

## **II-982 - AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE ORIGEM INDUSTRIAL POR REATOR UASB**

**Antonio Marcelo Magalhães Gomes<sup>(1)</sup>**

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *campus* Sobral. Mestrando em Tecnologia e Gestão Ambiental pelo IFCE *campus* Fortaleza.

**Sara Maria Paula da Rocha Rodrigues<sup>(2)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *campus* Sobral. Mestranda em Tecnologia e Gestão Ambiental pelo IFCE *campus* Fortaleza.

**Francisco Bruno Monte Gomes<sup>(3)</sup>**

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *campus* Sobral. Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

**Marcus Vinicius Freire Andrade<sup>(4)</sup>**

Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *campus* Fortaleza. Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Francisco Carvalho e Silva, 90 - Parquelândia - Fortaleza - Ceará - CEP: 60450-245 - Brasil  
- Tel: +55 (88) 9484-6935 - e-mail: [antonio.marcelo.magalhaes07@aluno.ifce.edu.br](mailto:antonio.marcelo.magalhaes07@aluno.ifce.edu.br)

### **RESUMO**

O emprego de reatores UASB no tratamento de efluentes sanitários constitui-se uma alternativa viável principalmente em países de clima tropical, como o Brasil. A consolidação do uso dessa tecnologia vem sendo bastante difundida, essencialmente por apresentar resultados satisfatórios quanto a remoção de matéria orgânica. O presente estudo tem como objetivo avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica em um sistema de reator UASB tratando esgotos de uma indústria localizada no município de Sobral- CE. Foi realizado o monitoramento dos parâmetros de pH, temperatura, matéria orgânica em termos de DQO, Sólidos e suas frações, nitrato, amônia, fósforo. Os resultados obtidos ao longo desta pesquisa apresentam-se abaixo dos valores propostos pela literatura, entretanto não foi encontrado nas produções científicas eficiência de remoção de fósforo em sistemas de reatores UASB. Sendo assim, dentro dos parâmetros analisados a eficiência de desempenho do reator UASB não foi satisfatória para atender as legislações ambientais vigentes, necessitando de melhorias dos aspectos hidráulicos no sistema. Portanto, dentro desta característica, faz-se necessário unidades de pós-tratamento a fim de permitir um efluente com qualidade mais acentuada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reatores UASB. Tratamento de Efluente. Digestão Anaeróbia.

### **INTRODUÇÃO**

O impacto do déficit de saneamento básico causado principalmente pelo lançamento de esgoto *in natura* ao meio ambiente, tem prejudicado a qualidade ambiental. Devido a essa problemática, há a adoção de técnicas de tratamento de efluentes e as legislações ambientais estão ficando cada dia mais rigorosas visando a diminuição dos problemas ocasionados pelo descarte inadequado desses resíduos líquidos.

Embora não exista uma solução que alcance integralmente a todos os requisitos exigidos, existem várias alternativas que são utilizadas e atingem em maior ou menor grau as principais exigências que devem ser observadas tanto nos aspectos técnicos e econômicos quanto ambientais e sociais.

No que diz respeito às indústrias do segmento de cimento, a origem dos efluentes são em grande maioria provenientes das etapas de sistemas de injeção e resfriamento das águas utilizadas diretamente no processo industrial ou incorporadas ao produto, além dos efluentes de características sanitárias.

Sendo assim, em função da elevada carga orgânica e do grau de complexidade decorrente da composição dos efluentes industriais característicos de empresas desta natureza, faz-se necessário um alto grau de tratamento dos efluentes gerados dos processos, exigindo assim uma combinação dos sistemas de tratamento para remoção eficiente dos poluentes.

No Brasil, os processos de tratamento anaeróbio de esgotos domésticos em reatores é uma tecnologia que está a cada dia se disseminando devido às diversas vantagens que fizeram com que esses reatores se encontrem em larga aplicação no país e no mundo (CHERNICHARO, 1997).

Apesar das diversas vantagens, por outro lado, os reatores não são capazes de depurar os efluentes ao nível de atendimento estabelecido pelas legislações ambientais, sendo assim, é necessária uma etapa de pós-tratamento complementar. Para esta etapa dá-se o nome de polimento do esgoto (ANDRADE NETO; CAMPOS, 1999).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica de efluente industrial de uma indústria de produção de cimentos constituído de sistema UASB e Filtro Submerso Aerado (FSA) visando o desempenho do processo a partir da qualidade do esgoto tratado para ser aproveitado na própria indústria.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo foi desenvolvido em indústria do segmento de cimentos localizada na cidade de Sobral, município do Estado do Ceará. A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) se encontra operando há cerca de pelo menos 5 anos, com vazão média de 50 m<sup>3</sup>/h e deve atender aos requisitos para fins não potáveis objetivando a utilização na própria indústria.

O estudo foi desenvolvido durante o período de dezembro de 2019 a março de 2020, divididos em quatro campanhas.

A frequência de coleta de amostras para realização dos ensaios ocorreu semanalmente em pontos distintos (entrada e saída do reator UASB), a fim de avaliar a qualidade efluente final da ETE e o desempenho do tratamento. O preparo de material de coleta dava-se através de frascos de polietileno devidamente higienizados e identificados, correspondentes a cada ponto de coletas.

Para evitar possíveis alterações na obtenção dos dados, o material era encaminhado para o local de coleta dentro de isopor devidamente fechado. Assim, as amostras eram preservadas por mais tempo sob condições reais de estudo.

O sistema de tratamento da ETE é constituído de tratamento preliminar onde ocorre a separação de óleos através da caixa de gordura instalada a montante da estação, um sistema de retenção de areia e gradeamento para remoção de sólidos grosseiros. Após esta etapa, o líquido é recalcado para o reator UASB onde ocorre a primeira etapa de tratamento biológico.

Nesse sistema, a matéria orgânica vai ser estabilizada através de microrganismos anaeróbios para em seguida ser enviado a uma unidade de pós-tratamento, neste caso, utiliza-se de um Filtro Submerso Aerado (FSA) responsável por melhorar a qualidade do efluente.

Para determinação da eficiência do sistema, foram realizadas rotinas de análise para o esgoto bruto e esgoto tratado. Os parâmetros físico-químicos seguiram o preconizado pela *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), conforme é mostrado na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros analisados.

| PARÂMETROS                        | MÉTODO              |
|-----------------------------------|---------------------|
| pH                                | Potenciométrico     |
| Temperatura                       | Termômetro          |
| Sólidos Totais                    | Gravimétrico        |
| Sólidos Voláteis Totais           | Ignição – 550° C    |
| Sólidos Fixos                     | Gravimétrico        |
| Nitrato                           | Espectrofotométrico |
| Amônia                            | Nessler             |
| Fósforo                           | Volumétrico         |
| Demanda Química de Oxigênio - DQO | Colorimétrico       |
| Oxigênio Dissolvido - OD          | Winkler             |

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas figuras 1 a 7, estão apresentados os resultados obtidos para cada parâmetro monitorado.

Em relação à temperatura durante as campanhas de monitoramentos das amostras afluente e efluente do reator UASB da estação em estudo, se mantiveram na faixa de 29,2 e 28° C respectivamente.

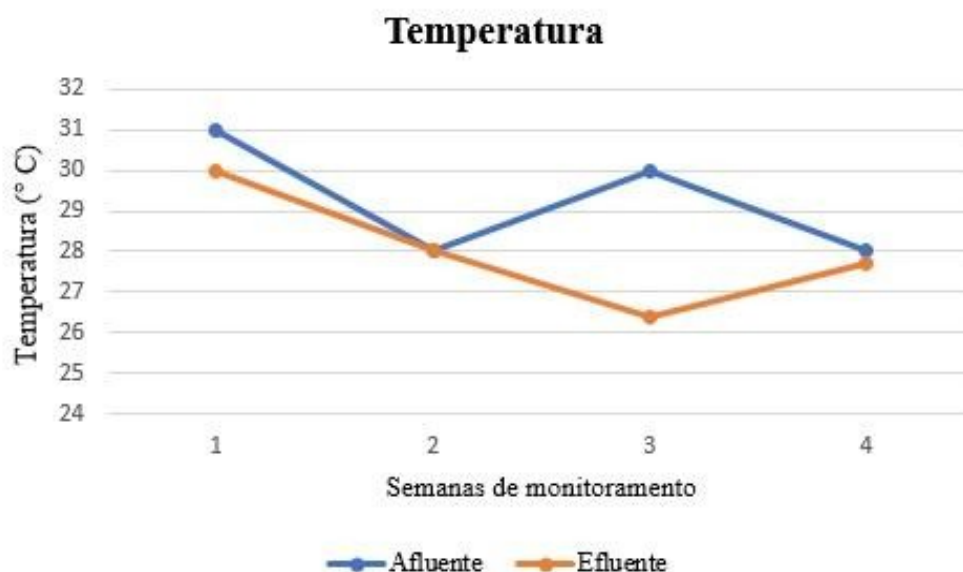
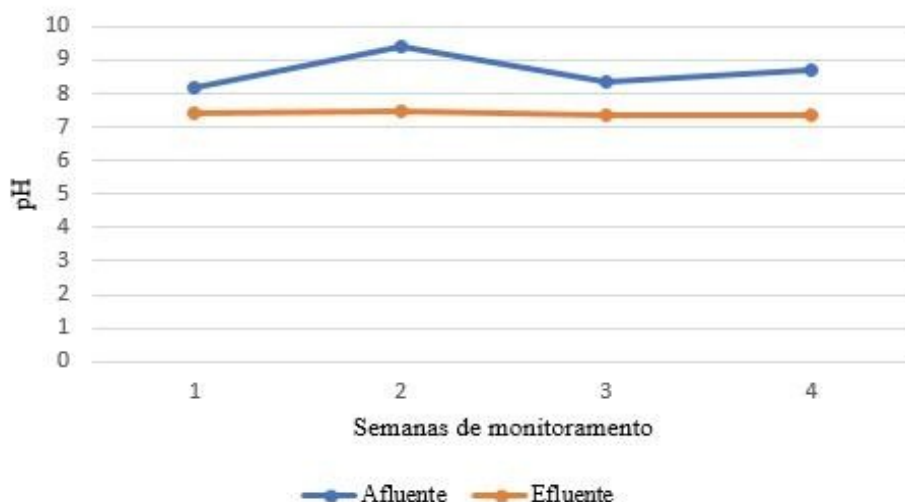


Figura 1: Gráfico de temperatura dos pontos de amostragem durante as semanas de monitoramento.

Verificou-se que o reator UASB estudado recebeu efluente com temperatura dentro da faixa ótima associada à digestão anaeróbia. Segundo Silvino et al (2017) a influência da temperatura no funcionamento de reatores de manta de lodo é relacionada com o desempenho dessas unidades, sendo mais adequado para os locais com temperaturas dos esgotos sanitários superiores a 20° C.

Os valores médios de pH oscilaram entre 7,4 e 8,7 na entrada e 7,4 e 8,2 na saída do reator UASB. Outrossim, houve um acréscimo desse indicador na semana 2, na qual registrou valor igual a 9,41.

### Resultados dos valores de pH monitorados

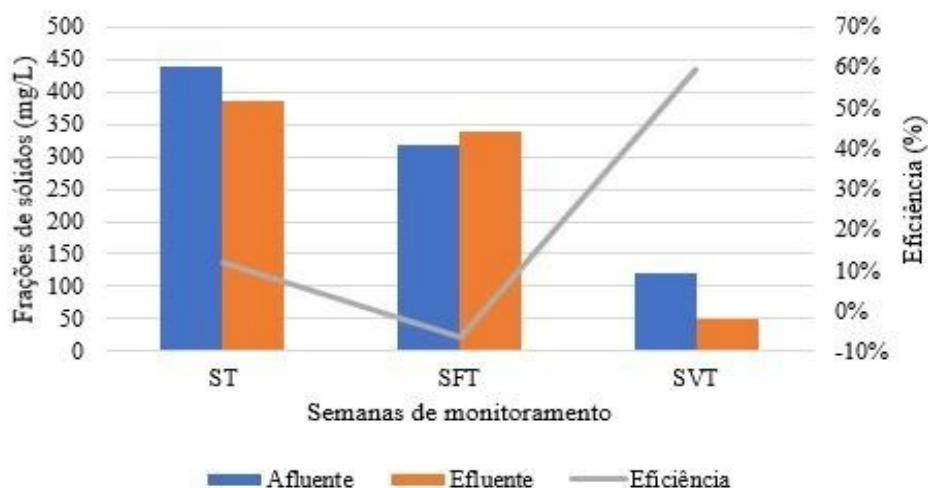


**Figura 2: Valores de pH dos pontos de amostragem durante as semanas de monitoramento.**

Os resultados da amostra efluente apresentaram-se próximo a neutralidade, indicando que o processo de digestão anaeróbia se manteve estável no sistema. Segundo Chernicharo (1997) na formação de metano, os microrganismos produtores têm um crescimento ótimo na faixa de pH entre 6,6 e 7,4, embora se possa conseguir estabilidade em uma faixa mais ampla, entre 6,0 e 8,0.

Em relação aos sólidos totais, registrou-se durante o período em estudo, valores médios de 289 mg/L correspondentes à amostra afluente, enquanto para amostra efluente verificou-se valor de 359,6 mg/L. Em relação aos teores de SV, observa-se que os resultados se mantiveram compatíveis durante todo o período em estudo.

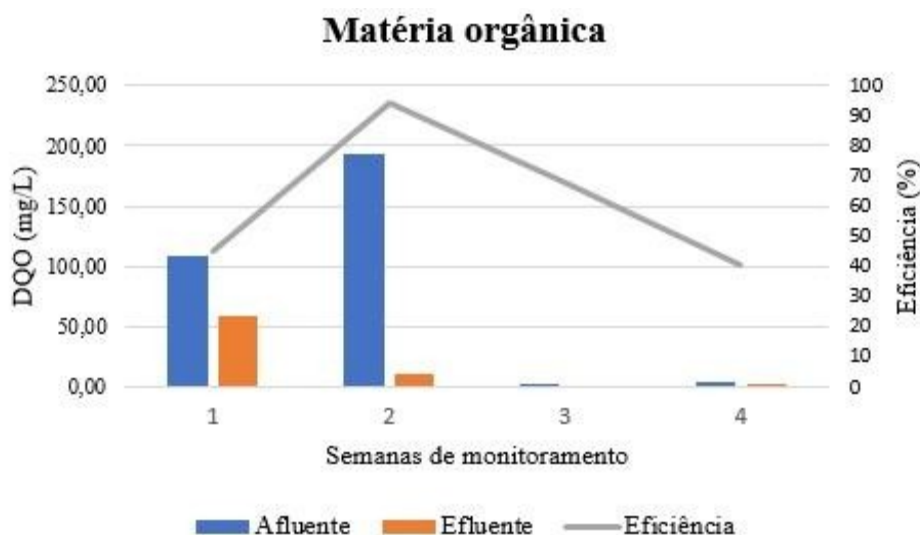
### Concentrações médias das frações de sólidos



**Figura 3: valores médios das concentrações de sólidos**

De acordo com Rocha et al (2016) os reatores UASB são susceptíveis a variações bruscas de vazão afluente, quando ocorre proporciona uma elevação na velocidade ascensional do esgoto em tratamento propiciando uma redução na eficiência do decantador, pois aumenta a expansão da manta de lodo e, assim, provoca um maior aporte de sólidos que serão descartados junto ao efluente.

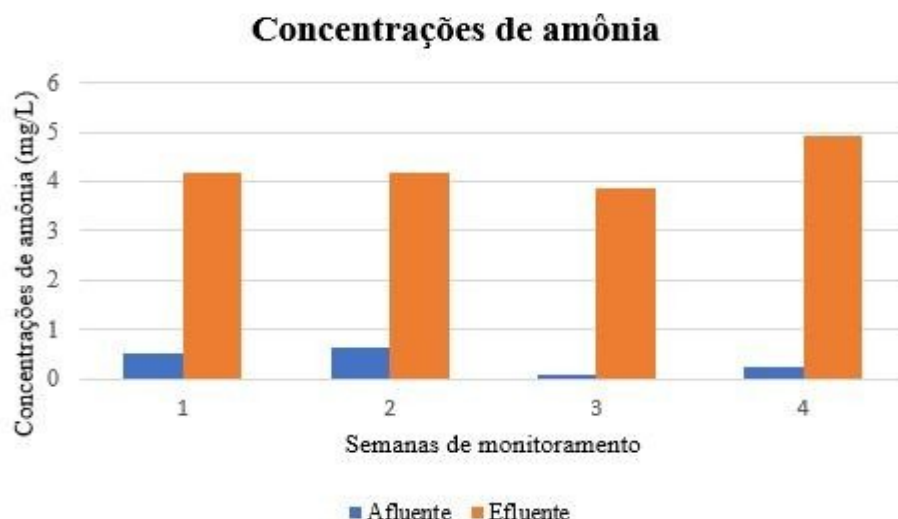
Percebe-se, a partir da representação gráfica uma drástica redução das concentrações de matéria orgânica em termos de DQO afluente ao reator a partir da segunda semana de monitoramento, notando assim, uma mudança significativa no comportamento do gráfico.



**Figura 4: Variação das concentrações de remoção de matéria orgânica ao longo do estudo**

De acordo com Oliveira (2019) a oscilação em termos de DQO pode estar associada ao baixo teor de matéria orgânica biodegradável no efluente, resultando elevadas concentrações de materiais particulados (SST) que são removidos no processo de tratamento primário.

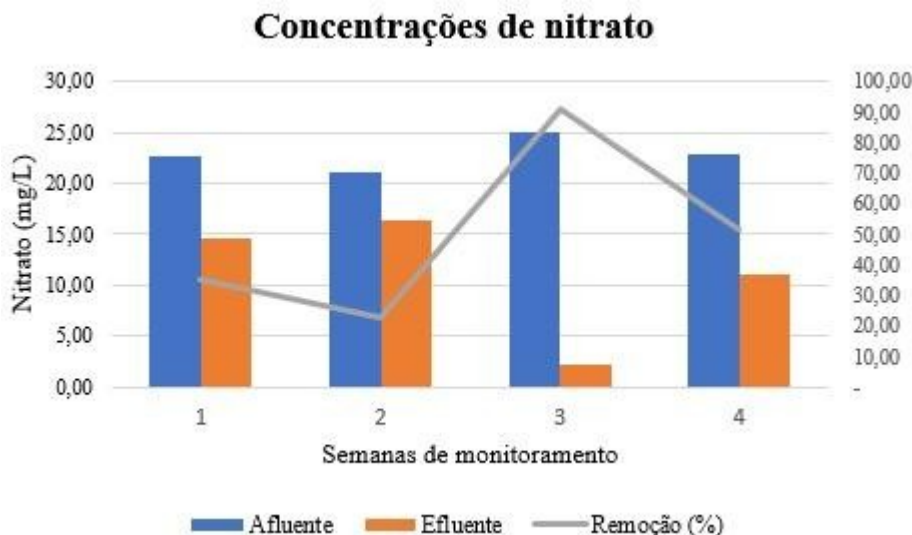
Para os dados de nitrogênio amoniacal monitorados, os valores médios para a amostra afluente e efluente foi de 0,37 e 4,28 mg/L respectivamente.



**Figura 5: Variação das concentrações de amônia ao longo do estudo.**

Percebe-se que as condições não constatarem a ocorrência de nitrificação no sistema, que é realizada principalmente por bactérias aeróbias e consiste no processo biológico por meio do qual o nitrogênio amoniacal é oxidado a nitrito e, posteriormente, a nitrato. Na verdade, se a concentração de amônia aumentou, houve amonificação, curiosamente.

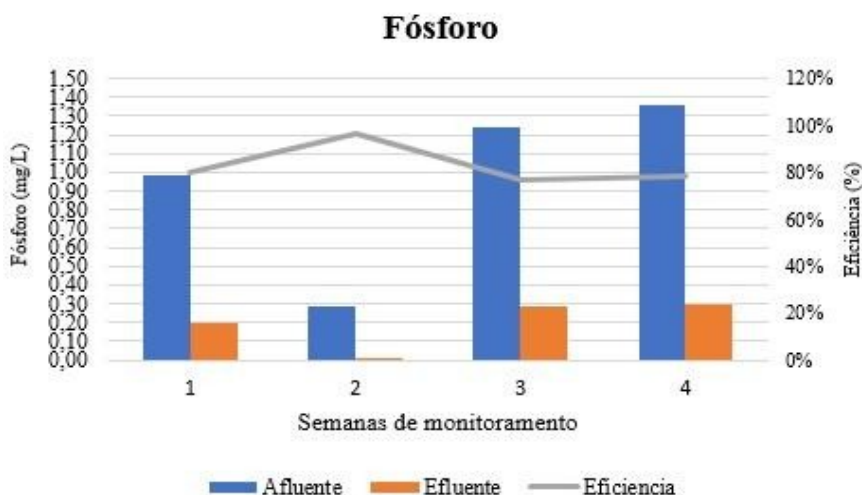
Quanto aos dados de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) referentes às semanas de monitoramento, observou-se que houve variação na concentração de  $\text{NO}_3^-$  ao longo do período em estudo. A concentração média afluente para as amostras coletadas foi de 22,9 mg/L, por outro lado, para amostra efluente a concentração média foi de 11,06 mg/L.



**Figura 6: Variação das concentrações de nitrato ao longo do estudo**

Haja vista que em processos caracterizados de reatores UASB a remoção de nutrientes seja uma das desvantagens destes sistemas, neste estudo especificamente, em razão das condições predominantemente anaeróbias o nitrato esteja sendo utilizado como receptor de elétrons, o que implica em um processo de desnitrificação.

Para fósforo, obteve-se na amostra afluente o valor médio foi de 0,967 mg/L e de 0,197 mg/L para amostra efluente. A percentagem média de remoção de fósforo total, durante o período de monitoramento do sistema, foi da ordem de 83%.



**Figura 7: Variação das concentrações de remoção de fósforo ao longo do estudo.**

Os resultados obtidos ao longo desta pesquisa para fósforo, apresentaram-se abaixo dos valores propostos pela literatura, entretanto não foi encontrado nas produções científicas eficiência de remoção de fósforo em sistemas de reatores UASB convencionais.

## **CONCLUSÕES**

Os reatores UASB constituem-se em importantes sistemas de tratamento de esgotos domésticos, tendo em vista sua capacidade de remoção de matéria orgânica que resulta em outras vantagens, como por exemplo, grandes economias de área.

Entretanto, as condições avaliadas neste estudo revelaram intervenientes quanto ao seu desempenho, a remoção de nutrientes mostrou-se limitada, com elevadas variações nas concentrações efluentes de nitrogênio amoniacal, além de indicar queda de desempenho. Além disso, os resultados encontrados para remoção de fósforo apresentam-se abaixo dos valores propostos pela literatura.

Entre outros fatores estão a oscilação quanto a remoção de matéria orgânica, de acordo com os dados obtidos no estudo o sistema apresentou variabilidade, tendo em vista que esses processos de tratamento apresentam elevada eficiência de remoção deste indicador.

Sendo assim, dentro dos parâmetros analisados, a eficiência de desempenho do reator UASB não foi satisfatória para atender as legislações ambientais vigentes, necessitando de melhorias dos aspectos hidráulicos no sistema. Portanto, dentro desta característica, faz-se necessário unidades de pós-tratamento a fim de permitir um efluente com qualidade mais acentuada.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. CERNICHARO, C. A. L. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Reatores Anaeróbios. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2016.
2. OLIVEIRA, L.R.P. de. Biodigestor. In: VII Simpósio Goiano de Avicultura e II Simpósio Goiano de Suinocultura. 2005, p. 4-8.
3. SILVINO, A.N.O. Estudo da eficiência de um reator UASB no tratamento de efluentes de uma indústria cervejeira.