



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DO BIOLFILME ADERIDO AO CARVÃO ATIVADO GRANULAR POR MEIO DE TERMOGRAVIMETRIA

Alex G. Utsumi¹, Renata M. F. Cuba², Francisco J. C. Teran³

RESUMO

Os reatores anaeróbios de leito fluidificado (RALF) são unidades de tratamento que utilizam o princípio da fluidificação de material granular para promover adequada transferência de massa entre o líquido a ser tratado e os microorganismos que atuarão na degradação da matéria orgânica. Nesse processo, a biomassa cresce aderida a suportes de pequeno tamanho na forma de uma película biológica ou biofilme. O presente trabalho desenvolveu estudos tendentes à análise da evolução do biofilme a partir de ensaios de termogravimetria (TG). A TG é uma técnica dinâmica na qual a perda de massa de uma amostra é medida continuamente, enquanto a temperatura é aumentada a uma taxa constante. Para as análises da TG utilizou-se o equipamento da marca NETZSCH modelo 209, na faixa de temperatura ambiente até 900°C, utilizando uma massa de aproximadamente 5mg para o carvão, com uma razão de aquecimento de 10°C por minuto, em um cadinho de alumina em atmosfera inerte de nitrogênio. O RALF utilizado nesse estudo foi constituído por um tubo de acrílico com 10 cm de diâmetro, 200 cm de altura com volume aproximado de 15,7 litros. Como suporte sólido foi utilizado carvão ativado granular com diâmetro aproximado entre 0,30 a 0,84mm e com massa específica igual a 0,350 g/cm³. Os resultados permitiram definir a temperatura de 400 °C como sendo a máxima suportada pelo carvão ativado antes de sofrer perda de massa.

Palavras-chave: reatores anaeróbios de leito fluidificado; biofilmes; termogravimetria.

MONITORING OF ACTIVATED CARVON BIOLFILM GROWTH THROUGH THERMOGRAVIMETRY

ABSTRACT

Fluidized bed anaerobic reactors (AFBR) are treatment facilities using fluidification to promote adequate mass transfer between the liquid to be treated and the microorganisms that will degrade organic matter. In this process the biomass grows adhered in small support material forming fine biological films. This work developed studies tending to analyze the potential of thermogravimetry (TG) technique in monitoring biofilm development in an anaerobic environment. The TG is a dynamic technique in which the mass loss of a sample is measured continuously, while the temperature is increased at a steady rate. For TG analysis a Netzsch equipment model 209 was used, applying temperature in the range from ambient temperature to 900°C, using a mass of approximately 5mg of sample heated a rate of 10 °C per minute in a crucible of alumina in inert nitrogen atmosphere. The AFRB used in this study consisted of a tube of acrylic with a diameter of 10 cm, 200 cm tall with a volume of about 15.7 liters. Granular activated carbon was used as solid support media with approximate diameter of 0.30 to 0.84 mm and density of 0.350 g/cm³. The results allowed to define 400 °C temperature as the maximum supported by activated carbon before the mass loss.

Keywords: fluidized bed; anaerobic reactors; biofilm; thermogravimetry.

Trabalho recebido em 27/07/2010 e aceito para publicação em 23/09/2010.

¹ Engenheiro Ambiental, mestrando na Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente. e-mail: alex_utsumi@yahoo.com.br

² Bacharel em Química, Doutora em Hidráulica e Saneamento, professora da Universidade do Oeste Paulista. e-mail: renatamedici@unoeste.br

³ Engenheiro Civil, Doutor em Hidráulica e Saneamento, professor da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente. fteran@fct.unesp.br Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP. e-mail: fteran@fct.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à vida dos seres vivos e por esse motivo é tema de debates em todas as regiões do planeta. Apesar de ser um recurso renovável, suas reservas são limitadas e sua distribuição se dá de maneira desigual em diversas regiões. Cerca de 75% da superfície terrestre é recoberta com água, porém o volume de água doce não representa mais do que 3% desse total (BRAILE 1995).

O crescimento populacional e econômico demanda maiores quantidades deste recurso, aumentando também a degradação gerada por seus resíduos. Uma das maiores fontes de poluição dos rios, lagos e oceanos é a contaminação por despejos industriais e esgotos.

De acordo com Gaspar (2003), utilizou-se por um longo período o processo anaeróbio apenas para a estabilização de resíduos. Isto se deve ao requerimento de altos tempos de retenção e grandes volumes em sistemas tradicionais de tratamento anaeróbio, que eram normalmente de baixa taxa.

Nos últimos anos, com o desenvolvimento dos processos anaeróbios de alta taxa, e com o aumento do conhecimento da microbiologia e bioquímica do processo, tem-se observado

uma utilização crescente da digestão anaeróbia para o tratamento de uma diversidade de efluentes líquidos (CAMPOS, 2000).

Dentre os sistemas de alta taxa, os reatores de leito fluidificado se mostram como uma boa alternativa, pois, dentre outras vantagens, garantem grande contato entre a biomassa e o substrato e não apresentam colmatação do leito. Além disso, é um sistema de tratamento que possui baixos custos de implantação, ocupa uma área menor do que seria necessário para implantar uma lagoa facultativa e produz baixas quantidades de lodo. Ainda, se aproveitado o biogás, pode-se alcançar a autonomia energética do sistema.

De acordo com Campos (2000), para que haja uma elevada velocidade de tratamento global, deve haver condições favoráveis ao desenvolvimento e retenção de uma grande quantidade de microorganismos inseridos no reator. Essa retenção é possível devido à formação dos biofilmes, que podem estar em suspensão no reator ou na forma de lodo aderido a um material suporte inerte.

Portanto, o desempenho do reator está intimamente ligado ao crescimento do biofilme, sendo o conhecimento deste parâmetro essencial para o monitoramento do processo. Diversos são os métodos de quantificação da biomassa presente no

meio suporte, a maioria baseados na gravimetria da amostra após evaporação e calcinação. Porém, quando submetida a uma temperatura superior aos 500 °C, a biopartícula perde massa do próprio meio suporte, interferindo na determinação da massa volatilizada correspondente ao biofilme.

O método da termogravimetria, empregado neste trabalho, permite monitorar cuidadosamente a perda de massa na medida em que a temperatura aumenta, permitindo estabelecer um limiar de temperatura que se não ultrapassado, impede a ocorrência de perda de massa a partir do material suporte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O reator anaeróbio de leito fluidificado (RALF) utilizado nesse estudo foi constituído por um tubo de acrílico com 10 cm de diâmetro, 300 cm de altura com volume aproximado de 20 litros. Como suporte sólido foi utilizado carvão ativado granular de diâmetro aproximado entre 0,30 a 0,84mm e massa específica igual a 0,350 g/cm³. Para o desenvolvimento do trabalho foi escolhido o efluente líquido gerado no processo produtivo de uma indústria de refrigerantes em Presidente Prudente SP. Na Figura 1 é apresentado um esquema do reator.

Com o objetivo de quantificar a evolução do biofilme na superfície dos grãos de carvão ativado foram realizados ensaios de termogravimetria (TG) no Laboratório de Análises Térmicas do departamento de Física, Química e Biologia da FCT-Unesp. A TG é uma técnica dinâmica na qual a perda de massa de uma amostra é medida continuamente, enquanto a temperatura é aumentada a uma taxa constante.

Para as análises da TG utilizou-se o equipamento da marca NETZSCH modelo 209, na faixa que varia desde temperatura ambiente até 900 °C, utilizando amostras de carvão ativado com massa de aproximadamente 5mg colocadas em um cadinho de alumina em atmosfera inerte de nitrogênio. A razão de aquecimento foi de 10°C por minuto.

Análises desenvolvidas a partir de amostras coletadas do leito do reator forneceram resultados que sofreram interferência devido à água presente nas mesmas. Dessa maneira, amostras preparadas para novos ensaios, passaram a ser objeto de um tratamento prévio que consistia na secagem das mesmas em estufa a 105 °C por cerca de 24 horas até massa constante.

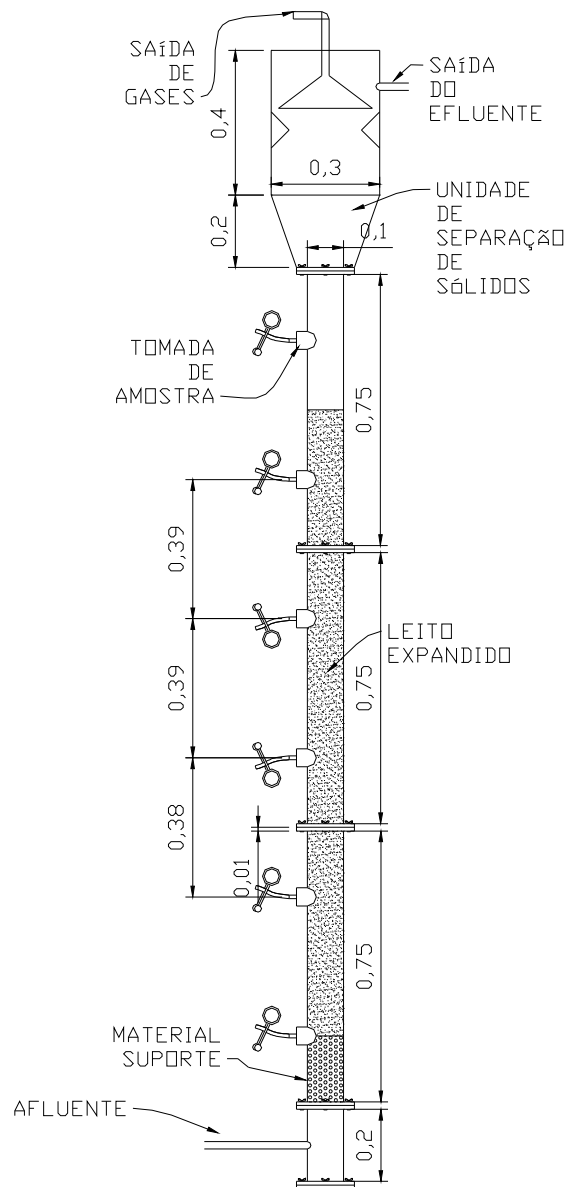


Figura 1. Esquema do reator anaeróbio de leito fluidificado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente foi realizada a análise do carvão puro, que não foi introduzido no reator anaeróbio de leito fluidificado, de modo a criar um parâmetro de comparação com as outras amostras retiradas do reator. A porcentagem de perda de massa dessa amostra pode ser observada através da linha em verde na

Figura 2, já a linha em vermelho representa a derivada desse parâmetro, indicando assim os pontos onde ocorre maior variação da massa com a temperatura. De acordo com a mesma figura podemos perceber que o carvão puro apresentou perda de 1,3% de massa até 150°C atribuída à água remanescente na amostra, e de apenas 4,72% de massa na faixa de

150 a 500°C. A partir dessa temperatura o carvão começou a perder massa até chegar a 18,7 % de perda a 900°C. Fixou-se assim a temperatura de 150°C como limite inferior e de 500°C como limite superior

para definir um intervalo de referência, de forma que a perda de massa nesse intervalo seja assumida como sendo material orgânico volátil (biofilme).

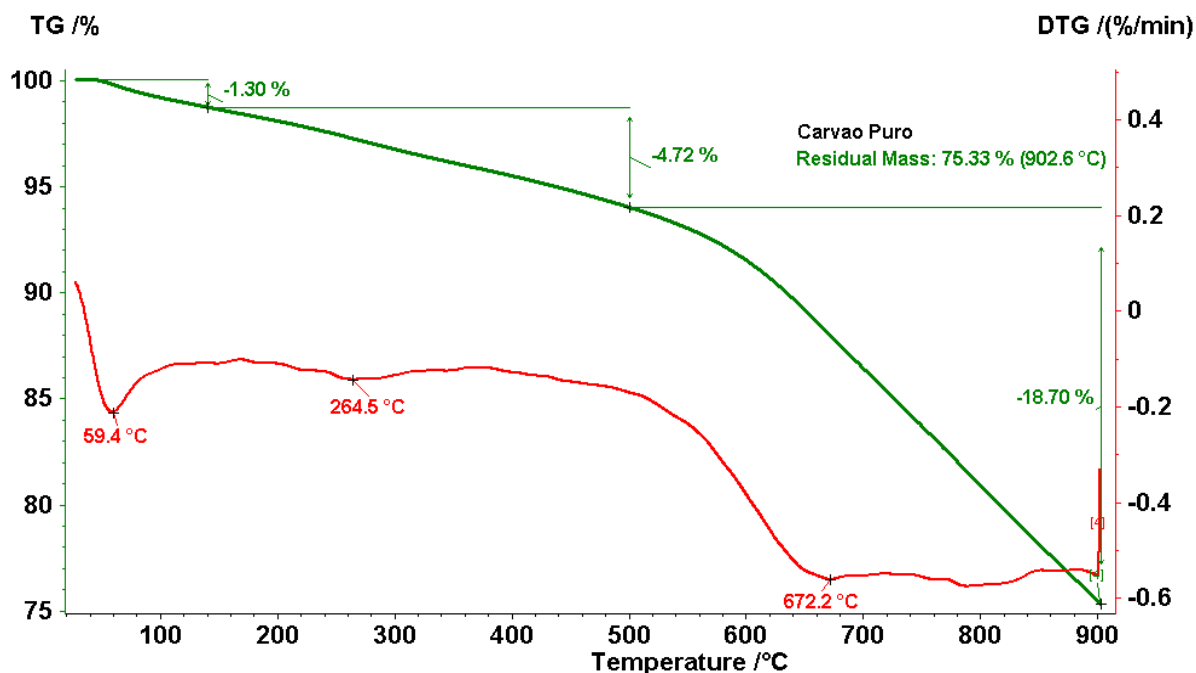


Figura 2. Análise da termogravimetria com carvão puro.

A primeira análise do carvão com biomassa (biopartícula) retirado da parte interna do reator foi realizada quando observações microscópicas acusaram o início do desenvolvimento do biofilme. Observando a Figura 3 pode-se perceber que houve perda de matéria orgânica na temperatura entre 150 e 500°C de em torno de 5,78%, o que comparado com o resultado obtido com o carvão puro,

indicaria que houve um pequeno crescimento do biofilme na superfície do grão de carvão. Na semana seguinte fez-se um novo teste com outra amostra de carvão retirada do reator de modo a acompanhar a evolução do biofilme no tempo. Notou-se uma evolução de perda de massa, para a mesma faixa de temperatura, de aproximadamente 10,34% (Figura 4), indicando maior crescimento do biofilme.

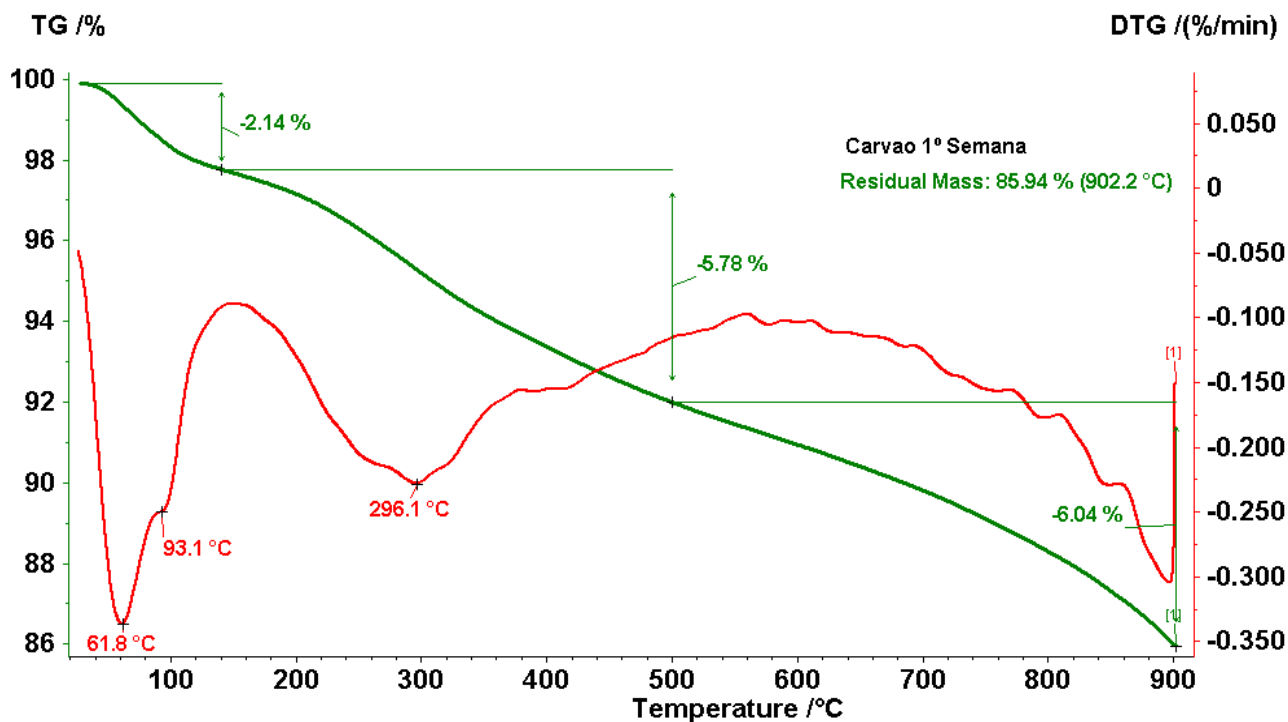


Figura 3. Primeira análise da termogravimetria com carvão ativado granular com biofilme do reator

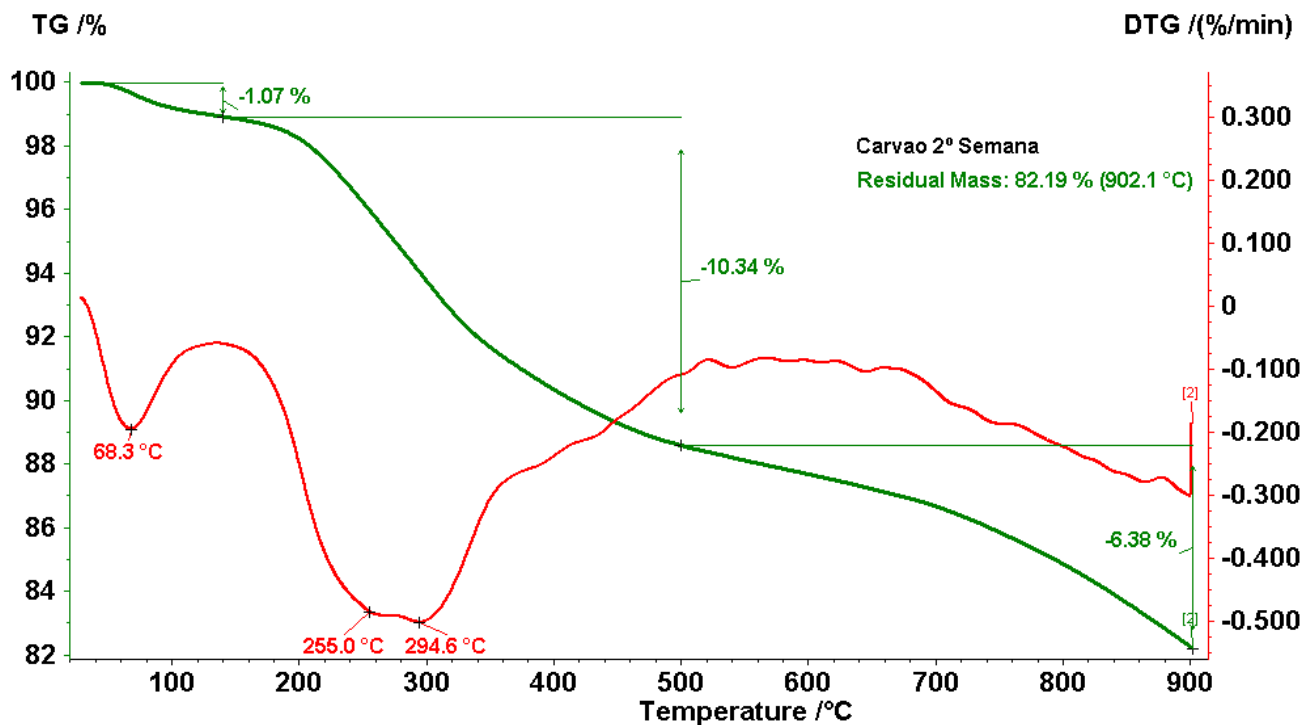


Figura 4. Segunda análise da termogravimetria do carvão ativado granular com biofilme do reator.

Sete dias depois da última amostragem, uma análise de TG foi efetuada constatando-se perda de matéria orgânica de 20,19% (Figura 5). Do mesmo modo, fez-se outra análise 20 dias depois, constatando uma perda de matéria orgânica

de 34,88% (Figura 6). Este aumento gradativo da perda de massa nessa mesma faixa de temperatura permitiu verificar e quantificar o aumento contínuo do crescimento do biofilme anaeróbio na superfície do meio suporte.

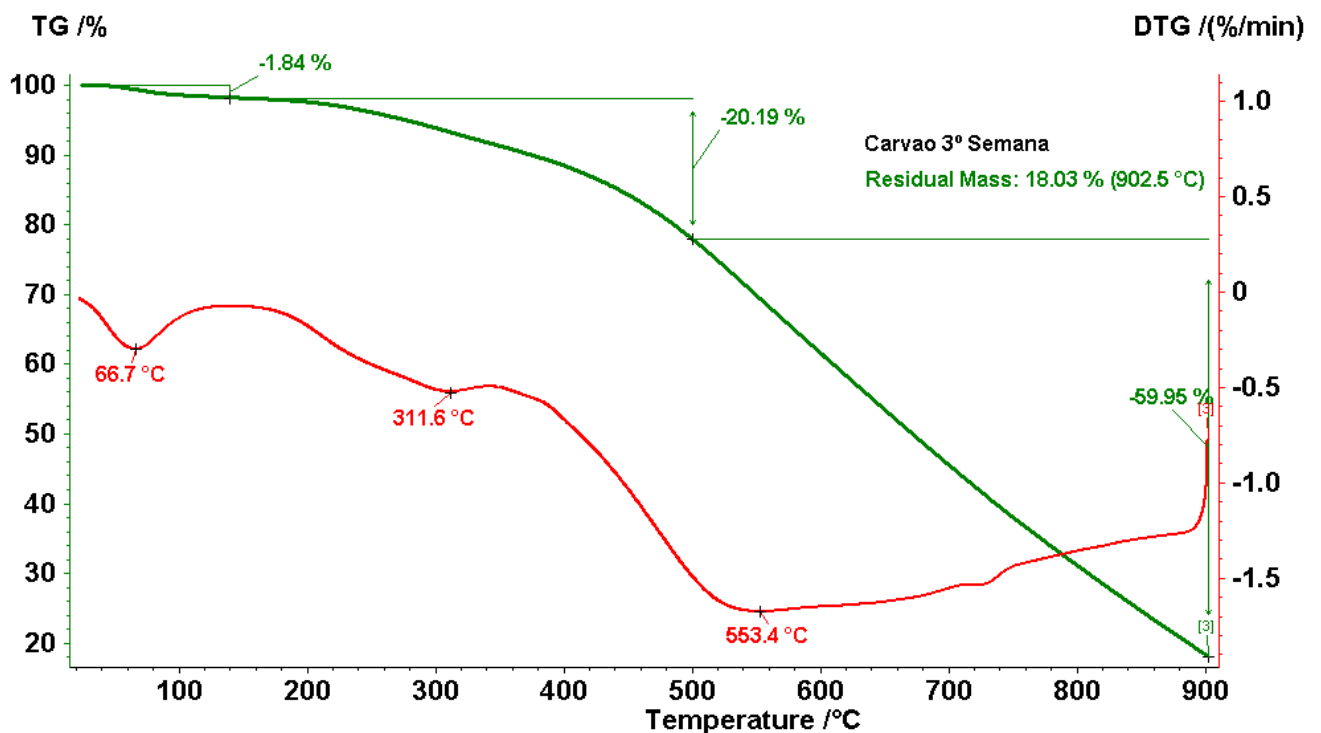


Figura 5. Terceira análise da termogravimetria do carvão ativado granular com biofilme do reator.

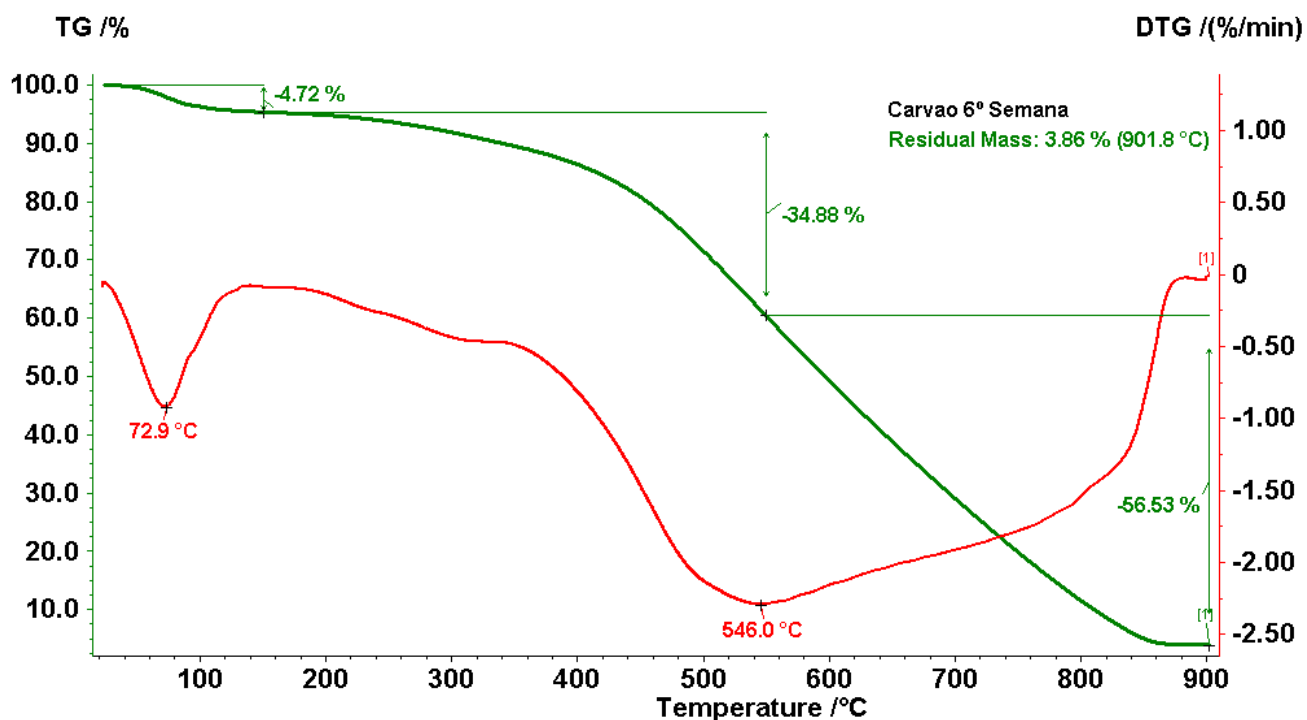


Figura 6. Quarta análise da termogravimetria do carvão ativado granular com biofilme do reator

Todas as análises de TG foram feitas com espectrofotômetro de infravermelho acoplado, para identificar os gases emanados durante a queima da amostra. Entretanto não houve diferença significativa entre os ensaios, verificando-

se pelo número de onda característico, que quase exclusivamente houve a presença de dióxido de carbono e vapor de água. Nas Figuras 7 a 11 verificam-se os resultados dos gases evaporados.

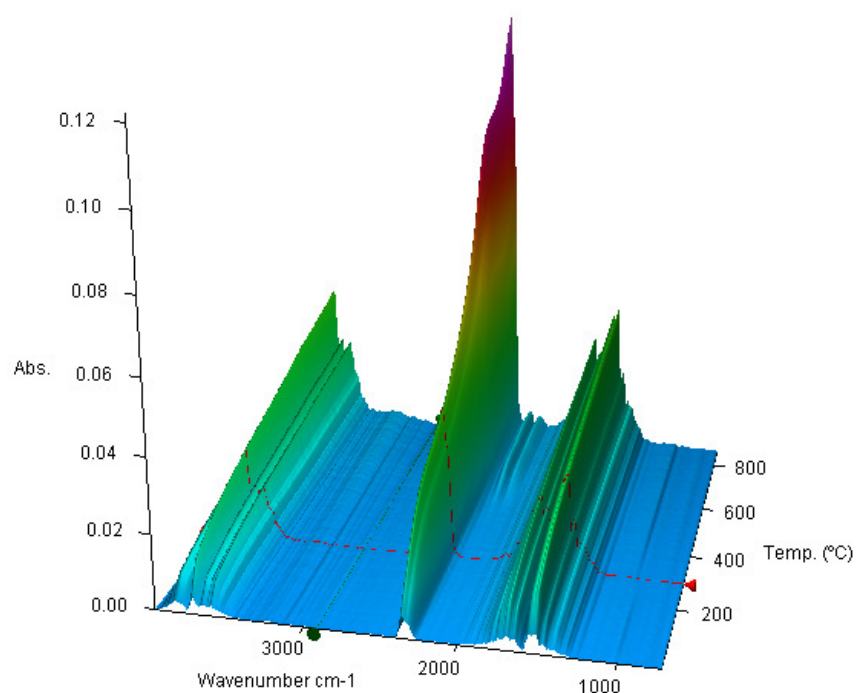


Figura 7. Análise dos gases do carvão ativado granular puro.

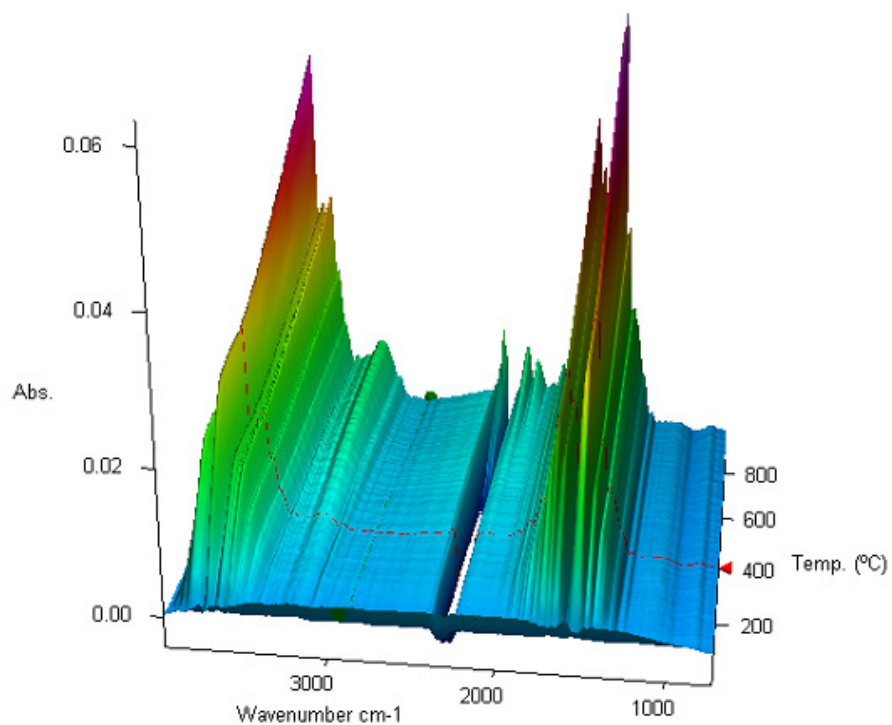


Figura 8. Análise dos gases do carvão ativado granular com biofilme da primeira semana.

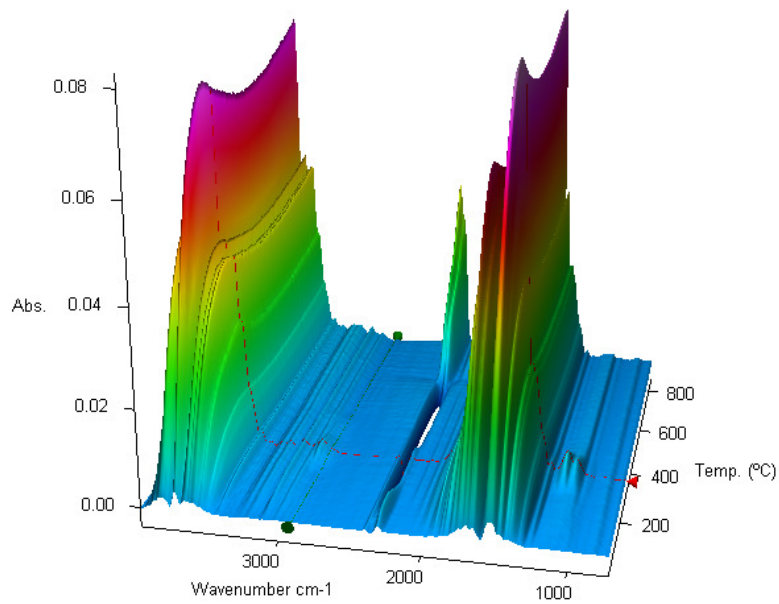


Figura 9. Análise dos gases do carvão ativado granular com biofilme da segunda semana

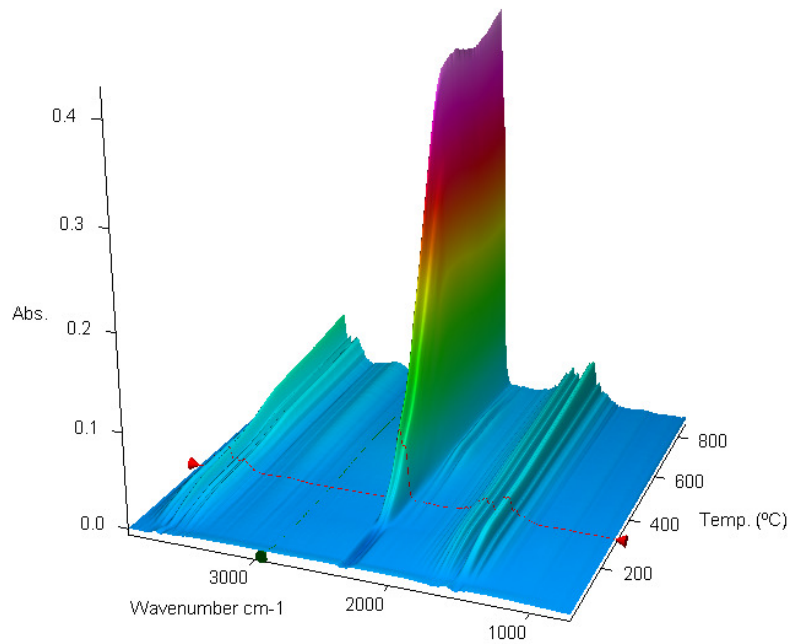


Figura 10. Análise dos gases do carvão ativado granular com biofilme da terceira semana.

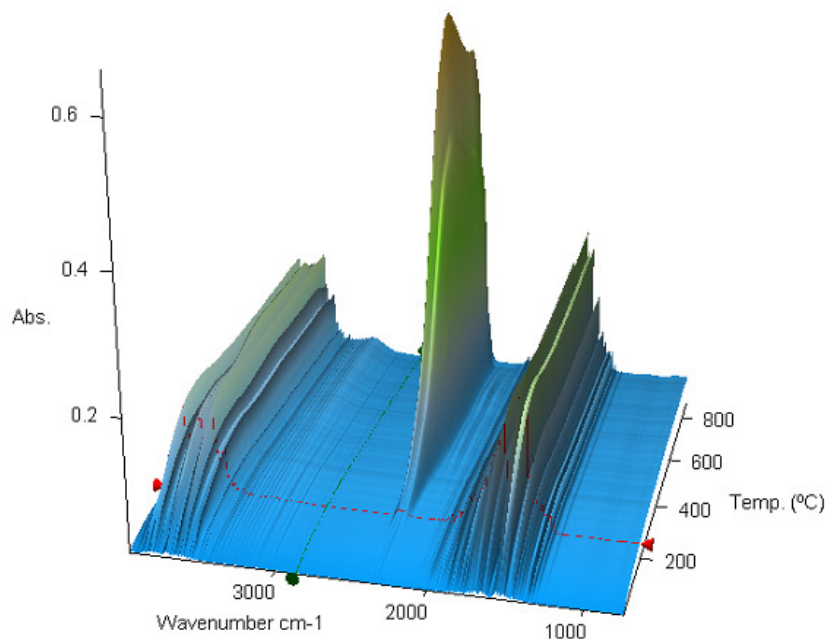


Figura 1. Análise dos gases do carvão ativado granular com biofilme da sexta semana.

4. CONCLUSÕES

Diante do exposto, verificou-se que o monitoramento do biofilme por meio de análises de termogravimetria se mostrou eficaz, uma vez que permite monitorar o crescimento contínuo da biomassa presente nas amostras de carvão ativado granular. Observou-se que o vapor de água presente no meio suporte interfere nos resultados e por esse motivo é necessário colocar as amostras na estufa à 105°C por um período de aproximadamente 24 horas.

A temperatura de 400 °C foi observada como sendo a máxima suportada pelo carvão ativado antes de sofrer perda de massa. Em decorrência disso, pode-se inferir que a massa perdida pelas amostras entre as temperaturas de 100 e 400°C pode

ser considerada como sendo biofilme aderido aos grãos.

As análises dos gases evaporados nos ensaios da TG obtiveram os mesmos resultados, indicando a presença de dióxido de carbono e vapor de água. Esperava-se detectar a presença de metano que poderia estar presente no interior das biopartículas analisadas, entretanto a presença desse gás não foi observada em nenhum dos ensaios. Isso pode ter ocorrido devido à volatilização do gás no tempo em que as amostras ficam na estufa.

5. REFERÊNCIAS

- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. 18ª edição, São Paulo, CETESB, 1993.

CAMPOS, J. R. Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo. Projeto PROSAB. 1 Ed. São Carlos, 2000.

GASPAR, P. M. F.- Pós- Tratamento de Efluente de Reator UASB em Sistemas de Lodo Ativado Visando a Remoção Biológica do Nitrogênio Associada à Remoção Físico-química do Fósforo. São Paulo, 2003. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Escola Politécnica

da Universidade de São Paulo-USP p.239.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e da Fundação para o Desenvolvimento da UNESP (FUNDUNESP).