

Caracterização de efluente kraft e análise da população microbológica em reatores sequenciais em batelada (RSB) tratando efluentes diversos variando as razões de nutrientes

Analysis of kraft effluent and study of the microbiological population and nutrient ratio in sequential batch reactors treating wastewater from different activities

RESUMO

O reator sequencial em batelada (RSB) se destaca por apresentar bom desempenho com altas cargas orgânicas volumétricas (COV), onde a população microbológica afeta diretamente esse desempenho. Assim também, a razão C:N:P pode influenciar na seleção microbológica no reator. O objetivo deste trabalho foi caracterizar uma amostra de efluente kraft e analisar a população microbológica em sistemas RSB em diferentes razões de C:N:P. Foram analisados a Demanda Química de Oxigênio (DQO), a cor verdadeira, e os compostos derivados de lignina de uma amostra de efluente kraft. Também foi realizado um levantamento bibliográfico sobre reatores RSB, a razão de nutrientes empregada neles e seu efeito na diversidade bacteriana no meio. A amostra apresentou DQO de 283 mg.L^{-1} , além de cor verdadeira e derivados de lignina comparáveis à valores da literatura. Quanto aos RSB se verificou uma preocupação com a prevenção do intumescimento filamentosos do lodo, sendo os grupos filamentosos os mais frequentes nos artigos estudados. A relação DQO:N:P indicada pelos autores foi de 100:5:1. Estratégias como o uso de meio suporte, formação de lodo granular e adequação dos nutrientes foram as mais utilizadas para o bom desempenho dos RSB avaliados e para uma diversidade bacteriana adequada nestes sistemas.

PALAVRAS-CHAVE: Diversidade biológica. Biodegradação. Reatores aeróbios.

ABSTRACT

The sequential batch reactor (RSB) stands out for presenting good performance under high organic load rate (OLR), where the microbiological population directly affects its performance. Also, the C:N:P ratio can influence the microbiological selection in the reactor. The goal of this study was to characterize a sample of kraft effluent and to analyze the microbiological population in RSB systems in different C: N: P ratios. The Chemical Oxygen Demand (COD), the color, and the lignin-derived compounds from a kraft effluent sample were analyzed. A bibliographic survey was also carried out on RSB reactors, the ratio of nutrients used in them and their effect on bacterial diversity in the medium. The sample presented COD of 283 mg.L^{-1} , in addition to color and lignin derivatives comparable to the obtained by other authors. Regarding the RSB, there was a concern with the prevention of filamentous bacteria on sludge, that are the most frequent groups in the articles studied. The COD: N: P ratio indicated by the authors was 100: 5: 1. Strategies such as the use of support medium, formation of granular sludge and nutrient adjustment were the most used for a good performance of the evaluated RSB and for a proper bacterial diversity in these systems.

KEYWORDS: Biological diversity. Biodegradation. Aerobic reactors.

Suzane Motta Seabra
Suzane.1995@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Claudia Regina Xavier
cxavier.utfpr@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O setor de celulose no Brasil vem aumentando sua produção e exportações, esta última teve um aumento de 10,7% em 2018 e as expectativas são que este mercado cresça ainda mais (IBÁ, 2019 apud DARAYA, 2019). As notícias no âmbito econômico são boas, contudo, devido a que esta atividade possui grande potencial poluidor, cada vez mais esforços são empreendidos para minimizar os impactos referentes às suas emissões, e em especial a dos efluentes líquidos quando não são devidamente tratados (MELCHIORS, 2019).

Os sistemas de lodos ativados podem ser contínuos ou em batelada. Este último conhecido como reator sequencial em batelada (RSB). Ele se caracteriza pelas etapas de enchimento, reação, sedimentação e esvaziamento, ocorrendo em tempos determinados em um mesmo reator. Este tratamento biológico aeróbio possui um sistema de aeração que propicia um ambiente para crescimento de microrganismos específicos no meio reacional. Para o crescimento adequado destes microrganismos e para obter um bom desempenho do sistema de tratamento é importante otimizar as condições de nutrientes, segundo a relação C:N:P, bem como os padrões de funcionamento do sistema RSB (ATKINSON; MAVITUNA, 1987; TSANG et al, 2006). Além disso, é importante avaliar os grupos bacterianos específicos e sua importância na remoção de parâmetros como, Demanda química de oxigênio (DQO), cor, e compostos derivados de lignina contidos nos efluentes de indústria de celulose.

Portanto o objetivo deste trabalho foi caracterizar uma amostra de efluente kraft e analisar a população microbiológica em sistemas RSB em diferentes razões de C:N:P.

METODOLOGIA

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO EFLUENTE KRAFT

As amostras de efluente foram gentilmente cedidas por uma Indústria de celulose e papel da região de Curitiba. Para as análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Cor verdadeira (VIS440), compostos aromáticos (UV254), lignínicos (UV280) e lignossulfônicos (UV346) a amostra de efluente foi filtrada em membrana filtrante de nitrocelulose de 0,45µm. Após o processo de filtração a amostra do efluente foi analisada em triplicata de acordo com a metodologia descrita na Tabela 1.

Tabela 1- Metodologia de análise

PARÂMETRO	MÉTODO/EQUIPAMENTO
DQO	5220 D- Espectrofotômetro UV-Vis Varian (APHA, 2017)
Comp. aromáticos	Abs254- Espectrofotômetro UV-Vis Varian (CEÇEN, 2003)
Comp. lignínicos	Abs280- Espectrofotômetro UV-Vis Varian (CEÇEN, 2003)
Comp. lignossulfônicos	Abs346- Espectrofotômetro UV-Vis Varian (CEÇEN, 2003)
Cor	Abs440- Espectrofotômetro UV-Vis Varian (CEÇEN, 2003)

Fonte: o autor, 2020.

Para análise de DQO utilizou-se o Espectrofotômetro Cary 50 da Varian com absorbância lida em 600nm por adaptação do Standard Methods (APHA, 2012). Os compostos derivados de lignina foram lidos em UV 254, 280 e 346 nm após ajuste a pH para $7,0 \pm 0,1$ e diluição para valores de absorbância menores que 2,0 na leitura no Espectrofotômetro Cary 50 da Varian. Para análise de cor verdadeira o pH da amostra foi ajustado para $9,0 \pm 0,1$ e a absorbância lida no VIS em 440nm como em Ceçen (2003).

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Realizou-se buscas por artigos científicos nas bases de dados do Scielo, Researchgate, NCBI, ABES, RIUT, entre outras, sobre reatores RSB, a razão de nutrientes empregada neles e seu efeito na diversidade bacteriana no meio. Entre as fontes estudadas, algumas foram selecionadas e apresentadas no grupo de trabalho GTEF em reuniões presenciais (agosto-dezembro 2019) e em reuniões por via remota (março-julho de 2020) totalizando 5 artigos apresentados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da caracterização do efluente analisado no presente trabalho e a média dos resultados da caracterização de todos os quatro efluentes utilizados em outro experimento utilizando efluente Kraft.

Tabela 2- Caracterização e comparação do efluente Kraft

Parâmetro	Efluente kraft analisado	Efluente kraft na literatura*
DQO (mg.L ⁻¹)	283,22 (9,10)	234 - 822
Compostos aromáticos (UV _{254nm})	2,8 (0)	2,2 - 7,4
Compostos lignínicos (UV _{280nm})	2,3 (0)	2,2 - 5,9
Compostos lignossulfônicos (UV _{346nm})	0,8 (0)	0,4 - 2,1
Cor (VIS _{440nm})	0,2 (0)	0,2 - 0,6

Nota: Valores entre parênteses são os desvios padrões. * Faixa que engloba valores de caracterização encontrados nos trabalhos de Castro e Xavier (2020) ; Peitz e Xavier (2020).

Fonte: o autor, 2020.

A análise do efluente cedido pela indústria demonstrou níveis de DQO abaixo dos valores apresentados por outros autores para o mesmo tipo de efluente. O valor de DQO por exemplo, se encontra dentro dos níveis para lançamento em corpos de água por esse setor como demanda o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMA) na resolução 70/2009 que dispõe sobre o licenciamento ambiental estabelece condições e critérios e dá outras providências, para Empreendimentos Industriais.

Os valores de cor e dos demais parâmetros são próximas aos observados por outros autores como mostrado na Tabela 2. Assim as variações observadas são típicas e são comuns para efluentes reais industriais (PEITZ E XAVIER, 2020).

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Na Tabela 3 são mostrados os resultados do levantamento bibliográfico nas diferentes bases de dados.

Tabela 3-População microbológica e a relação C:N:P no RSB

Tipo de efluente	Razão C:N:P	Principais grupos observados	Referência
Indústria de papel e celulose	100:5:1	bactérias filamentosas: <i>Thiothrix I</i> <i>Thiothrix II</i> <i>S. natans</i>	TSANG et al. 2006
Indústria de Papel reciclado	100:5:1	bactérias filamentosas: (sem especificação)	ROSSONI et al. 2012
Indústria têxtil	100:10:0,4	<i>Proteobacteria</i> <i>Planctomycete</i> , <i>Chloroflexi</i> <i>Chlorobi</i> <i>Bacteroidete</i> <i>Acidobacteria</i> <i>Hyphomonadaceae</i> <i>Comamonadaceae</i> <i>Dermabacteraceae</i> <i>Planctomycetaceae</i> <i>Sinobacteraceae</i>	BARROS, et al. 2019
Esgoto Doméstico	100:10:2,85	<i>Acinetobacter</i> <i>Agrobacterium</i> <i>Thiothrix</i> <i>Xanthobacter</i> <i>Dokdonella</i> <i>Leadbetterella</i> <i>Dipodascus</i> <i>Galactomyces</i> <i>Agaricomycetes</i>	BASURTO, et al. 2019
Indústria papeleira	Não informado	<i>Aspidisca costata</i> <i>Vorticella sp.</i> <i>Opercularia sp.</i> <i>Tracheophyllum sp</i> <i>Rotaria citrinus</i> <i>Philodinavus paradoxus</i>	CORDI, et al., 2010

Fonte: O autor, 2020.

Na Tabela 3 é possível observar diferentes grupos de microrganismos que se desenvolvem no meio reacional do sistema RSB, com relação de C:N:P bastante variáveis. O teor de nutrientes pode interferir na seleção e no desenvolvimento da microfauna (ATKINSON; MAVITUNA, 1987)

O artigo de Tsang et al. (2006), é de RSB tratando efluente de celulose e papel, no qual se buscou minimizar problemas com microrganismos filamentosos. Para o autor o problema do alto índice volumétrico do lodo (IVL), que representa o volume ocupado por 1g de biomassa, ocorre devido ao excessivo desenvolvimento de organismos filamentosos que o autor relaciona com a falta de nutrientes no tratamento do efluente. A razão DQO:N:P= 100:5:1 bem como o tempo de aeração fixado em 6h e temperatura entre 25 a 30 °C foram condições ótimas para o funcionamento do RSB, controlando assim os microrganismos filamentosos. No artigo de Rossoni et al. (2012), comparou-se a utilização de lodo convencional com a de lodo granular em sistema RSB. Os autores apresentam uma alternativa para prevenir o intumescimento filamentoso do lodo pela utilização de meio suporte fino, chamado de agente lastrante. Eles empregaram o mineral talco e puderam minimizar o problema com as bactérias filamentosas no RSB tratando efluentes de fábrica de papel reciclado com tempo de aeração de 21 h.

Em Barros et al. (2019), a granulação aeróbia é apresentada como um processo de automobilização de microrganismos (especialmente bactérias) influenciado por pressões de seleção, como curto período de sedimentação e elevada intensidade de aeração. Tais pressões selecionam a microbiota na composição dos grânulos e influencia na diversidade microbiológica. Os autores revelaram que os microrganismos presentes no lodo granular do RSB com DQO:N:P de 100:10:0,4 tratando efluente têxtil eram dos filos: *Proteobacteria*, *Planctomycete*, *Chloroflexi*, *Chlorobi*, *Bacteroidete* e *Acidobacteria*, além de microrganismos desnitrificantes (DNB) como *Hyphomonadaceae*, *Comamonadaceae*, *Sinobacteraceae*, *Dermabacteraceae*, *Planctomycetacea*.

Em Barsuto et al. (2019), se aborda a dinâmica populacional em diferentes etapas da granulação e a relação das bactérias com a estrutura dos grânulos. O autor apresenta a importância da interação das bactérias no meio reacional e a presença de substâncias poliméricas extracelulares na formação e morfologia dos grânulos aeróbios. Além disso a cooperação microbiológica influencia na formação dos grânulos e na diversidade encontrada no RSB tratando esgoto doméstico.

Por último, em Cordi et al. (2010), os autores apresentam uma visão geral do “Impacto na Microbiota do Lodo Ativado durante a aclimação com diferentes Efluentes Industriais” e referente a efluente de indústria papelreira eles indicam alguns possíveis microrganismos presentes em tratamento por RSB. Eles também destacam que o crescimento e diversidade microbiológica dependerá das condições de operação do reator.

CONCLUSÃO

A amostra apresentou DQO de 283mg. L⁻¹, além de cor verdadeira e derivados de lignina comparáveis à valores da literatura. Quanto aos RSB se verificou uma preocupação com a prevenção do intumescimento filamentoso do lodo, sendo os grupos filamentosos os mais frequentes nos artigos estudados. A relação DQO:N:P indicada pelos autores foi de no mínimo 100:5:1. Estratégias como o uso de meio suporte, formação de lodo granular e adequação dos nutrientes foram as mais utilizadas para o bom desempenho dos RSB avaliados e para uma diversidade bacteriana adequada nestes sistemas.

REFERÊNCIAS

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22. ed. Washington: American Public Health Association, 2012.

ATKINSON, B.; MAVITUNA, F. Biochemical Engineering and biotechnonology handbook, macmillan publishers Ltd- Stockton Press, p. 1119, Nova York, Estados Unidos

BARROS, A., et al. II-118-AVALIAÇÃO DA DINÂMICA POPULACIONAL EM LODO GRANULAR AERÓBIO (LGA) EM REATORES EM BATELADA SEQUENCIAL (RBS) EM REGIME DE ALIMENTAÇÃO/DESCARTE SIMULTÂNEOS.

BASURTO, F., et al. Microbial community dynamics during aerobic granulation in a sequencing batch reactor (SBR). PeerJ, v. 7, p. e7152, 2019.

ÇEÇEN, F. The use of UV-VIS measurements in the determination of biological treatability of pulp bleaching effluents. In: CONFERENCE PROCEEDINGS – 7TH INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION SYMPOSIUM ON FOREST INDUSTRY WASTEWATERS, 2003, Seattle. Anais... Seattle, 2003.

CASTRO, K.; XAVIER, C. TRATAMENTO DE EFLUENTE KRAFT POR SISTEMA DE LODOS ATIVADOS COM ADIÇÃO DE CARVÃO ATIVADO COMO MEIO SUPORTE. Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online), p. 1-15, 2020

CORDI, L., et al. Impacto na microbiota do lodo ativado durante a aclimação com diferentes efluentes industriais. Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, v. 7, n. 3, 2010.

DARAYA, V., 2019. Qual o futuro do mercado de papel e celulose no Brasil? Out/2019.disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/qual-o-futuro-do-mercado-de-papel-e-celulose-no-brasil/>. Acesso em 02 set. 2020

MELCHIORS, E. Avaliação do desenvolvimento de biofilme em meio suporte esponjoso em reator biológico de leito móvel (MBBR) no tratamento de efluente de indústria de celulose. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PARANÁ (ESTADO). Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMA). Resolução70/2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e critérios e dá outras providências, para Empreendimentos Industriais. Diário oficial. Curitiba – PR, 2009.

PEITZ, C.; XAVIER, C. Reator de leito móvel para tratamento de efluente de celulose Kraft em carga orgânica volumétrica elevada. Revista Ambiente & Água [online]. vol.15, n.4, e2512, 2020.

ROSSONI, V., et al. Avaliação do uso de agente lastrante no controle do intumescimento filamentoso em sistema de lodos ativados utilizando efluentes de fábrica de papel reciclado. Revista DAE, v. 191, p. 60-72, 2013.

TSANG, Y., et al. Optimization of biological treatment of paper mill effluent in a sequencing batch reactor.China. Biochemical Engineering Journal, p.194-199, 2006