

**II-087 - DESENVOLVIMENTO E OPERAÇÃO DE REATOR ANAERÓBIO DE MANTA DE LODO (UASB) EM ESCALA LABORATORIAL NO TRATAMENTO E VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA DE LODOS PROVENIENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS DE BLUMENAU – SC**

**Aline Till<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Química e Bolsista PIBIC/CNPq, FURB – Universidade Regional de Blumenau.

**Danieli Schneiders**

Bióloga, Mestranda em Engenharia Ambiental pela FURB – Universidade Regional de Blumenau.

**Leandro Mazzuco de Águida**

Químico, Mestrando em Engenharia Ambiental pela FURB – Universidade Regional de Blumenau.

**Joel Dias da Silva**

Doutor em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau.

**Adilson Pinheiro**

Doutor em Química e Física Ambiental e Coordenador do PPGEA – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da FURB – Universidade Regional de Blumenau

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua São Paulo, 3250, Itoupava Seca – Blumenau – SC – CEP: 89030-000 – Brasil – Fone: (47) 3221-6077 – e-mail: [alinetill@hotmail.com](mailto:alinetill@hotmail.com)

## **RESUMO**

Blumenau é considerada a capital do pólo têxtil catarinense, tido como o segundo maior do mundo, com mais de 120 grandes empresas e um total de 339 unidades. A indústria têxtil representa um importante setor da economia brasileira e mundial, tendo experimentado considerável crescimento nos últimos anos. Como consequência, essa indústria tem aumentado a produção de efluentes, sendo um potencial contribuinte à degradação do ambiente. O lodo é um produto semi-sólido que tem origem nos tratamentos primários e secundários das ETE's de águas residuárias destas unidades. Os lodos têxteis são de composição variável e normalmente possuem teores elevados de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e micronutrientes. O interesse pela produção de compostos orgânicos a partir de lodos industriais tem crescido como alternativa tanto de redução do volume quanto de obtenção de um produto a ser utilizado em solos agrícolas. Dentre os benefícios gerados pela utilização adequada do lodo residual pode-se citar a produção de energia elétrica. Várias técnicas de aproveitamento de biomassa estão em fase de desenvolvimento e aplicação. Dentre as tecnologias de utilização da biomassa em conversão energética estão os processos termoquímicos (como a combustão direta e gaseificação) e os biológicos (digestão anaeróbia), que podem ser monitorados em reatores, como o escolhido para o projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo Têxtil, Tratamento, Reator UASB, Valorização Energética.

## **INTRODUÇÃO**

As indústrias têxteis constituem fator de grande importância na economia brasileira, e o Estado de Santa Catarina concentra um grande número dessas indústrias, algumas das mais importantes desse setor no Brasil, instaladas principalmente na região do Vale do Itajaí (ZANOTELLI et al., 2009). Blumenau é considerada a capital do pólo têxtil catarinense, tido como o segundo maior do mundo, com mais de 120 grandes empresas e um total de 339 unidades. A indústria têxtil representa um importante setor da economia brasileira e mundial, tendo experimentado considerável crescimento nos últimos anos (LIMA, 1999).

Como consequência, essa indústria tem aumentado a produção de efluentes, sendo um potencial contribuinte à degradação do ambiente. Em estações de tratamento de efluentes, a geração de resíduos, em especial lodo, é uma constante, fazendo-se necessário o uso de alternativas para seu gerenciamento. A remoção dos poluentes no tratamento, de forma a adequar o lançamento a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente está associada aos conceitos de nível de tratamento e eficiência de tratamento (VON SPERLING, 1996).

Os efluentes das estações de tratamento normalmente são lançados nos recursos hídricos, e para isso, devem ter as concentrações dos parâmetros condizentes com a legislação ambiental vigente e específica para cada país, estado ou município. O lodo é um produto semi-sólido que tem origem nos tratamentos primários e secundários das ETE's de águas residuárias destas unidades. Os lodos têxteis são de composição variável e normalmente possuem teores elevados de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e micronutrientes (MARTINELLI, 2002).

O interesse pela produção de compostos orgânicos a partir de lodos industriais tem crescido como alternativa tanto de redução do volume quanto de obtenção de um produto a ser utilizado em solos agrícolas. Como opção de desenvolvimento de novas fontes de energia, as biomassas - lodos, apresentam-se com um enorme potencial de aproveitamento para o setor energético considerando as condições climáticas e de demanda brasileira, bem como os demais resíduos sólidos gerados nos processos produtivos, que geralmente são dispostos em aterros industriais e sanitários sem nenhum tipo de aproveitamento energético (VIEIRA, 2004).

Várias técnicas de aproveitamento de biomassa estão em fase de desenvolvimento e aplicação. Dentre as tecnologias de utilização da biomassa em conversão energética estão os processos termoquímicos (como a combustão direta e gaseificação) e os biológicos digestão anaeróbia (ANEEL, 2011).

Desta forma, o meio técnico-científico vem se dedicando cada vez mais na busca de tecnologias alternativas para o tratamento de efluentes, bem como do lodo. Destaca-se o processo de digestão anaeróbia em reatores, como o reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo, em inglês *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB), uma derivação do RAFA, Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente – RAFA, desenvolvidos e aplicados inicialmente na Holanda. Este processo se baseia na decomposição biológica da matéria orgânica através do crescimento bacteriano disperso. Os principais produtos finais da decomposição são o dióxido de carbono e o metano (biogás), sendo que este último pode ser utilizado como fonte alternativa na geração de energia. Além desta, outra grande vantagem desse processo é a baixa produção de lodo biológico (BORGES; SELLIN, 2008; MEYSTRE, 2007).

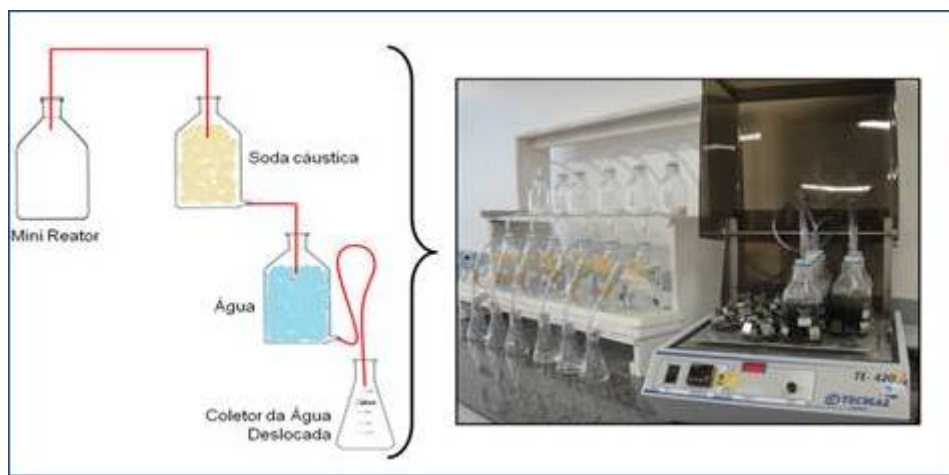
Tornam-se importantes então, os estudos da dinâmica de reatores anaeróbios do tipo UASB, desde a escolha do inóculo para o início das atividades, bem como sua partida e monitoramento, seja em escala laboratorial ou em escala real (SCHNEIDERS, 2011). Preocupada com os impactos ambientais gerados em suas atividades produtivas uma empresa Blumenauense do ramo têxtil, está em busca de melhorias no seu sistema de tratamento de efluentes de forma a minimizar o lodo gerado no processo final, que são destinados a um aterro industrial. Embora os resíduos estejam sendo acondicionados corretamente, sua minimização representa benefícios econômicos e ambientais, tanto para a empresa quanto para a sociedade.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente bruto utilizado para alimentar o reator UASB será coletado numa estação de tratamento de efluentes (ETE) de uma indústria têxtil do município de Blumenau – SC. O ponto de coleta do efluente bruto sempre será antes da entrada do mesmo na ETE da indústria, e passará por um processo de caracterização antes da partida do reator. Lodo resultante do processo de tratamento do efluente na empresa também será objeto de estudo nesta pesquisa, sendo submetido à uma caracterização de sua composição físico-química, bem como o seu potencial em produzir metano.

Para a determinação da Atividade Metanogênica Específica do Lodo, a biomassa utilizada será proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos da Empresa, da região de Blumenau, SC. No lodo foram analisados os sólidos suspensos voláteis ( $\text{g.L}^{-1}$ ), para o cálculo da concentração da biomassa inicial, alcalinidade, acidez volátil total e pH. As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com *Standard Methods* (APHA, 1995).

O teste de atividade metanogênica específica (AME) de acordo com Monteggia (1997) deverá ser realizado em incubadora rotativa orbital à 160rpm e temperatura 35°C. Todo gás metano a ser produzido poderá ser medido em gasômetro, que segundo a metodologia a ser adaptada, será constituído de cilindros de vidro graduados de 500mL e colocados em recipiente com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 3% e indicador fenolftaleína, conforme recomendado por SOARES (1997). A Figura 1 mostra o esquema adotado.

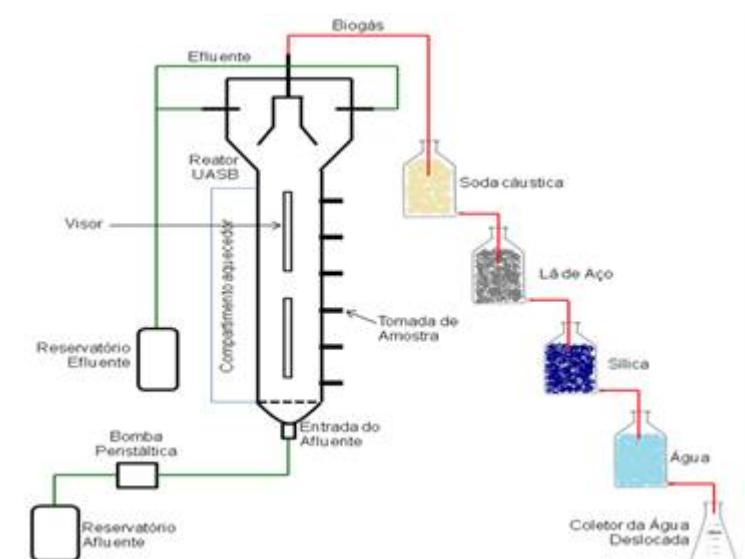


**Figura 1: Aparato desenvolvido para o teste de atividade metanogênica específica.**

Em seguida, as leituras do volume de gás serão corrigidas para a pressão atmosférica normal, para compensar a coluna de líquido no tubo do gasômetro, e o parâmetro AME do lodo têxtil e do lodo do reator serão calculadas, relacionando-se a quantidade de metano produzido em mL pela biomassa em grama de SSV e pelo tempo, em horas, de acordo com a seguinte expressão.  $AME = \frac{\text{Produção de gás (ml)}}{\text{CSSVT} \times \text{tempo (h)}} \times \text{CSSV} - \text{Biomassa}$ .

Quanto ao aparato experimental, o reator UASB foi construído em aço inox, com 11 cm de largura, 11 cm de comprimento e 120 cm de altura, totalizando um volume útil de 14,7L. Ele conta com seis pontos de amostragem, com alturas diferentes no corpo do mesmo. O percolado (efluente têxtil bruto) entrará pela parte inferior do reator percorrendo-o ascendentemente.

O reator terá duas saídas na parte superior, uma para o efluente tratado e uma para o biogás produzido. Nas laterais do reator terá um compartimento com isolante de lã de vidro e através de um termostato será possível o controle da temperatura interna do reator em torno dos 35°C. Também haverá um visor em cada lado do reator para acompanhar o que ocorre no interior do mesmo. Para o seu dimensionamento e consequente monitoramento do biogás produzido, tomou-se como base as pesquisas conduzidas por Pinto (2006).



**Figura 2 – Desenho esquemático do reator UASB que será utilizado no experimento e o sistema de frascos que será usado para a medição do volume de biogás produzido.**

## RESULTADOS

O teste de atividade metanogênica e degradabilidade do resíduo foram realizados durante os meses de fevereiro a julho de 2011, e os resultados obtidos em gCH<sub>4</sub> por dia, e em dDQO degradada por gSSV são apresentados nos gráficos 1, 2, 3 e 4.

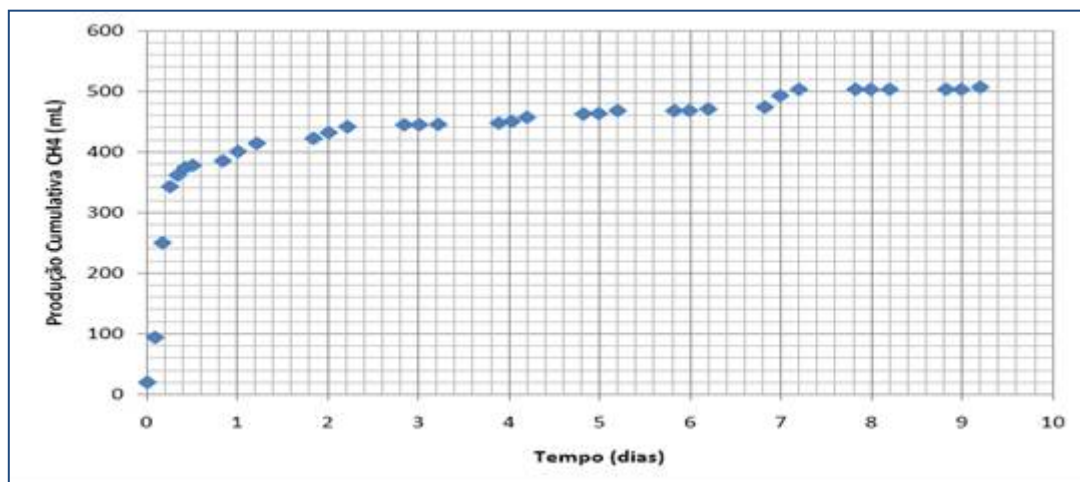


Gráfico 1: Produção cumulativa de CH<sub>4</sub> para o lodo de indústria alimentícia.

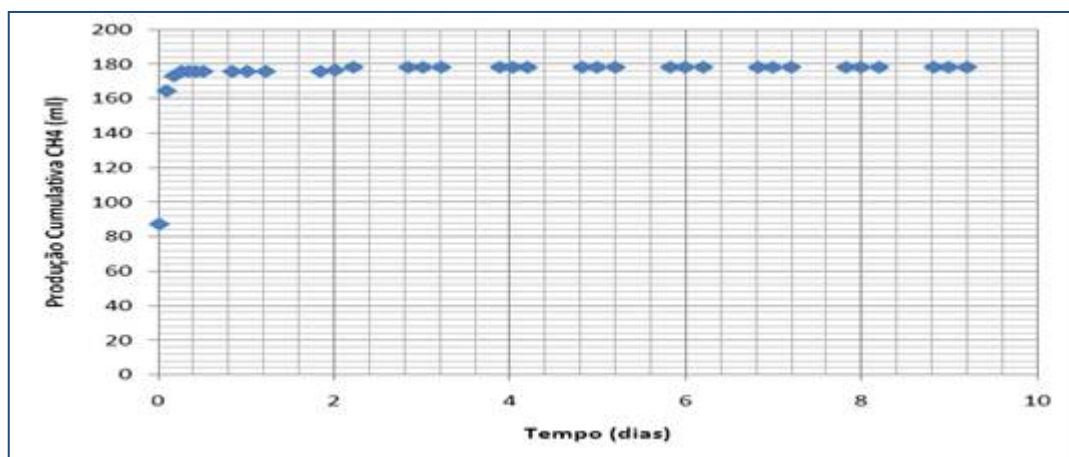


Gráfico 2: Atividade metanogênica específica para o lodo de indústria alimentícia.

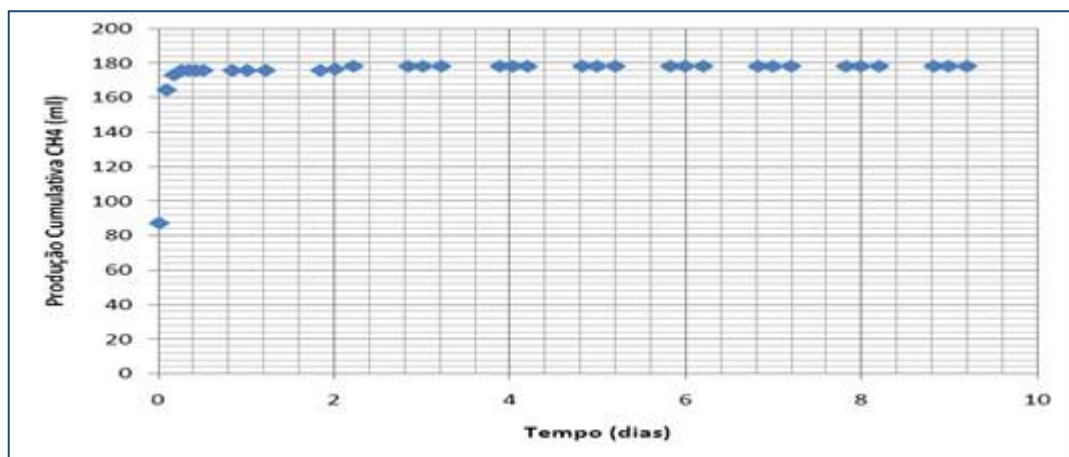
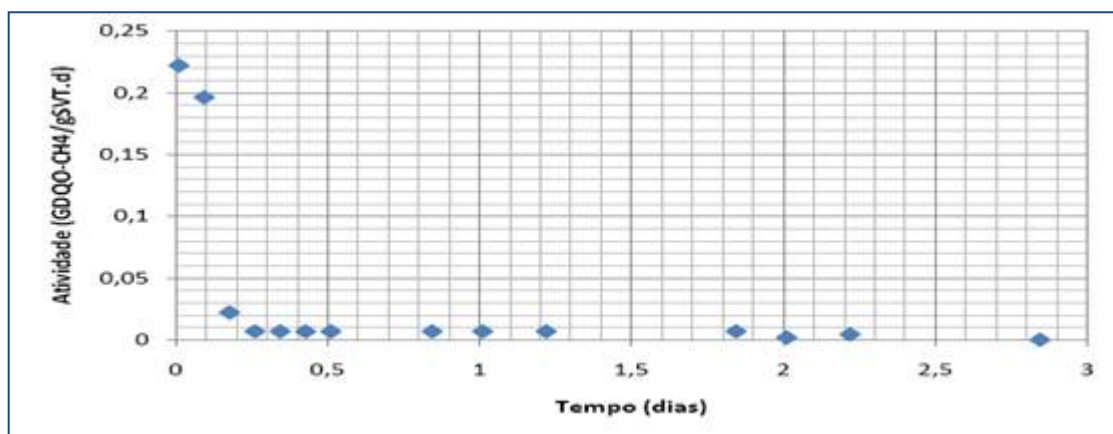


Gráfico 3: Produção cumulativa de CH<sub>4</sub> para o lodo de indústria têxtil.



**Gráfico 4: Atividade metanogênica específica para o lodo de indústria têxtil.**

A quantidade de inóculo utilizada em cada mini-reator foi calculada tendo por base os estudos de Soares; Hirata (1997), nos quais o volume é determinado a partir das concentrações de sólidos suspensos voláteis, que são 2,735g/L para o lodo têxtil e 5,02g/L para o lodo de indústria alimentícia e a quantidade de biomassa utilizada em ambos foi definida conforme Chernicharo (1997), 2,5g de DBO/L. Nestas condições os resultados mostraram que a atividade metanogênica específica máxima encontrada para o lodo da indústria alimentícia foi de 1,29gDQO-CH<sub>4</sub>.gSSV-1d-1 enquanto para o lodo têxtil observa-se um valor muito inferior, 0,45gDQO-CH<sub>4</sub>.gSSV-1d-1, o que confirma os dados encontrados por Rocha (2003), mostrando que a atividade metanogênica específica é bem maior para o lodo granular, no caso o proveniente de indústria alimentícia, do que no lodo floculento proveniente de indústria têxtil.

Essa afirmação é apoiada por Rocha et al, (2001), que ao pesquisar lodo de cervejaria e de fábrica de alimentos, chegou aos resultados para a 1ª alimentação do reator com lodo de cervejaria foi de 1,12 g DQO-CH<sub>4</sub>/g SSV.d, enquanto que a da fábrica de alimentos foi de 0,80 g DQO-CH<sub>4</sub>/g SSV.d. Na 2ª alimentação os resultados foram 1,74 e 1,20 g DQO-CH<sub>4</sub>/g SSV.d, para cervejaria e fábrica de alimentos, respectivamente. Os autores concluíram que esses resultados provavelmente se devem ao fato de que o efluente de cervejaria é mais facilmente biodegradável do que o da fábrica de alimentos.

## CONCLUSÕES

A industrialização tem gerado problemas ambientais decorrentes da eliminação dos rejeitos tóxicos, provenientes de subprodutos gerados em seus processos. A eliminação de produtos tóxicos é atualmente um dos mais importantes assuntos em controle de poluição, que tem levado os pesquisadores a buscar novas ferramentas para diminuir ou eliminar a toxicidade dos efluentes gasosos, líquidos e sólidos formados, levando em conta as regulamentações e legislações voltadas à proteção ambiental.

Diante desse cenário, somando-se ainda a escassez de energia, fez com que despertasse em gestores municipais e estaduais um crescente interesse pelos processos biológicos de tratamento de efluentes, em especial aos processos anaeróbios, cujos produtos finais do processo são compostos inorgânicos, incluindo o dióxido de carbono e amônia e o metano, sendo este último possível de ser utilizado como fonte alternativa de energia.

Nesse sentido, reatores anaeróbios do tipo UASB, conhecidos pela simplicidade de construção e operação do sistema, demanda por áreas pequenas, dispensa de equipamentos eletromecânicos de agitação e aeração, bem como sua capacidade de acomodar altas cargas orgânicas e hidráulicas, possibilitando o desenvolvimento e retenção de uma biomassa concentrada e altamente ativa, sem o uso de material suporte, têm sido recomendados, e estes se tornaram objeto de desta pesquisa buscando trazer alternativas para o tratamento e disposição final adequada de efluentes e lodos têxteis.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20. ed. Washington, 1995.
2. BORGES, F.; SELLIN, N. Caracterização de lodos de efluentes sanitário e industrial visando seu uso como biomassa para geração de energia. Programa de Mestrado em Engenharia de Processos Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, 7p., 2008.
3. CHERNICHARO, C. A. L. Reatores anaeróbios. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, v. 5, 245 p., 1997.
4. LIMA, M. A. Proposta de um placar de performance para a indústria de comunicação de Santa Catarina: Televisão. 1999. Dissertação (Curso de Pós-Graduação Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
5. MARTINELLI, U. A.; PERON, A. P.; MARTINS, E. P.; SCHARF, M.; BUDAG, N.; BARCELLOS, I. O. Lodo Têxtil: Um Problema Ou Uma Solução. Química Têxtil, v.69, p.16-23, 2002.
6. MEYSTRE, J. A. Partida de um reator UASB, em escala piloto, para tratamento de efluente doméstico: estudo de caso para a região da Serra da Mantiqueira. 2007. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.
7. MONTEGGIA, L. The use of a specific methanogenic activity for controlling anaerobic reactors. Ph.D. Thesis, University of Newcastle upon Tyne, 1991.
8. PINTO, R. O. Avaliação da digestão anaeróbia na bioestabilização de resíduos sólidos orgânicos, lodos de tanques sépticos, dejetos suínos e lixiviado. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental), Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 233p., 2006.
9. ROCHA, M. A. G.. Estudo da atividade metanogênica de lodos e da biodegradabilidade anaeróbia de efluentes de indústria de bebidas. 2003. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
10. ROCHA, M. A. G.; SILVA, A. M. R. B.; FLORENCIO, L.; KATO, M. T. Avaliação e comparação entre a atividade metanogênica específica de esgotos doméstico e industrial. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Paraíba, João Pessoa. Anais... João Pessoa, setembro 2001.
11. SCHNEIDERS, D. Potencial de geração de biogás no tratamento de efluente e lodo têxtil em reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB). Projeto de Qualificação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2011. 12
12. SOARES, H. M.; HIRATA, T. S. Práticas de laboratório. Florianópolis. In: IV Curso de Tratamento Biológico de Resíduos. Florianópolis: CBAB, MCT/CNPq, ALFA, FURB, CPGENQ/UFSC, 1999. 23 p.
13. ZANOTELLI, C. T.; FELIPI, C. C.; VIEIRA, R. A.; MORATELLI JÚNIOR, A. Caracterização do lodo sólido gerado no processo de tratamento de efluente na indústria têxtil. In: Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2009