

II-172 - REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E COMPOSTOS ESPECÍFICOS EM EFLUENTE DE INDÚSTRIA DE CELULOSE KRAFT

Suzamar Moura Costa Rosa⁽¹⁾

Tecnóloga em Processos Ambientais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Mestranda em Química pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Suelen Cristina Vanzetto⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Claudia Regina Xavier⁽¹⁾

Bacharel e Licenciada em Química pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Concepción (UDEC). Professora nas áreas de Química Inorgânica, Química Ambiental e Tratamento de Efluentes Líquidos Industriais (UTFPR).

Endereço⁽¹⁾: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 4900 – Ecoville – Curitiba – PR – CEP: 81280-340 – Brasil – tel: (41) 3279 4575 – e-mail: suzamar_moura@yahoo.com.br

RESUMO

Os processos biológicos são adotados por grande parte das indústrias de celulose e papel para tratamento de águas residuárias. O processo de poupação do tipo kraft desse setor gera grande volume de efluente que requer tratamento. A caracterização desse resíduo pode ser feita através de análises físico-químicas e é importante para que haja controle e cumprimento da legislação para lançamento. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar e avaliar a remoção de matéria orgânica e de compostos específicos de um efluente de indústria de celulose kraft tratado por lagoa aerada facultativa. Os resultados apontaram que o sistema biológico de tratamento removeu tanto matéria orgânica quanto compostos específicos.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento biológico, análises físico-químicas, efluente kraft.

INTRODUÇÃO

A atividade industrial proporciona a sociedade inúmeros insumos de primeira necessidade como alimentos, materiais e serviços (PERALTA-ZAMORA *et al.*, 1997). Grande importância econômica se atribui ao setor de papel e celulose no Brasil, por exemplo, devido à geração e composição de ampla variedade de produtos, tais como livros, jornais, revistas, embalagens e, etc (BRACELPA, 2012; SILVA, 2007).

O processo químico do tipo kraft é empregado para a obtenção de papéis resistentes, sendo o mais utilizado para produção de polpa mundialmente (cerca de 80% de toda polpa obtida é advinda desse processo) (PIOTTO, 2003). Porém, a alta quantidade de água requerida no fabrico acaba por gerar considerável volume de efluente o qual possui altos teores de sólidos suspensos, matéria orgânica, compostos organoclorados e compostos coloridos. Esse tipo de resíduo requer tratamento (GUIMARÃES *et al.*, 2010; SILVA, 2007).

Este tratamento objetiva melhorar a qualidade para sua disposição em corpos receptores a fim de que se alcancem os níveis exigidos pela legislação, de modo a prevenir danos aos recursos naturais e ao meio ambiente (IGLESIA, 2004). Grande parte das indústrias de celulose e papel adotam processos biológicos tais como os anaeróbicos (UASB), lodos ativados e lagoas aeradas para tratamento de seus efluentes, sendo estes processos eficientes na redução de compostos orgânicos biodegradáveis e sólidos suspensos (MEDEIROS, 2008).

Como características a favor dos tratamentos biológicos citam-se a capacidade de tratar grandes volumes de efluente, menores custos de funcionamento e operação simples (OLIVEIRA, ARAÚJO, FERNANDES, 2009). As lagoas de aeração, por exemplo, promovem a redução de 40 – 85% de DBO_{5,20°C} (demanda bioquímica de oxigênio), 30 – 60% de DQO (demanda química de oxigênio) 25% de substâncias organocloradas totais, particularmente, alguns compostos são reduzidos em até 90% (PIOTTO, 2003; SOARES, 1998). Estas

produzem menos lodo se comparadas ao sistema de lodos ativados (PIOTTO, 2003), no entanto, apresentam baixa eficiência na remoção de cor (XAVIER *et al.*, 2011).

Devido a resoluções e normas ambientais cada vez mais restritivas, os processos de produção das indústrias de celulose e papel modificaram-se e adaptaram-se nas últimas décadas a fim de melhorar seu desempenho ambiental (MIELI, 2007). Nesse contexto o estudo de parâmetros de eficiência de sistemas de tratamento de efluentes são importantes para o controle, otimização e o cumprimento da legislação. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar e avaliar a remoção de matéria orgânica e de compostos específicos de um efluente de indústria de celulose kraft tratado por lagoa aerada facultativa.

MATERIAIS E MÉTODOS

ZONA DE COLETA DE AMOSTRAS

O objeto deste estudo foi o sistema biológico de tratamento de uma indústria de celulose kraft, o qual se constitui de uma lagoa aerada facultativa (Figura 1- Etapa 6). EL e SL são pontos de coleta de amostras entrada e saída do reator biológico, respectivamente. As etapas do processo de tratamento são constituídas de:

- 1 – Caixa de areia;
- 2 – Gradeamento;
- 3 – Medidor de vazão I;
- 4 – Lagoa de decantação primária;
- 5 – Medidor de vazão II;
- 6 – Lagoa aerada facultativa;
- 7 – Lagoa de decantação secundária;
- 8 – Medidor de vazão III;
- 9 – Corpo receptor.

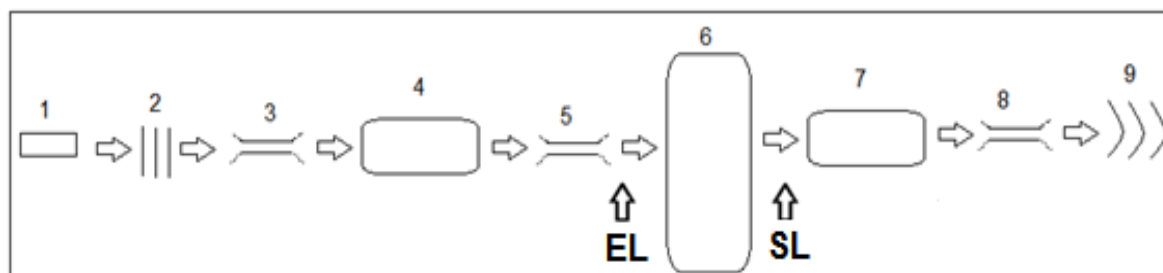


Figura 1: Etapas do sistema de tratamento da indústria.

METODOLOGIAS PARA AS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E FREQUÊNCIA DE ANÁLISES

As análises foram realizadas em laboratório de controle de qualidade da indústria de celulose kraft (ICK) estudada e foram baseadas nas metodologias e referências da Tabela 1.

Tabela 1: Metodologias e referências utilizadas para os parâmetros analisados

Parâmetros analisados	Metodologia	Referência	Frequência de análise
CFT (Compostos fenólicos totais)	Medição em fotômetro	Manual para leitura fornecido pela Macherey – Nagel ¹	3 vezes por semana
Cor	Medição em fotômetro	Manual para leitura fornecido pela Macherey – Nagel ¹	3 vezes por semana
DBO _{5,20°C} (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	Incubação com diluição	APHA-AWWA-WPCF, 1998	2 vezes por semana
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	Medição em fotômetro	Manual para leitura fornecido pela Macherey – Nagel ¹	3 vezes por semana
pH (Potencial hidrogeniônico)	Potenciométrico	ABNT/NBR14339	3 vezes por semana

¹Baseado em normas e regulamentos internacionais para análise de água potável e efluente (DIN, EN, ISO, APHA e EPA). Atende as normas técnicas APHA, AWWA, Standard Methods e ABNT.

As amostras foram previamente filtradas em membrana de 47 mm de diâmetro e 0,45 µm de porosidade para as análises de todos os parâmetros exceto pH. Após a coleta das amostras, estas eram analisadas imediatamente em duplicata. O período de análises compreendeu oito meses. Os valores de vazão (m³/h) foram obtidos da planilha de controle de análises físico-químicas da ICK.

CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO

O cálculo de eficiência de remoção de matéria orgânica e de compostos específicos foi determinado de forma percentual, conforme a Equação 1, adaptada de APHA-AWWA-APCF (1998), empregando amostras de EL e SL. Para os parâmetros avaliados, os cálculos foram aplicados utilizando-se os valores médios de concentração e vazão.

$$\text{Remoção (\%)} = \frac{[(Q_e \times DQO_e) - (Q_s \times DQO_s)] \times 100}{(Q_e \times DQO_e)} \quad \text{equação (1)}$$

Onde Q_e e Q_s correspondem à vazão média de entrada e saída da lagoa aerada facultativa, respectivamente, em m³/h; DQO_e e DQO_s , correspondem aos valores médios de concentração no efluente EL e SL, respectivamente, em mg DQO/L. A remoção (%) dos demais parâmetros estudados neste trabalho, tais como CFT, cor e $DBO_{5,20°C}$ foram calculados da mesma maneira, apenas substituindo-se DQO_e e DQO_s pelos respectivos valores dos demais parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As características do sistema de tratamento estudado são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Características do efluente kraft tratado por lagoa aerada facultativa

Parâmetros	EL	SL
Cor (mgCoPt/L)	1576,2 ± 995,9	1403,5 ± 516,4
DBO _{5,20°C} (mgDBO/L)	190,0 ± 92,5	32,1 ± 21,6
DQO (mgDQO/L)	734,6 ± 369,0	425,4 ± 180,2
pH	9,4 ± 3,0	8,1 ± 0,2
Compostos fenólicos totais (mg/L)	1,5 ± 1,1	1,2 ± 0,4
Vazão (m³/h)	432,9 ± 58,8	389,7 ± 27,7

Em relação a cor, esta pode ocorrer devido à variadas substâncias dissolvidas que advêm durante o processo de produção, tais como os compostos lignínicos e derivados (AZZOLINI e FABRO, 2012). A eficiência média do sistema de tratamento para o parâmetro cor foi de 19,8%. Embora haja redução de cor, em sistemas de tratamento aeróbicos por lagoas aeradas, a remoção do parâmetro é baixa se comparada àquela em sistemas de lodos ativados (XAVIER *et al.*, 2011).

A média da relação $DBO_{5,20^{\circ}C}/DQO$ obtida do ponto de entrada do reator biológico foi de $0,29 \pm 0,12$, Tabela 2, indicando que o efluente da indústria em estudo pode ser tratado biologicamente, porém, devido ao desvio padrão observado, o efluente também possui tendência a ser tratado por processos físico-químicos. Isso significa que nestas condições, somente um tratamento biológico não permite gerar um efluente que cumpra com os padrões de lançamento desejáveis (SPERLING, 1996). Para o parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$, a eficiência de remoção encontrada foi de 84,8%, valor condizente com a literatura (PIOTTO, 2003).

Reportando-se ao parâmetro DQO, devido à variação no processo e a presença de matéria orgânica e inorgânica, observa-se grande variabilidade deste na entrada do sistema biológico. Havendo frações biodegradáveis (que servem de alimento para os microrganismos, consumindo oxigênio dissolvido) e não biodegradáveis (que também utilizam oxigênio dissolvido no processo de oxidação) (AZZOLINI e FABRO, 2012). O valor médio de eficiência de remoção deste parâmetro foi de 47,8%, o qual também está de acordo com o encontrado na literatura da indústria deste setor (PIOTTO, 2003).

Os valores de pH apresentados nos pontos avaliados são decorrentes do tipo de sistema kraft de polpação, o qual gera efluente alcalino. Apesar de haverem processos de recuperação de produtos químicos do processo produtivo, o pH encontrado neste ponto avaliado possui valor médio alto, indicando falhas na recuperação dessas substâncias, alterando assim o pH do efluente do processo (AZZOLINI e FABRO, 2012). Valores próximos da neutralidade (pH 7,0) são essenciais para desenvolvimento e sobrevivência dos organismos presentes no sistema de tratamento biológico. Neste caso, há necessidade de maior controle do parâmetro no ponto EL, pois o efluente analisado irá também para a entrada da lagoa aerada.

A eficiência de tratamento do sistema biológico situou-se em 27,9% para os compostos específicos CFT, indicando que houve remoção do parâmetro. O valor médio encontrado para compostos fenólicos totais no ponto EL se situou abaixo do encontrado em um estudo similar com efluente de indústria de celulose e papel (RODRIGUES, BERGAMASCO e GIMENES, 2000).

Houve variações nos valores dos parâmetros estudados do efluente, sendo as oscilações provenientes das características físico-químicas do resíduo que pode apresentar maior ou menor biodegradabilidade assim como também podem estar relacionadas a fatores operacionais do sistema produtivo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011). Esses resultados apontam a necessidade de um equalizador a fim de se neutralizar despejos e minimizar variações no teor de matéria orgânica que ingressa no sistema biológico de tratamento.

CONCLUSÕES

A atividade do setor de celulose e papel apresenta grande relevância econômica e ambiental, sendo importante o conhecimento das características de seu efluente através de análises físico-químicas, tanto pela quantidade de resíduo gerado quanto pelo elevado consumo de água.

O estudo indicou que os valores médios encontrados para os parâmetros são decorrentes das variações das características físico-químicas do efluente que alimenta a lagoa aerada facultativa. Diferenças na composição e quantidade de carga orgânica, compostos específicos e oscilações de pH poderiam ser minimizadas com a presença de um equalizador no sistema de tratamento de efluente.

Através do monitoramento do sistema de tratamento por meio das análises físico-químicas foi possível observar que o sistema biológico de tratamento removeu tanto matéria orgânica quanto compostos específicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, C. G. de; TAVARES, R. G. T.; SILVA, V. de P. S.; BIONE, M. A. A.; Relação entre os valores de DQO e DBO da estação de tratamento de esgoto de Peixinhos em Olinda – PE. 2011. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2011.
2. APHA - AWWA-WPCF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th Edition, American Public Health/American Water Works Association/Water Pollution Control Federation, Washington DC, USA, 1998.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14339: Água – Determinação de pH – Método eletrométrico, 1999.
4. AZZOLINI, J. C.; FABRO, L. F. Controle da eficiência de sistema de tratamento de efluentes de uma indústria de celulose e papel da região meio oeste de Santa Catarina. Unoesc & Ciência. Joaçaba, v. 3, n. 1, 2012.
5. BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. Papel. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/167>. Acesso em Setembro de 2012.
6. GUIMARÃES, J. R.; JUNIOR, R. L. A.; MANIERO, M. G.; FADINI, P. S. Ozonização em meio básico para redução de cor do licor negro de indústria de celulose de algodão. Engenharia Sanitária Ambiental. Campinas, v. 15, n. 01, 2010.
7. IGLESIA, M. R. L.; Avaliação de um sistema piloto composto de reator UASB seguido de lagoa aerada aeróbia e lagoa de decantação no tratamento de esgotos sanitários com elevada contribuição de despejos industriais. 2004. 349 p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 2004.
8. MEDEIROS, D. R. Tratamento de Efluentes do Branqueamento da Polpa Celulósica por Processos Oxidativos Avançados Baseados em Ozônio. 2008. 223 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2008.
9. MIELI, J. C. A. Sistemas de avaliação ambiental na indústria de celulose e papel. 2007. 99 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.
10. OLIVEIRA, G. S. S.; ARAÚJO, C. V. M.; FERNANDES, J. G.; Microbiologia de sistemas de lodos ativados e sua relação com o tratamento de efluentes industriais: a experiência da Cetrel. Química Nova. Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, 2009.
11. PERALTA-ZAMORA, P.; ESPOSITO, P.; REYES, J.; DURÁN, N. Remediação de efluentes derivados da indústria de papel e celulose. Tratamento biológico e fotocatalítico. Química Nova. Campinas, v. 20, n. 02, 1997.
12. PIOTTO, Z. C. Eco-eficiência na indústria de celulose e papel – Estudo de caso. 2003. 379 p. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
13. RODRIGUES, A. N. M.; BERGAMASCO, R.; GIMENES, M. L. Utilização de processos combinados para tratamento de efluente de indústria de papel e celulose. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EM CELULOSA Y PAPEL. Argentina. 2000.
14. SILVA, T. C. F. Processos oxidativos avançados para tratamento de efluentes de indústria de celulose kraft branqueada. 2007. 92f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.
15. SOARES, C.H.L. Estudos mecanísticos da degradação de efluentes de indústrias de papel e celulose por fungos basidiomicetos degradadores de madeira. 1998. 133f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 1998.
16. SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 1996, ed. UFMG, v. 1, 3^o ed.
17. XAVIER, C.R.; OÑATE, E.; MONDACA, A. M.; CAMPOS, L. J.; VIDAL, G. Genotoxic effects of kraft pulp mill effluents treated by biological aerobic systems. Interciencia. v. 36, n. 06, 2011.