

A utilização de reator anaeróbio de manto de lodo para o tratamento de despejos da indústria de papel

MFN -0517

N CHAMADA:

TITULO: A utilização de reator anaeróbio de manto de lodo para o tratamento de despejos da indústria de papel

AUTOR(ES): RAMEH, C.A.S.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO: 08. Meio Ambiente

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 20

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 16-20.11.1987

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1987, ABTCP

PAG/VOLUME: p.461-473,

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 20, 1987, São Paulo, p.461-473

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR: processo anaeróbio, águas residuais, depuração, tratamento de efluentes, reatores

RESUMO: O presente trabalho traz aos fabricantes de papel uma nova opção para o tratamento dos efluentes líquidos originados durante o processamento industrial. São fornecidos os resultados obtidos nos estudos que conduziram a adoção de processo anaeróbio no sistema de depuração das águas residuárias da indústria

A UTILIZAÇÃO DE REATOR ANAERÓBIO DE MANTO DE LODO
PARA O TRATAMENTO DE DESPEJOS DA INDÚSTRIA DE PAPEL

Camal Abdon Salomão Rameh

E.P.A. - Engenharia de Proteção Ambiental Ltda. - São Paulo
Brasil

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta aos fabricantes de papel uma nova opção para o tratamento dos efluentes líquidos originais durante o processamento industrial. Sabe-se que as indústrias de papel lançam nos corpos receptores grandes vazões e com concentrações de materiais orgânicos semelhantes aos esgotos urbanos. Historicamente, os processos biológicos aeróbios, de tratamento de águas, têm sido largamente utilizados para a depuração de tais despejos.

Os elevados custos com equipamentos de aeração e com energia elétrica para o fornecimento de oxigênio necessário aos processos aeróbios fizeram com que pesquisas e estudos fossem desenvolvidos para a aplicação da tecnologia anaeróbia a esse tipo de efluente. Até então, os processos anaeróbios tinham seu campo de aplicação restrito à digestão de lodo (origem de outros tipos de tratamento) e a resíduos com alta concentração de matéria orgânica.

As pesquisas sobre esta nova aplicação dos processos anaeróbios começaram a ser realizadas nos Estados Unidos na década de 60, tomando posteriormente grande impulso na Holanda, que se utiliza bastante desta modalidade de tratamento, apesar de suas condições climáticas desfavoráveis. Os estudos desse processo em escala piloto e em escala real, para o tratamento de despejos líquidos, mostram-se bastante encorajadores e diversos tipos de reatores estão sendo desenvolvidos. Destaca-se para esta aplicação o "Reator Anaeróbio de Manto de Lodo", cujo desempenho tem sido avaliado em escala piloto pela E.P.A. - Engenharia de Proteção Ambiental Ltda. na PAPIRUS Indústria de Papel S.A., localizada na cidade de Cordeirópolis - SP. Apresenta-se neste trabalho os resultados obtidos nos estudos que conduziram a adoção de processo anaeróbio no sistema de depuração das águas residuais da indústria.

2. O QUE É A DIGESTÃO ANAERÓBIA ?

A metabolização anaeróbia de um substrato orgânico pode ser

"Trabalho apresentado no 20º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABCP, realizado em São Paulo - SP - Brasil, de 16 a 20 de novembro de 1987"

descrita como um processo de três estágios: no primeiro, o corre a hidrólise da matéria orgânica em suspensão; no segundo, a degradação das pequenas moléculas orgânicas em vários ácidos graxos voláteis, que se convertem em ácido acético. Finalmente, ocorre a produção de metano a partir, principalmente, do ácido acético e também a partir do CO_2 e hidrogênio. Destas três etapas, a segunda é mais rápida enquanto que as outras duas são lentas. A hidrólise é um processo lento, levado a cabo por enzimas produzidas pelas bactérias, e que atuam fora da célula. O pH do meio, a temperatura e o tempo de permanência do lodo, são importantes na definição da velocidade da reação. Na fase ácida, ocorre a produção de ácido acético. A concentração deste ácido no lodo do reator é um parâmetro importante para o controle da operação, sendo que se este valor tende a aumentar, significa que algum fator ambiental está prejudicando as bactérias metanogênicas que se utilizam deste ácido. Nestas circunstâncias, devem ser adotadas medidas corretivas para que o pH não caia a valores que possam levar o reator ao colapso. Neste caso, o pH deverá ser controlado mediante a adição de cal hidratada ou barrilha até que a situação normal de operação seja restabelecida.

A produção de metano é um processo lento e geralmente se constitui na etapa limitante da degradação anaeróbia, devido à baixa velocidade de crescimento das bactérias metanogênicas, principalmente as que utilizam ácido acético.

Em geral, para um bom andamento do processo, é necessária a manutenção de um pH próximo ao neutro, de temperatura e de uma relação nutricional (DQO/nitrogênio/fósforo) adequados, além de se exigir a ausência de substâncias em concentrações tóxicas aos microrganismos. Contudo, o sistema tem se demonstrado bastante flexível, admitindo variações de temperatura ambiente relativamente grandes, algumas variações de pH, e apresentando tolerância razoável quanto a presença de substâncias tóxicas, como é o caso das elevadas concentrações de sulfatos (que são reduzidos a sulfetos no meio anaeróbio) existentes nas águas residuárias das fábricas de papel.

3. COMO FUNCIONA O REATOR ANAERÓBIO DE MANTO DE LODO?

Nestes reatores, as águas residuárias o atravessam no sentido ascendente, propiciando intenso contato entre a matéria orgânica do despejo e os microrganismos, sendo que na parte superior ocorre separação de gases e a água é decantada; previamente à operação há uma fase de inoculação bacteriana. As bactérias do reator utilizam a matéria orgânica presente na água residuária em seus processos metabólicos, e sob condições adequadas ocorre a granulação dos chamados flocos biológicos.

Grânulos da ordem de 1 a 5 mm de diâmetro podem ser encontrados, e a ação da gravidade auxilia a permanência dessa biomassa no reator, formando um manto de lodo.

A medida que o despejo atravessa este manto de lodo, sua ma

téria orgânica solúvel penetra na película bacteriana dos grânulos, sendo digerida. Nas camadas inferiores a densidade de grânulos é elevada, diminuindo ao longo da altura, resultando em perfis característicos. Os despejos devem ser distribuídos uniformemente no fundo do reator. O movimento ascendente das bolhas de gás resultante do processo biológico (metano e gás carbônico), tende a arrastar parte dos grânulos, originando a necessidade de um sistema separador gás/líquido na parte superior do reator e de uma zona de decantação para separação dos sólidos do efluente final.

4. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA APLICAÇÃO DO PROCESSO

A principal vantagem na aplicação de reatores anaeróbios para o tratamento de águas residuárias industriais, está na eliminação da necessidade de sistemas de aeração que tornam os sistemas aeróbios operacionalmente caros. Este fato é tão mais significativo quanto mais concentrado for o despejo, e quando a taxa de transferência de oxigênio se torna mais reduzida. Além disso, uma vez que o rendimento das reações de síntese no processo biológico anaeróbio é bem menor do que o aeróbio, as quantidades de lodo produzidas são menores e mais estáveis devido aos grandes períodos de permanência do lodo no reator. Assim, os custos de tratamento e disposição do lodo formado são mais baixos.

Outra vantagem do processo anaeróbio é a produção de gás metano que pode ser utilizado na indústria, na geração de vapor ou mesmo para aquecimento do digestor para aceleração do processo, principalmente quando ocorrem baixas temperaturas durante o período de inverno.

Como principal desvantagem pode-se destacar a eventual necessidade de tratamento adicional, para o atendimento das condições exigidas para corpo receptor. Outra desvantagem do processo, é o tempo necessário de 4 a 6 meses para o mesmo entrar em regime com máxima eficiência.

5. O CASO PAPIRUS

A Papiirus Indústria de Papel S/A, solicitou à E.P.A. Engenharia de Proteção Ambiental, o projeto do sistema de tratamento de águas residuárias. Algumas alternativas foram estudadas como filtros biológicos aeróbios, lagoas aeradas e, paralelamente, decidiu-se pôr em funcionamento, um reator anaeróbio em escala piloto. Os resultados do teste piloto foram considerados positivos e este tipo de tratamento foi incluído no projeto, sendo que, a primeira unidade será brevemente construída.

A indústria Papiirus basicamente transforma aparas de papéis velhos em papel cartão, através de máquinas contínuas. Em linhas gerais a transformação do papel consiste em três grandes fases; o preparo da massa, a formação da folha e o acabamento final do produto. O preparo da massa se divide nas seguintes etapas: desagregação, refinação, depuração, colagem interna, adição de corantes e alvejantes, e a retenção.

A segunda fase, ou a da formação da folha, é aquela em que se concentra a massa pela remoção da água presente, quer por filtração ou pela ação do calor, dando forma, espessura e consistência à mesma. O sistema de formação empregado é o de mesa plana, onde cerca de 90% de umidade da pasta é removida em seguida, nas prensas úmidas, que são constituídas em cilindros prensa e feltros; procura-se retirar ao máximo a água remanescente nas folhas, antes de submetê-las a secagem por calor.

O acabamento dado ao papel produzido, é aquele obtido pela passagem das folhas por um cilindro monolúcido aquecido, que lhe confere brilho na fase final de secagem. Em seguida o papel passa por enroladeiras e cortadeiras que preparam bobinas de papel ou placas de cartão, respectivamente, prontos para serem comercializados.

5.1. Características das Águas Residuárias da PAPIRUS

As águas residuárias são geradas continuamente decorrentes principalmente da lavagem das telas e dos feltros. A vazão média dos despejos é da ordem de 155 m³/h.

Qualitativamente, as águas contêm tanto matérias orgânicas, em parte biodegradáveis, quanto matérias inorgânicas, que, na maioria não interferem no processo de tratamento biológico. Dentre as substâncias orgânicas, destacam-se além daquelas que tomam parte das fibras básicas da polpa, corantes e cola, e, dentre as inorgânicas, destacam-se a presença do sulfato de alumínio.

Uma série intensa de análises laboratoriais, referentes às amostras coletadas após a passagem das águas pelo separador de fibras do tipo decantador-flotador, resultaram nos seguintes valores médios:

- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅): 291 mg/l
- Demanda química de oxigênio (DQO): 652 mg/l
- pH: entre 2 e 12
- Temperatura: entre 18 e 30°C
- Sólidos Totais: 1677 mg/l
- Sólidos em Suspensão: 299 mg/l
- Sólidos Sedimentáveis: 18,0 ml/l
- Sulfatos: 420 mg/l

5.2. O Estudo Piloto

Como mencionado, um estudo piloto foi desenvolvido para se avaliar a possibilidade de utilização de um reator de manto de lodo e para o levantamento de parâmetros para o projeto de tal unidade de tratamento.

O reator piloto apresenta um volume de 4 m³ e opera sob vazões crescentes para se estimar as cargas máximas, orgânicas e hidráulicas, que podem ser aplicadas. Antes da alimentação com os despejos, o reator recebeu uma carga de lodo proveniente

te de digestor de estação de tratamento de esgoto municipal.

Após o alcance do equilíbrio biodinâmico levantou-se uma série intensa de dados, sendo que os principais são apresentados nas tabelas e gráficos a seguir.

Os resultados obtidos nos estudos piloto, apresentaram uma eficiência média de remoção de DQO de 61% e uma remoção de DBO₅ de 64%. A produção de lodo foi de 0,38 Kg/Kg DQO removida. As características médias dos efluentes do reator são as seguintes:

- pH: (7)
- Temperatura: (entre 18 e 30 °C)
- Demanda Química de Oxigênio (DQO): (255mg/l)
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅): (102 mg/l)
- Sólidos Totais: (1340 mg/l)
- Sólidos em Suspensão: (86 mg/l)
- Sólidos Sedimentáveis: (1,2 ml/l)

A seguir são apresentados nas tabelas V.II.I e V.II.II. os valores de DBO e DQO para os vários tempos de detenção estudados.

O gráfico apresenta os dados obtidos ao longo da fase de ensaio.

6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROJETADO

O sistema de tratamento proposto consiste, basicamente, de:

- 1 Lagoa de Equalização
- 3 Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente
- 1 Lagoa de Polimento
- 9 Leitões de Secagem de Lodo

Os despejos das máquinas de papel são encaminhados para o Sed-flot (decantação e flotação) para recuperação de fibras. Após o Sed-flot, são bombeados a uma lagoa de equalização, que tem a função de homogeneizar e equalizar os despejos, além de impedir que derrames de soda, com pH alto, comprometam o tratamento. A lagoa de homogeneização foi projetada como não tendo função biológica a nível de alterar as características das águas residuárias. Para cumprir as funções para a qual foi projetada, foram propostas três entradas e quatro saídas desalinhadas.

Após a lagoa de equalização, os despejos seguem para os reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manto de lodo, onde são submetidos à depuração anaeróbia, conforme descrito no item 2.

Os reatores foram dimensionados de acordo com os parâmetros



FOTO 1 - ASPECTO DO REATOR PILOTO EM OPERAÇÃO



FOTO 2 - LODO BIOLÓGICO FORMADOR DO MANTO

Tabela V.II.I - VALORES DE $DBO_{5,20}$ PARA DIVERSOS TEMPOS DE DETENÇÃO

| VAZÃO (l/h) | TEMPO DE DETENÇÃO (h) | VALOR MÉDIO DE $DBO_{5,20}$ | | EFICIÊNCIA MÉDIA (%) |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|
| | | AFLUENTE (mg/l) | EFLUENTE (mg/l) | |
| 220 | 20,00 | 316 (406 - 234)* | 116 (126 - 109)* | 63,3 |
| 330 | 12,12 | 246 (309 - 129)* | 70 (91 - 42)* | 71,5 |
| 400 | 10,00 | 297 (454 - 195)* | 103 (240 - 55)* | 65,3 |
| 450 | 9,00 | 291 (331 - 253)* | 118 (152 - 76)* | 59,5 |
| 500 | 8,00 | 377 (381 - 373)* | 138 (147 - 129)* | 63,4 |

* Valores máximo e mínimo

Valor médio durante o período

$DBO_{5,20}$ Afluente = 291 mg/l DBO Efluente = 102 mg/l Eficiência = 64,3%

Tabela V.II.II - VALORES DE DQO PARA DIVERSOS TEMPOS DE DETENÇÃO

| VAZÃO (l/h) | TEMPO DE DETENÇÃO (h) | VALORES MÉDIOS | | EFICIÊNCIA MÉDIA (%) |
|----------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | DQO AFLUENTE (mg/l) | DQO EFLUENTE (mg/l) | |
| 200 | 20,00 | 738,2 (967 - 470)* | 327,2 (663 - 183)* | 55,7 |
| 330 | 12,12 | 614,9 (1056 - 447)* | 219,3 (482 - 109)* | 64,3 |
| 400 | 10,00 | 653,3 (940 - 440)* | 248,7 (480 - 132)* | 61,9 |
| 450 | 9,00 | 613,3 (700 - 460)* | 267,5 (385 - 156)* | 56,4 |
| 500 | 8,00 | 753 (800 - 727)* | 270 (335 - 111)* | 64,1 |

* Valores máximo e mínimo

Valor médio durante o período

DQO Afluente = 652 mg/l

DQO Efluente = 255 mg/l

Eficiência média = 61%

constantes na literatura e a partir do estudo piloto; a alim^{en}t^{ta}ção foi projetada em câmaras, sendo uma para cada ponto de entrada; para facilitar a manutenção. A lâmina d'água nas câmaras deve ser tal que não permita a ocorrência de vórtice e conseq^{ue}nte entrada de ar.

Os gases provenientes da decomposição anaeróbia serão queima^{dos} na caldeira existente na indústria.

O lodo em excesso, será disposto em nove leitos de secagem.

Dos reatores, o efluente seguirá para a lagoa de polimento, cuja função principal é a retenção de sólidos.

7. CONCLUSÃO

Este trabalho vem demonstrar a possibilidade do emprego de um sistema anaeróbio de manto de lodo para o tratamento de despejos de indústrias de papel com concentrações de matéria orgânica relativamente baixas.

Esse tipo de tratamento mostra-se invariavelmente mais econômico do que os aeróbios convencionais, uma vez que reduz em muito os custos operacionais, tais como energia elétrica e nutrientes, produzindo um lodo estabilizado e gás metano, o qual pode ser utilizado como combustível.

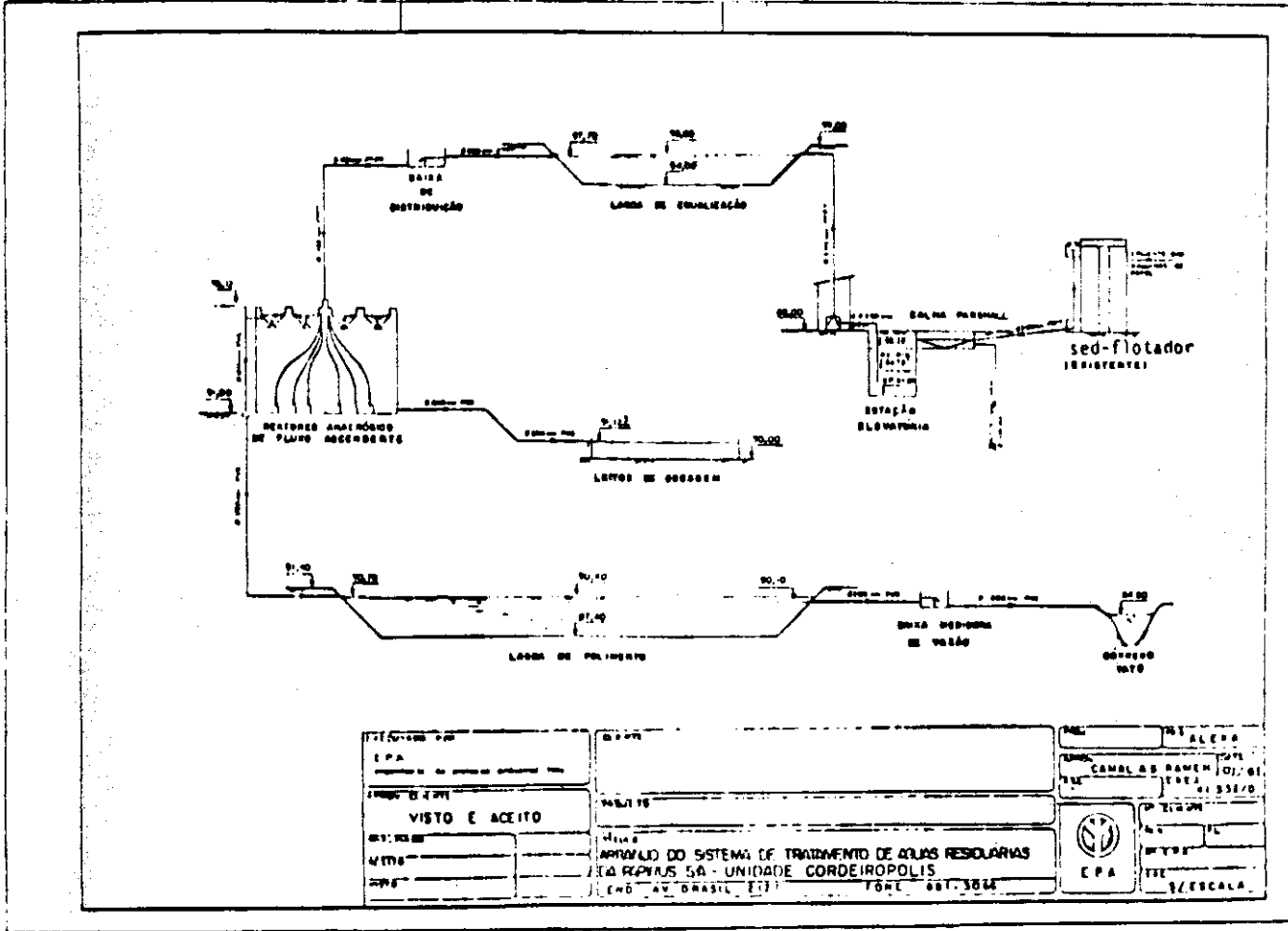
Os resultados obtidos nesse trabalho já foram suficientes para indicar seu uso em escala real, entretanto essa pesquisa deverá ser ainda aprofundada, esperando-se reduzir ainda o tempo de detenção do sistema introduzindo-se algumas alterações das condições operacionais.

Lembramos que esse tipo de sistema pode vir a ser empregado em combinação com sistemas aeróbios existentes, para reduzir sua sobrecarga ou ainda adequar os despejos aos parâmetros legais.

Essa volta ao emprego de processos anaeróbios se deve principalmente à escassez de energia, que forçou o aprimoramento dessa tecnologia. Essa parece ser a tendência mundial para o futuro uma vez que o balanço energético desse processo mostra-se amplamente favorável.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Benjamin, M.M; Ferguson, J.F. and Buggins, M.E. "Treatment of sulfite evaporator condensate with an anaerobic reator, TAPPI, Vol.65 nº 8, 1982.
- 2- Callander, I.J and Barford, J.P "Precipitation, chelation and the availability of metals as nutrients in anaerobic digestion", Biotechnology and Bioengineering, Vol XXV, 1983
- 3- Gujer, W and Zehnder, J.B, "Conversion processes in anaerobic digestion" Water Science and Technology, Vol 15 ,Copenhagen IAWPRC/ Pergamon Press, U.K. 1983.



| | | | |
|---|--|---|--|
| INSTITUIÇÃO: <input type="text"/> I.P.A. Instituto de Engenharia de São Paulo | | Nº: <input type="text"/> PROJETO: <input type="text"/> DATA: <input type="text"/> | |
| VISTO E ACEITO Assinatura: <input type="text"/> Nome: <input type="text"/> Cargo: <input type="text"/> | | Assinatura: <input type="text"/> Nome: <input type="text"/> Cargo: <input type="text"/> | |
| APROVAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS SIA REPARUS S.A. - UNIDADE CORDEIROPOLIS END. AV. BRASIL, 1111 - FONE: 681-3844 | | EMPRESA: <input type="text"/> END. <input type="text"/> | |

- 4- Lettinga, G. "Direct anaerobic treatment handles wastes effectively". Industrial Wastes, Jan-Fev, 1979
- 5- Lettinga, G. and Vinken, J.K. "Feasibility of the upflow anaerobic sludge blanket (UASB) process for the treatment of low strength wastes". Proceedings of the 35th Industrial waste conference Purdue University, 1980.
- 6- Lettinga, G., and others "Use of the upflow sludge blanket reactor concept for biological wastewater treatment especially for anaerobic treatment". Biotechnology and Bioengineering, 1980.
- 7- Mosey, F.E. "New developments in the anaerobic treatment of industrial wastes". Water Pollution Control, 1982
- 8- Takeshita, N. ; Fujimura, E. , and Mimoto, N. "Energy recovery by methane fermentation of pulp mill wastewater and sludges". Pulp and Paper Can. , 1981
- 9- Young, J.C. and MacCarty, P.L. "The anaerobic filter for waste treatment". J.W.P.C.F., 1969.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho decorreu de estudos e projetos elaborados pela equipe técnica da E.P.A. - Engenharia de Proteção Ambiental Ltda. e foi possível, graças ao apoio recebido do Sr. Dante Emílio Ramenzoni - Diretor da PAPIRUS Indústria de Papel S.A. e da colaboração do Sr. Luigi Roncoroni - Gerente da Unidade de Cordeirópolis e do Sr. Domingos Fernando Rambo - responsável pelo acompanhamento das rotinas de operação da unidade piloto.