUK et al., 2006)

Dentre os vários processos biológicos utilizados, a digestão anaeróbia é amplamente utilizada na estabilização de lodos concentrados e também no tratamento de efluentes sanitários, industriais e agroindustriais. A digestão anaeróbia é um processo que ocorre na ausência de oxigênio, em potenciais redox menores que 200 mV, e depende da atividade de uma complexa comunidade bacteriana que degrada a matéria orgânica em produtos mais simples, principalmente dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄). (PASSIG, 2005; APPELS et al., 2008)

O reator anaeróbio híbrido de fluxo ascendente (UAHB) combina os conceitos de reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB) com filtros anaeróbios (AF). A combinação da biomassa fixa no meio suporte e os grânulos

bacterianos no leito de lodo leva a maior estabilidade no tratamento da matéria orgânica solúvel ou parcialmente solúvel presentes nos esgotos sanitários. (BANU et al., 2007)

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado utilizando um reator anaeróbio híbrido de fluxo ascendente, construído em um corpo cilíndrico de PVC, com 1,86 m de altura e 300 mm de diâmetro. O reator possui um volume total de 149L. O reator foi construído baseado em um reator UASB com a inclusão do meio suporte na parte superior do reator. O reator UAHB foi inoculado com 41 L de lodo anaeróbio floculento, proveniente de uma estação de tratamento de esgotos da cidade de Curitiba. O reator atualmente encontra-se com 50 dias de operação e em pleno desenvolvimento dos objetivos propostos. A Figura 1 apresenta um desenho esquemático do aparato experimental.

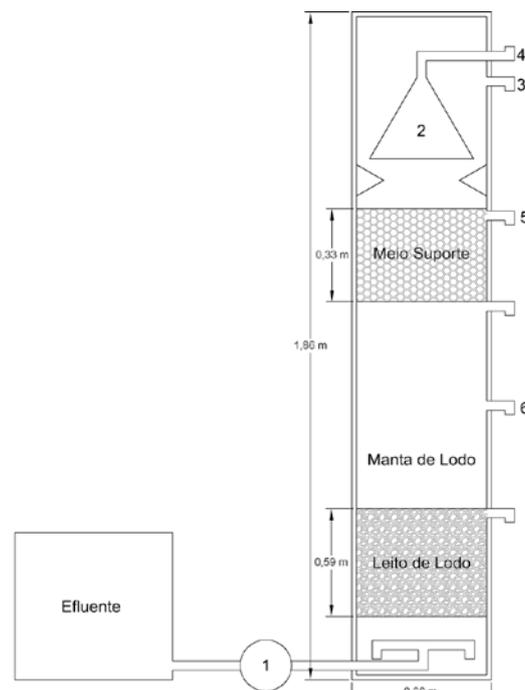


Figura 1. Desenho esquemático do sistema experimental: (1) Bomba dosadora, (2) separador trifásico, (3) Saída do efluente, (4) Saída do biogás, (5) saída filtro anaeróbio, (6) saída UASB

Na parte superior do reator foi preenchida com cilindros de PVC recheados com matrizes cúbicas de poliuretano com 1,5 cm de aresta e densidade aparente de 0,026 g/mL, que ocupou volume de 23L. Após o preparo do meio suporte, o mesmo foi submerso em 14 L de lodo anaeróbio floculento, proveniente de uma estação de tratamento de esgotos, por 24h.

Segundo Passig (2005), o meio suporte tem como objetivo reter sólidos biológicos no reator. Os sólidos biológicos podem estar retidos no meio suporte na forma de biofilme aderido ao mesmo, ou presos entre os interstícios do material, na forma de agregados ou grânulos. Assim a camada de material suporte atua como um anteparo auxiliando na separação entre as fases, ajuda a melhorar a uniformização do escoamento no reator, auxilia no contato entre o efluente e os sólidos biológicos contidos no reator e permite o acúmulo de sólidos no interior do reator, aumentando o tempo de retenção celular.

A alimentação do reator foi realizada por meio de uma bomba dosadora Prominent® modelo Gala X. O substrato utilizado era proveniente de um córrego localizado ao lado do laboratório, com características de esgoto sanitário fraco/médio.

O reator foi operado com tempo de detenção hidráulica de 12 h, e vazão de 12,4 L/h. Os pontos para coletas de amostras foram escolhidos de modo a realizar a amostragem no afluente, compartimento UASB, compartimento filtro anaeróbio e o efluente do reator.

As análises foram realizadas após o reator ter atingido o equilíbrio dinâmico aparente. Na Tabela 1 são apresentadas as metodologias utilizadas para a determinação dos parâmetros físico-químicos. As amostragens foram realizadas em 4 pontos específicos: afluente, saída UASB, saída filtro anaeróbio, efluente.

Tabela 1. Métodos de análise de águas residuárias utilizadas no experimento

| Variável | Método de Análise | Nº Método | Referência |
|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|
| DQO | Espectrofotométrico | 5220_D | EATON et al. (2012) |
| Sólidos Totais (ST) | Gravimétrico | 2540_E | EATON et al. (2012) |
| Sólidos Totais Fixos (STF) | Gravimétrico | 2540_E | EATON et al. (2012) |
| Sólidos Totais Voláteis (STV) | Gravimétrico | 2540_E | EATON et al. (2012) |

Além das caracterizações físico-químicas, foram realizadas análises espectroscópicas para avaliar qualitativamente a matéria orgânica ao longo do reator. Na Tabela 2 são descritos os métodos utilizados e suas respectivas referências.

Tabela 2. Métodos espectroscópicos utilizadas no experimento

| Parâmetro | Método Espectroscópico | Referência |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| SUVA ₂₅₄ | UV-Visível/Infravermelho | WESTERHOFF; ANNING (2000) |
| SUVA ₂₈₀ | UV-Visível/Infravermelho | WESTERHOFF; ANNING (2000) |
| Matrizes de Emissão/Excitação | Fluorescência | CARSTEA (2012) |

Para as análises espectroscópicas foram utilizados os seguintes equipamentos: Espectrofotômetro UV-Vis Varian Cary 50, Espectrofotômetro de Fluorescência Varian Eclipse, e um analisador de TOC Thermo Electron Corporation Hipertoc.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos nas análises físico-químicas realizadas.

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos determinados no experimento

| | AFLUENTE | | | | UASB | | | | Filtro Anaeróbio | | | | Efluente | | | |
|------------------------------|----------|-----|-----|-----|------|----|-----|-----|------------------|----|-----|-----|----------|----|-----|-----|
| | X | DP | Min | Máx | X | DP | Min | Máx | X | DP | Min | Máx | X | DP | Min | Máx |
| DQO _b (mg/L) | 467 | 316 | 100 | 994 | 102 | 58 | 39 | 187 | 80 | 58 | 13 | 198 | 63 | 34 | 13 | 116 |
| DQO _c (mg/L) | 88 | 61 | 10 | 167 | 67 | 45 | 7 | 136 | 58 | 38 | 8 | 119 | 56 | 32 | 9 | 106 |
| DQO _p (mg/L) | 380 | 266 | 72 | 827 | 34 | 20 | 5 | 76 | 22 | 25 | 1 | 79 | 7 | 3 | 3 | 15 |
| Remoção DQO _b (%) | -- | -- | -- | -- | 78 | -- | -- | -- | 83 | -- | -- | -- | 86 | -- | -- | -- |
| Remoção DQO _c (%) | -- | -- | -- | -- | 24 | -- | -- | -- | 34 | -- | -- | -- | 36 | -- | -- | -- |
| Remoção DQO _p (%) | -- | -- | -- | -- | 91 | -- | -- | -- | 94 | -- | -- | -- | 98 | -- | -- | -- |
| ST (mg/L) | 90 | 38 | 50 | 150 | 36 | 7 | 24 | 42 | 37 | 7 | 26 | 46 | 34 | 8 | 22 | 42 |
| STF (mg/L) | 44 | 29 | 11 | 84 | 29 | 11 | 13 | 40 | 31 | 9 | 20 | 42 | 28 | 11 | 12 | 42 |
| STV (mg/L) | 46 | 21 | 23 | 68 | 7 | 6 | 0 | 18 | 6 | 4 | 1 | 14 | 6 | 4 | 0 | 11 |
| STV / ST | 0.53 | -- | -- | -- | 0.22 | -- | -- | -- | 0.17 | -- | -- | -- | 0.22 | -- | -- | -- |
| STF / ST | 0.47 | -- | -- | -- | 0.78 | -- | -- | -- | 0.83 | -- | -- | -- | 0.78 | -- | -- | -- |

Nº de experimentos = 8; X = média; DP = desvio padrão; Min = valor mínimo; Máx = valor máximo;
DQO_b = DQO bruta; DQO_c = DQO centrifugada, DQO_p = DQO particulada.

Os resultados obtidos apresentam um padrão de remoção de matéria orgânica ao longo do reator. Na Figura 2 é apresentado o gráfico de concentração de DQO das amostras brutas e centrifugadas em relação aos pontos de coleta no reator

De acordo com os dados apresentados e a representação gráfica, é possível analisar a remoção de matéria orgânica em todos os compartimentos do reator. A maior remoção é observada no compartimento UASB, onde se observa uma variação de DQO bruta de 467(316) mg/L para 102(58) mg/L, alcançando uma eficiência de 78% de eficiência na remoção da matéria orgânica. Em termos de DQO centrifugada, também foi observado um decréscimo na concentração no compartimento UASB, os valores variaram de 88(61) mg/L para 67(45) mg/L, apresentando uma eficiência de remoção de 24%. Foi observado uma remoção de 91% da matéria orgânica em termos de DQO particulada, com uma entrada de 380(266) mg/L e saída de 34(20) mg/L no compartimento UASB.

O filtro anaeróbio também contribuiu com a remoção de matéria orgânica. O meio suporte contribuiu com o aumento da remoção de matéria orgânica em termos de DQO bruta em 5%, alcançando uma remoção total de 83%. A DQO na saída do filtro alcançou a concentração de 80(58) mg/L. Já para a DQO centrifugada a remoção acumulada alcançou 34%, com uma concentração de 58(38) mg/L na saída do filtro. A utilização do filtro contribuiu no aumento de 3% na remoção de DQO particulada, com uma saída de 22(25) mg/L

O efluente final apresentou DQO bruta de 63(34) mg/L e 56(32) mg/L para as amostras centrifugadas. A remoção total de DQO de 86% para as amostras brutas e 36% para as amostras centrifugadas. Entre o filtro anaeróbio e a saída do efluente está posicionado o separador trifásico, que separa os sólidos do líquido e direciona o biogás produzido para o reservatório coletor. Assim há um pequeno aumento na remoção de DQO, pois a maior parte dos sólidos ficam retidos dentro do reator. De tal forma, a DQO particulada no efluente alcançou concentrações de 7(3) mg/L, representando uma remoção de 98%, o que demonstra a mineralização dos sólidos ao longo do reator.

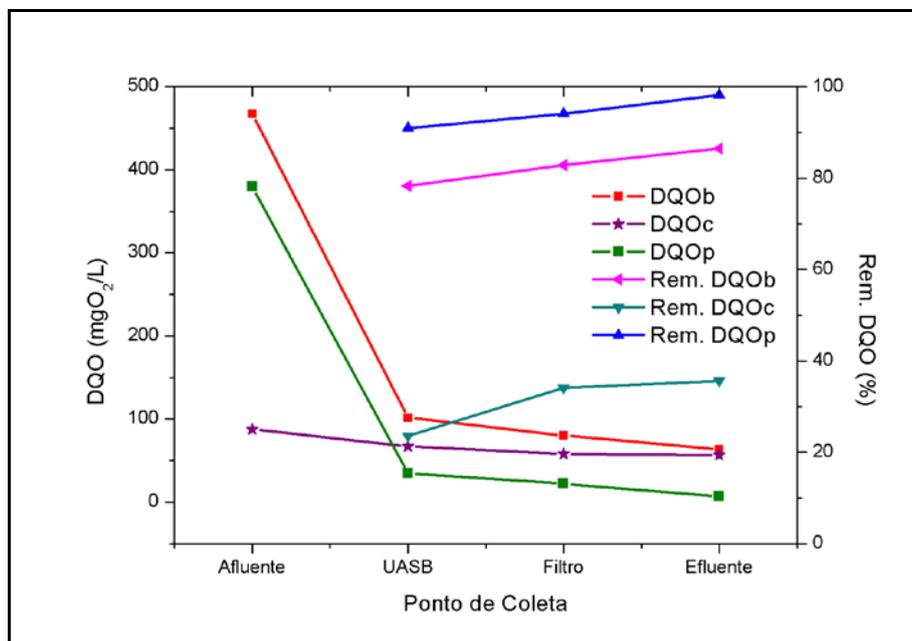


Figura 2: Comportamento da concentração de DQO das amostras brutas e centrifugadas para o afluente e efluente e as respectivas remoções

Para a análise estatística dos dados obtidos, primeiramente foi verificada a normalidade dos dados. Para dados com distribuição normal, a variância das médias foi determinada por ANOVA, com teste post hoc Tukey para verificar a diferença entre as médias. Para amostras com distribuição não normal foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para a análise de variância das médias, seguido de teste post hoc Dunn para verificar a diferença entre as médias.

Analisando as médias da DQO bruta ao longo dos pontos do reator, pelo teste ANOVA, foi observado que há diferença entre as médias ($\text{Prob} > F = 2,15 \cdot 10^{-7}$). A diferença entre as médias, calculada pelo teste de Tukey, demonstrou diferenças significativas quando são comparados a DQO bruta do afluente com os compartimentos do reator e o efluente. Ou seja, as diferenças estão entre o Afluente e UASB, Afluente e filtro e afluente e efluente.

Para a DQO centrifugada, a análise de variância foi determinada pelo teste de Kruskal-Wallis. Foi constatado que não há diferença significativa entre as médias dos pontos de amostragem ($p > \chi^2 = 0,53736$).

Aplicando o teste de Kruskal-Wallis para os dados de DQO particulada, foi verificado uma diferença significativa entre as médias ($p > \chi^2 = 2,4289 \cdot 10^{-7}$). Para a verificar em quais pontos há diferenças entre as médias, foi realizado o teste post hoc de Dunn. As diferenças significativas são encontradas quando comparado os pontos: UASB e Afluente, Filtro e Afluente, Efluente e Afluente e Efluente e Filtro, ambos com $p < 0,01$.

Carvalho et al., (2008) demonstrou remoções de matéria orgânica em médias de 61% em termos de DQO de amostras brutas e 73% para a DQO filtrada, operando o reator com uma vazão média de 16 L/h em um TDH de 10 h, utilizando o mesmo reator do presente trabalho, porém sem o meio suporte. Banu et al., (2007) observou uma remoção de 76-86% de DQO bruta de esgoto sanitário, em um TDH de 3,3 h e Lima et al., (2015) descreveu 77% de remoção de matéria orgânica em termos de DQO de amostras brutas, operando em um TDH de 11,5 h.

O afluente possui uma concentração de sólidos totais de 90(38) mg/L, dentre os quais 44(29) mg/L representem a fração fixa e 46(21) mg/L a fração volátil. A relação STV/STF determinada foi 0,53 e a relação STF/ST de 0,47. Tais relações permitem estimar qual é a porcentagem de fração orgânica e inorgânica presente nos sólidos, visto que sólidos voláteis são considerados majoritariamente de origem orgânica e sólidos fixos são considerados majoritariamente de origem inorgânica. Na Figura 3 é apresentado o gráfico do comportamento da série de sólidos ao longo do reator.

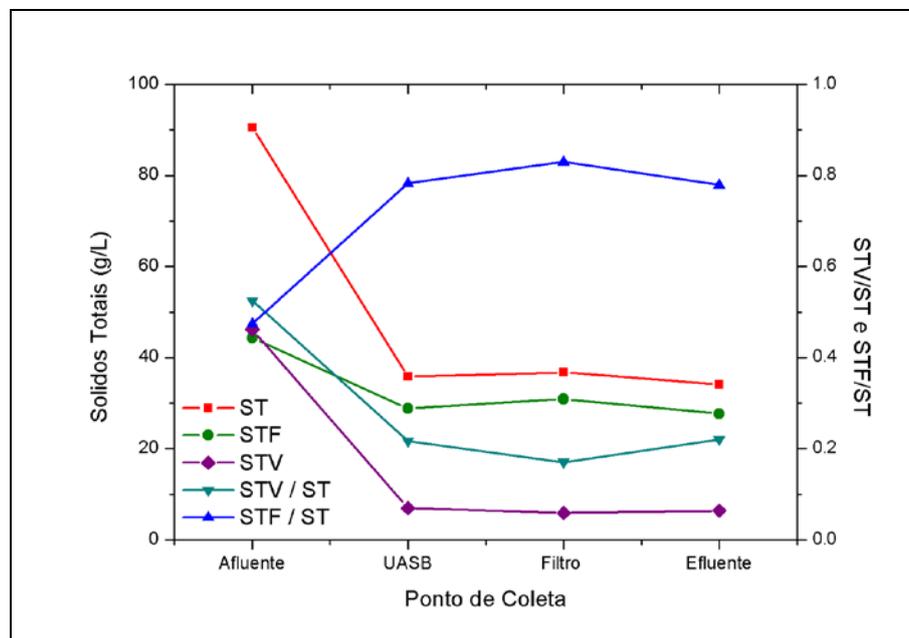


Figura 3: Comportamento da concentração de sólidos totais (ST), sólidos totais fixos (STF) e sólidos totais voláteis (STV) e relações STV/ST e STF/ST

O comportamento observado é a diminuição de sólidos totais, sólidos totais fixos e sólidos totais voláteis ao longo do reator. No compartimento UASB é observado o decréscimo mais expressivo na concentração de sólidos. Os valores variam de 90(38) mg/L na entrada a 36(7) mg/L na saída da parte UASB. O mesmo decaimento ocorre para os sólidos totais fixos e voláteis.

Comparando os valores de sólidos totais fixos entre o compartimento UASB e o Filtro Anaeróbio, observa-se um aumento na concentração de sólidos totais, de 36(7) mg/L para 37(7) mg/L. Esse aumento pode ter ocorrido pela de polímeros extracelulares insolúveis pelas bactérias do biofilme aderido no material suporte. A formação de polímeros extracelulares está relacionada com estresse celular ou mudanças na proporção C/N, o que provoca alterações na formação do biofilme bacteriano (MIQUELETO et al., 2010). Estudos posteriores serão realizados para a compreensão do comportamento da remoção de sólidos no compartimento do filtro anaeróbio.

A concentração de sólidos totais no efluente foi de 34(8) mg/L para sólidos totais, 28(11) mg/L de sólidos totais fixos e 6(4) mg/L de sólidos totais voláteis. Assim podemos observar uma remoção de 62% de sólidos em termos de sólidos totais. Já a remoção de STF e STV demonstraram porcentagens de 36% e 86% respectivamente.

A remoção de matéria orgânica pode ser relacionada com a determinação da concentração de sólidos através das relações STV/ST e STF/ST. Pode ser observado o decaimento da fração orgânica presente nos sólidos através dos valores de STV/ST, cujos valores decaem ao longo dos pontos amostrados. Já a fração STF/ST aumentou ao longo dos pontos amostrados. Esse comportamento mostra a mineralização da fração orgânica, que é convertida em biogás e compostos orgânicos mais simples.

A análise estatística dos dados de sólidos foi realizada da mesma forma que os dados de DQO. Analisando a variância das médias entre os sólidos totais, o método ANOVA demonstrou uma diferença significativa entre as médias ($p > F = 4,35223 \cdot 10^{-6}$). Para verificar onde há diferença entre os pontos, foi aplicado o teste de Tukey, que indicou diferenças significativas entre os seguintes pontos: Afluente e UASB ($p = 3,96945 \cdot 10^{-5}$), Afluente e Filtro ($p = 5,14219 \cdot 10^{-5}$), e Efluente e Afluente ($p = 2,49914 \cdot 10^{-5}$).

Analisando os dados de sólidos totais fixos, o teste ANOVA indicou que não há diferença entre as médias nos pontos de amostragem ($p > F = 0,2085$). Já para os sólidos totais voláteis, o método de Kruskal-Wallis demonstrou uma diferença significativa entre as médias dos dados ($p > \chi^2 = 5,63587 \cdot 10^{-4}$). O teste post hoc de Dunn foi aplicado para verificar entre quais pontos há diferenças significativas. Tais diferenças foram verificadas entre os pontos: Afluente e UASB, Afluente e Filtro e Afluente e Efluente, ambos com $p < 0,05$.

Carvalho et al., (2008) realizou determinações de sólidos suspensos totais, com uma média de remoção de 31%. Banu et al., (2007) observou uma remoção de sólidos totais em 35% e sólidos voláteis em 35%. Lima et al., (2015) determinou remoções de 21% para sólidos totais e 38% para sólidos totais voláteis.

A caracterização espectroscópica da matéria orgânica foi realizada através da espectroscopia Ultravioleta-visível e espectroscopia de fluorescência. O parâmetro SUVA (*specific ultraviolet absorbance*) mensurado em 254 nm está correlacionado com a hibridização sp^2 em carbonos, que representa átomos de carbono insaturados ou aromáticos. (WESTERHOFF; ANNING, 2000)

Valores de $SUVA_{254}$ próximos a $4,4 \text{ L mg}^{-1}$ estão relacionados a ácidos fúlvicos, já valores próximos a $1,2 \text{ L mg}^{-1}$ indicam a presença de matéria orgânica hidrofílica e não húmica. (GREFTE; RIETVELD, 2013) Os dados de $SUVA_{254}$ são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de $SUVA_{254}$ nos pontos de amostragem

| Parâmetro | Afluente | UASB | Filtro | Efluente |
|---------------------------------|----------|------|--------|----------|
| $SUVA_{254} (\text{L mg}^{-1})$ | 0,59 | 1,28 | 0,84 | 0,90 |

De acordo com os dados obtidos, pode-se verificar uma predominância de matéria orgânica hidrofílica, ou seja, compostos lábeis.

A espectroscopia de fluorescência foi utilizada para a construção de matrizes de emissão e excitação (MEE). Para a construção foram determinados os espectros de excitação e excitação com um $\Delta\lambda$ de 5nm, com uma varredura na velocidade de 9600 nm min^{-1} e diferença de potencial de 900 V. As matrizes de excitação e emissão estão representadas na Figura 4.

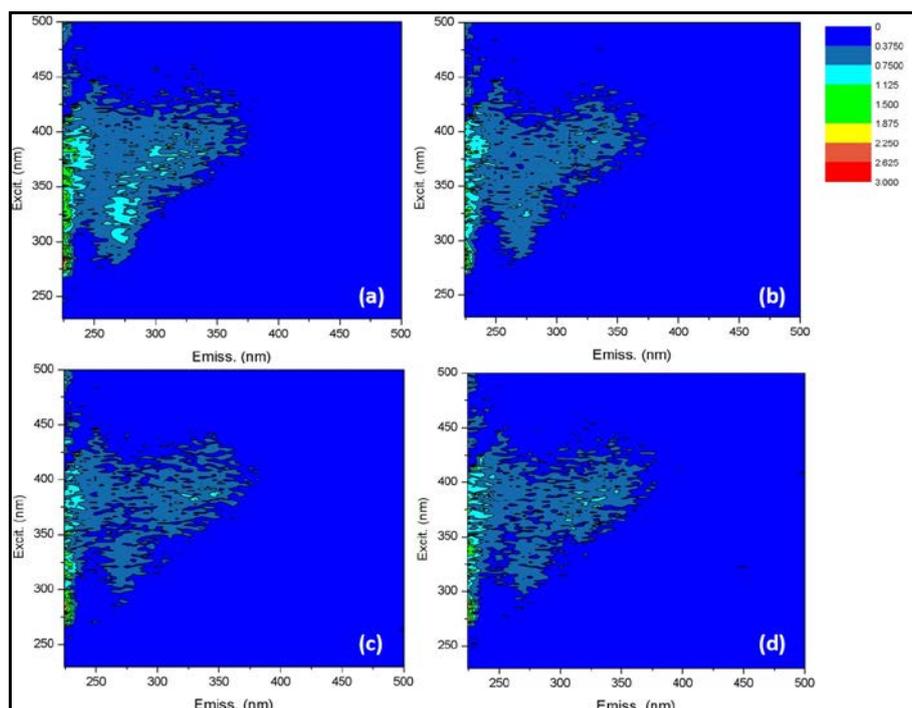


Figura 4: MEE das amostras coletadas nos pontos: (a) Afluente, (b) UASB, (c) Filtro e (d) Efluente

Os resultados qualitativos que podem ser analisados com esta técnica foram determinados por Colbe (1996). O pico A ($\lambda_{excit} = 230$ nm; $\lambda_{emiss} = 400-500$ nm) e o pico C ($\lambda_{excit} = 300-350$ nm; $\lambda_{emiss} = 400-500$ nm) representam substâncias húmicas. O triptofano, possui dois picos, T1 ($\lambda_{excit} = 290$ nm; $\lambda_{emiss} = 350$ nm) e T2 ($\lambda_{excit} = 230$ nm; $\lambda_{emiss} = 350$ nm). Outro aminoácido que também pode ser determinado é a tirosina, com o pico B, ($\lambda_{excit} = 230-275$ nm; $\lambda_{emiss} = 310$ nm). Já a matéria orgânica dissolvida pode ser determinada pelo pico M, ($\lambda_{excit} = 310-320$ nm; $\lambda_{emiss} = 420$ nm). Os valores de absorvância dos picos mencionados estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5. Valores de absorvância dos picos na MEE nos pontos de amostragem

| Parâmetro | Pico | Afluente | UASB | Filtro | Efluente |
|-----------------------------|------|----------|-------|--------|----------|
| Triptofano | T1 | 1,241 | 1,026 | 1,002 | 1,177 |
| | T2 | 0,660 | 0,309 | 0,657 | 0,463 |
| Tirosina | B | 2,446 | 1,396 | 1,526 | 1,344 |
| Ácido Húmico | A | 0,774 | 0,711 | 0,653 | 0,633 |
| | C | 0,473 | 0,420 | 0,419 | 0,439 |
| Matéria Orgânica Dissolvida | M | 0,675 | 0,482 | 0,520 | 0,576 |

Analisando os dados, pode-se observar um decaimento na matéria orgânica dissolvida ao longo do reator, no pico M. Os valores de ácidos húmicos, nos picos A e C também sofrem um ligeiro decaimento. Os valores relacionados aos aminoácidos triptofano e tirosina sofreram variações ao longo do reator, tal efeito pode estar relacionado com o metabolismo microbiano durante a degradação dos compostos. Porém de forma geral, foi observado uma degradação dos compostos analisados, ao comparar os pontos afluente e efluente.

Vale ressaltar que os valores obtidos demonstram a degradação da matéria orgânica de forma qualitativa. Para uma análise quantitativa seria necessário a construção de curvas analíticas para todos os compostos analisados.

CONCLUSÕES

O reator apresentou uma boa eficiência para a remoção de sólidos, com 62% de remoção de sólidos totais e 86% matéria orgânica em termos de DQO bruta. De acordo com a amostragem ao longo do reator foi possível monitorar a degradação da matéria orgânica ao longo dos compartimentos. A aplicação de técnicas espectroscópicas permitiu uma avaliação qualitativa dos compostos que estão presentes no processo de digestão anaeróbia. Os resultados obtidos demonstram uma melhora na performance do processo com a inserção de um meio suporte na parte superior do reator.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado, a Fundação Araucária pela concessão de bolsa de mestrado, ao Laboratório de Saneamento (LabSan), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC-UTFPR-CT) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA-UTFPR-CT) pela infraestrutura para desenvolvimento deste trabalho. A Dra. Rubia Camila Ronqui Bottini e ao Dr. Rafael Kramer pelo auxílio nas análises de COT e de fluorescência, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AIYUK, S.; FORREZ, I.; LIEVEN, D. K.; HAANDEL, A. VAN; VERSTRAETE, W. Anaerobic and complementary treatment of domestic sewage in regions with hot climates-A review. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 17, p. 2225–2241, 2006.
2. APPELS, L.; BAEYENS, J.; DEGRÈVE, J.; DEWIL, R. Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 34, n. 6, p. 755–781, 2008.
3. BANU, J. R.; KALIAPPAN, S.; YEOM, I. T. Treatment of domestic wastewater using upflow anaerobic sludge blanket reactor. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 4, n. 3, p. 363–370, 2007.
4. CARSTEA, E. Fluorescence Spectroscopy as a Potential Tool for in-situ Monitoring of Dissolved Organic Matter in Surface Water Systems. **Water Pollution**, p. 3–68, 2012.
5. CARVALHO, Karina Querne de et al. Avaliação hidrodinâmica de reator UASB submetido à variação cíclica de vazão. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 226-235, Junho, 2008.
6. COBLE, P.G. Characterization of marine and terrestrial dissolved organic matter in seawater using excitation emission matrix spectroscopy. **Marine Chemistry**, v. 51, n.4, p. 325-346, 1996.
7. EATON, A.D.; CLESCERI, L.S.; RICE, E.W.; GREENBERG, A. E. (Ed.) (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. Washington: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Pollution Control Federation.
8. GREFFE, A.; RIETVELD, P. L. Removal of Natural Organic Matter fractions by Anion Exchange. 2013.
9. LIMA, D. A. D. et al. Tratamento de esgotos domésticos em reator anaeróbio híbrido seguido de reator com algas imobilizadas. **Revista AIDIS**, v. 8, n. 2, p. 270-285, 2015.
10. MIQUELETO, A. P.; DOLOSIC, C. C.; POZZI, E.; FORESTI, E.; ZAIAT, M. Influence of carbon sources and C/N ratio on EPS production in anaerobic sequencing batch biofilm reactors for wastewater treatment. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 4, p. 1324–1330, 2010. Elsevier Ltd.
11. PASSIG, F. H. **Reator anaeróbio para tratamento de esgoto sanitário**, 2005. Universidade de São Paulo.
12. WESTERHOFF, P.; ANNING, D. Concentrations and characteristics of organic carbon in surface water in Arizona influence of urbanization.pdf. , v. 236, p. 202–222, 2000.