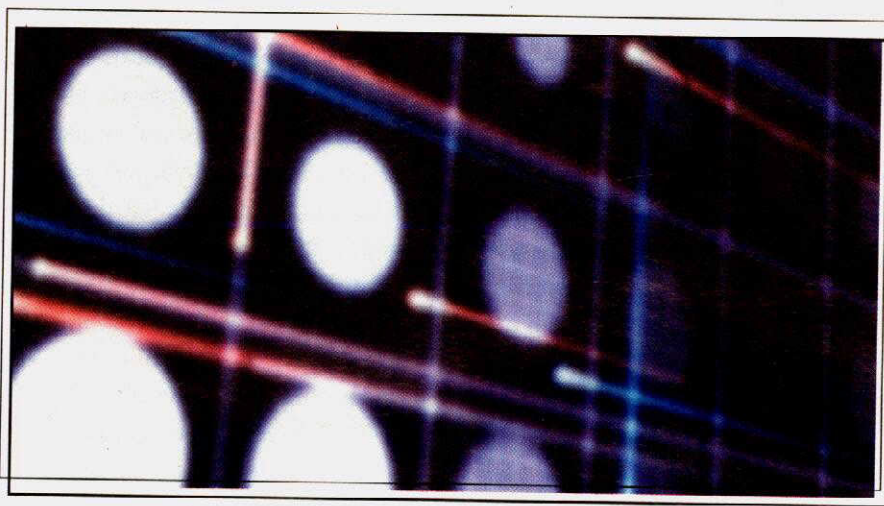


Efeito da adição de microrganismos (bioaumento) em uma estação de tratamento de efluentes por lodo ativado em uma indústria de papel e celulose

The effects of adding commercial microorganisms for bioaugmentation, in an activated sludge wastewater treatment plant of a major paper industry
Efecto de la adición de microorganismos en una estación de tratamiento de efluentes por lodo activado en una industria de papel y celulosa



* Eduardo Lazzaretti
** Andréia Ferraz de Campos
*** Júlio César Batista Nogueira

Palavras-chave: bioaumento, tratamento biológico de efluentes, microrganismos.

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito, em escala real, da adição de microrganismos adquiridos no comércio, em uma estação de tratamento de efluentes por lodo ativado de uma indústria de papel e celulose, localizada no Estado do Paraná-Brasil. Os microrganismos desidratados e pré-dosados em sacos plásticos hidrossolúveis foram dosados em função da vazão, da carga or-

gânica e do tempo de retenção hidráulica do sistema. Foram avaliados, entre outros parâmetros, a porcentagem de remoção da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); a vazão de entrada; e a carga orgânica (toneladas por dia de DBO e DQO) de entrada e saída. Os resultados obtidos mostraram um aumento significativo na porcentagem de remoção da DQO (30% em média) e DBO

Abstract

The objective of the present essay was to evaluate the effect, on a real scale, of the addition of microorganisms in a activated sludge wastewater treatment plant in a pulp and paper plant in the state of Paraná, Brazil. The powdered microorganism mix product, in pre-dosed, water-soluble plastic bags, were added according to the flow, organic loading and hydraulic retention time of the system. The percentage reduction in BOD and COD, the inflow rate, and the organic load (in tons per day of BOD and COD) were tracked at the entry and exit points. The results obtained showed a significant increase in the percentage reduction of BOD (an average of 15%) and COD (an average of 30%), even with an increase in the flow and organic loading coming into the system. This reduction corresponds, on average, to 1.4 tons per day less COD to the surface discharge system. According to these results, the addition of such microorganisms represents an attractive alternative for improving wastewater treatment system performance.

* Engenheiro Agrônomo, Mestre em Microbiologia Agrícola pela ESALQ/USP, Doutor em Microbiologia Aplicada pela UNESP, Coordenador do Departamento Técnico da Bio-Brasil Limpeza Biológica Ltda.

** Tecnóloga em Saneamento, mestranda na área de Saneamento e Ambiente, UNICAMP

*** Engenheiro Químico, Coordenador de Meio Ambiente da Klabin - PR.

(15% em média), mesmo com aumento da vazão e da carga orgânica de entrada. A melhora no sistema de tratamento obtida com a adição de microrganismos corresponde a, em média, 1,43 toneladas de DQO e a 730 kg de DBO, por dia, de carga orgânica a menos no corpo receptor.

Pelos resultados obtidos, a adição de microrganismos apresenta-se como alternativa promissora para melhoria de sistemas de tratamento de efluentes.

Introdução

No Brasil, um dos segmentos industriais com crescimento significativo nos últimos anos é a indústria de papel e celulose. Segundo a Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa), o primeiro semestre de 2000 registrou um crescimento de 27% nas exportações sobre igual período de 1999 que corresponde a um volume negociado de US\$ 1,3 bilhão.

Estas empresas geram, na fabricação do papel e celulose, vazões muito elevadas de efluentes, implicando na instalação de grandes Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs). Um dos problemas enfrentados por estas indústrias é a baixa eficiência da remoção da carga orgânica (Clauss et al., 1999). Neste sentido, uma opção existente no mercado para melhora do sistema de tratamento é a aplicação de microrganismos externos ao sistema.

As primeiras tentativas de utilização de microrganismos auxiliares no tratamento de resíduos foram no processo de digestão anaeróbia. Mais tarde microrganismos capazes de degradar herbicidas e outros produtos químicos em efluentes industriais foram isolados e usados comercialmente em formulações especiais, desenvolvidas com o objetivo de controlar a poluição. Na década de 70 foram desenvolvidos produtos microbianos, visando à melhoria operacional e à eficiência dos proces-

so de tratamento de efluentes. Esse processo auxiliar foi denominado bioaumento (bioaugmentação).

Segundo FOSTER & WHITEMAN (1998), bioaugmentação pode ser definida como sendo a aplicação de microrganismos selecionados para incrementar a população microbiana, melhorando a qualidade da água ou abaixando os custos operacionais em estações de tratamento. Esta definição coincide com a de GERALDI et al. (1994), os quais definem bioaugmentação como o processo de adição de produtos contendo microrganismos em águas servidas, visando a aumentar a eficiência dos processos biológicos.

Portanto, visando a melhorar o desempenho de um sistema de tratamento, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da adição de microrganismos encontrados no comércio, em uma (ETE) por lodo ativado de uma indústria de papel e celulose.

Material e Métodos

2.1-Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)

Os efluentes gerados na fabricação de papel e celulose são encaminhados para a ETE por um canal central. Na entrada da estação (**Figura 1**) a vazão é medida por meio de uma calha Parshall e, em seguida, passa por uma grade fixa para reter sólidos grosseiros, seguindo para uma grade mecânica, caixa de areia e, na seqüência, para o decantador primário (9000 m³), onde ocorre a remoção por decantação natural, sem adição de produtos químicos, de 95% das fibras que são perdidas no processo.

Na saída do decantador primário, o efluente recebe a adição de soda cáustica a 50% ou ácido sulfúrico a 98% para a correção de pH e, em seguida, bombeado para a torre de resfriamento, visando a reduzir a temperatura de 55°C para menos de 36°C. Após resfriamento, o efluente segue para o Filtro Biológico

(volume útil de 5.400 m³) preenchido com material filtrante de polipropileno, onde recebe a adição de nutrientes à base de Nitrogênio e Fósforo. Em seguida, segue para o tanque de aeração (volume de 13.000 m³), onde é mantida a concentração de oxigênio dissolvido de 1 a 3 mg/L, SSV de 3000 mg/L, idade do lodo 10 a 15 dias e relação A/M (alimento/microrganismo) 0,3 a 0,45.

Após aeração, o efluente segue para o decantador secundário (volume de 11.750 m³). Parte do lodo biológico gerado no sistema retorna para o tanque de aeração, e o excedente é descartado via prensas desaguadoras. O lodo prensado segue para disposição em reflorestamentos de *Pinus* e *Eucaliptus*, e o efluente tratado, para o corpo receptor (Rio Tibagi).

2.2- Bioaditivos

Os microrganismos utilizados, conhecidos comercialmente como bioaditivos B-570, veiculados em farelo de aveia e comercializados pré-dosados em sacos plásticos hidrossolúveis, contendo 250g do produto comercial, foram dosados em função do sistema de tratamento, da vazão, da carga orgânica e do tempo de retenção hidráulica do sistema de tratamento de efluentes. Os bioaditivos foram adicionados diariamente, em princípio, a uma dosagem de choque de 6,0 kg por dia, durante dez dias, e, posteriormente, 3,5 kg por dia, no tanque de aeração durante os meses de setembro a dezembro de 1999 (120 dias). Neste período foram avaliados diariamente, entre outros parâmetros, o pH, temperatura, a porcentagem de remoção da DQO e DBO, a carga orgânica de entrada e saída (toneladas/dia) e a vazão do sistema. Os resultados foram comparados com os índices obtidos nos 120 dias anteriores ao início do tratamento com os microrganismos (maio a agosto de 1999) e com o mesmo período do ano anterior (setembro a dezembro de 1998).

Figura 1 - Fluxograma da ETE por Lodo Ativado de uma indústria de papel e celulose

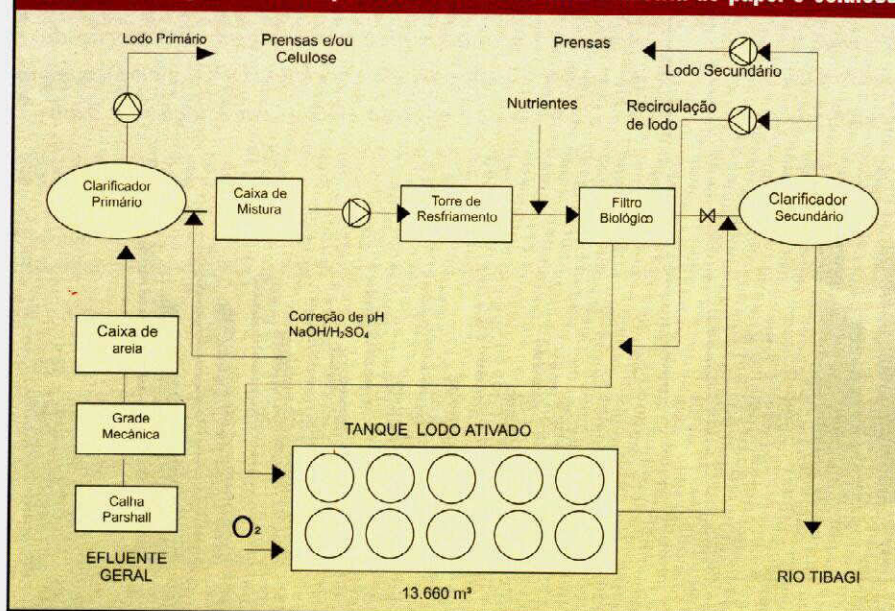


Tabela 1- Valores médios de pH, temperatura (°C), vazão (m³/dia), Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO (mg/L) e Demanda Química de Oxigênio-DQO (mg/L) observados em uma estação de tratamento de efluentes por lodo ativado submetidos à adição de microrganismos externos (bioaditivos).

	<i>pH</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Vazão</i>	<i>DBO entrada</i>	<i>DQO entrada</i>
Maio/99	7,3	33,1	70780	255	413
Junho/99	6,9	33,5	65349	204	355
Julho/99	7,7	32,1	61979	237	390
Agosto/99	7,4	33,9	67138	289	385
Média	7,3	33,1	66311	246,25	385,75
Setembro*/99	7,1	34,3	69095	250	385
Outubro*/99	7,2	34,4	65440	297	547
Novembro*/99	6,9	34,8	66063	301	444
Dezembro*/99	7,2	36,5	67002	278	498
Média	7,1	35,0	66900	281,5	468,5
Setembro/98	7,4	38,5	73739	327	626
Outubro/98	7,4	32,4	44850	202	297
Novembro/98	7,2	35,4	61484	208	456
Dezembro/98	7,2	41,1	62175	221	439
Média	7,3	36,8	60562	239,5	454,5

* adição de microrganismos

Resultados e discussão

Os resultados apresentados na **Tabela 1** mostram que não houve variações significativas nos valores de pH e temperatura nos meses estudados. A DBO, a DQO e a vazão de entrada apresenta-

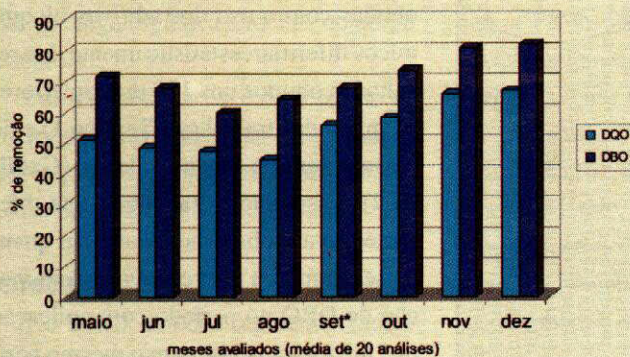
ram valores maiores no período em que foram adicionados os microrganismos. A DQO apresentou um aumento de 22% e DBO 15% em relação aos meses anteriores à aplicação do aditivo bioquímico. Durante o período de teste foram

mantidos os teores de oxigênio dissolvido acima de 1,0 ppm e aplicação de nutrientes, visando a manter a relação 100: 5: 1 (DBO: Nitrogênio: Fósforo).

As porcentagens de remoção da DQO obtidas com o uso dos aditivos bioquímicos diferiram estatisticamente dos resultados obtidos nos 120 dias anteriores ao início dos trabalhos (**Gráfico 1**) e do mesmo período do ano anterior (**Gráfico 2**). Resultados estatisticamente diferentes foram observados também quando se comparou a porcentagem de remoção da DBO no período com aplicação dos microrganismos com o mesmo período do ano anterior sem o produto. A melhora na porcentagem de remoção da DQO observada no período com adição do produto de, em média, 30% correspondem a, em média, 1,4 toneladas por dia de DQO a menos no corpo receptor. Estes resultados se mostram mais promissores quando se observa que os valores de carga orgânica de entrada foram maiores no período com a adição dos microrganismos (**Gráfico 3**), demonstrando que os mesmos não só melhoraram a remoção como foram capazes de absorver choques de carga orgânica. Outros parâmetros com melhor decantabilidade do lodo gerado e aumento na diversidade de microrganismos presentes na microbiota também foram observados após aplicação dos bioaditivos.

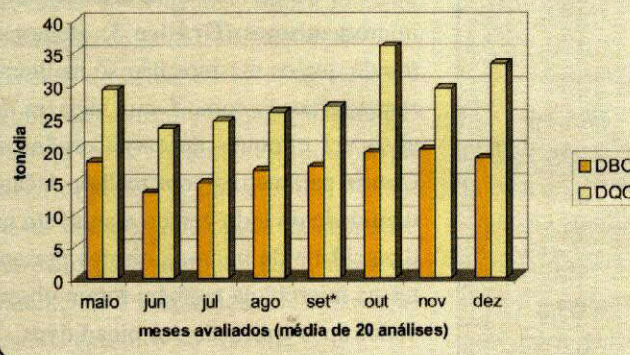
Resultados semelhantes, principalmente quanto à absorção de choques de carga orgânica, foram observados por LAZZARETTI (1999) quando estudou a aplicação de bioaditivos para tratamento de efluentes por lodo ativado de uma indústria de pescado. Neste estudo observou que, mesmo com choques de carga orgânica, a DQO de saída manteve-se praticamente constante, com porcentagem de remoção acima de 90%. SAN-TIAGO, et alii (2000) também observaram resultados positivos na nitrificação

Gráfico 1 - Efeito da adição de microrganismos (bioaditivos) avaliados pela porcentagem de remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO) em uma estação de tratamento de efluentes por lodo ativado



* início aplicação do aditivo bioquímico

Gráfico 3 - Variação da carga orgânica de entrada, em toneladas por dia, avaliados pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) antes e após adição de microrganismos (bioaditivos) em uma estação de tratamento de efluentes por lodos ativados



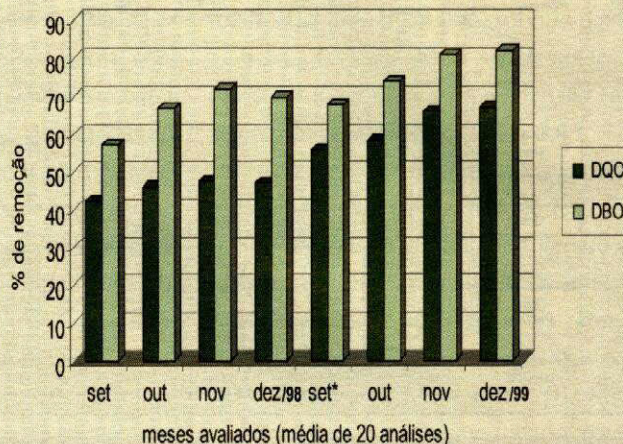
* início aplicação do aditivo bioquímico

em lagoas aeradas, por meio de inoculação constante de bactérias nitrificantes adquiridas no comércio, indicando a viabilidade de uso desta técnica.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos pelo presente trabalho, pode-se observar que a adição de microrganismos adquiridos no comércio a Estações de Tratamento de Efluentes (ETES) não só reduz o impacto causado por choques hidráulicos e de carga orgânica, como também melhora a eficiência da ETE.

Gráfico 2 - Efeito da adição de microrganismos (bioaditivos) avaliados pela porcentagem de remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO) em estação de tratamento de efluentes por lodo ativado



* início aplicação do aditivo bioquímico

Referências Bibliográficas

- BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. Fax Notícias. ano VII, nº 306, 31/07/00.
- BRAILE, P. M. & CAVALCANTI, J. E.W. A Manual de tratamento de águas residuárias industriais. CETESB/São Paulo. 1993. 764 p.
- CLAUSS, F.; BELAVOINE, C.; HELAINE, D. & MARTIN, G. Controlling the settling of activated sludge in pulp and paper wastewater treatment plants. Water Science and technology. 40(11-12): 223-229, 1999.
- FOSTER, M. H. & WHITEMAN, G. R. Bioaugmentation aids wastewater systems. URL: <http://www.bioaugmentation.com/article.html>. Consultado em 23/set/1998.
- LAZZARETTI, E. Utilização de microrganismos em estações de tratamento de efluentes – bioaumentação: uma opção para plantas de lodo ativado. Revista Meio Ambiente Industrial, 18 (17): 81-83, 1999.
- SANTIAGO, V.M.J.; COELHO, E.B.A; ALMEIDA, J.H.C & SANTANNA, L.M.M. O biodisco como gerador de inoculo de bactérias nitrificantes e sua aplicação em lagoas aeradas. Anais Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9., Porto Seguro-BA, 2000
- Water Environment Federation. Wastewater biology: the life processes. GERARDI, M. H. coord. Library of Congress. Catalog nº ISBN 881369-93-5, USA. 1994. 184 p