



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-106 – EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE CELULOSE E PAPEL

Gilson Barbosa Athayde Júnior⁽¹⁾

Graduado em engenharia civil pela Universidade Federal da Paraíba (1995). Doutor em engenharia sanitária pela University of Leeds – Inglaterra (1999). Professor da Faculdade de Engenharia da Universidade Vale do Rio Doce.

Marle José Ferrari Júnior

Graduado em engenharia civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (1994). Mestre em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (1996). Professor da Faculdade de Engenharia da Universidade Vale do Rio Doce.

Gerson Benevides dos Santos

Supervisor técnico da Fábrica de Papel Santa Therezinha S/A.

Aurellis Carvalho Nascimento

Graduado em química industrial pela Universidade Vale do Rio Doce. Estagiário da Fábrica de Papel Santa Therezinha S/A.

Endereço⁽¹⁾: Rua Luxemburgo, 509/301, Morada do Vale, Governador Valadares – MG, cep: 35.057-490, Fone: (33) 3275-1943

 gilson@univale.br

RESUMO

Uma das mais representativas fontes de poluição dos recursos hídricos são as águas residuárias industriais, as quais são geralmente bastante concentradas em termos de diversos poluentes. Desta forma, faz-se necessário o tratamento das mesmas, de modo a atender aos padrões estabelecidos em lei para lançamento em corpos aquáticos naturais. O segmento da celulose e papel é um dos que vem apresentando um crescimento mais significativo nos últimos anos na indústria brasileira. Segundo a Associação Brasileira de Celulose e Papel, as exportações, que eram de pouco mais de US\$ 1 bilhão no início da década de 90, ampliaram-se até agora em mais de 100%, alcançando em 2002 US\$ 2,1 bilhões e gerando um saldo comercial positivo de US\$ 1,5 bilhão para o País. Para 2003 a BRACELPA previa uma exportação de US\$ 3,1 bilhões, com previsão de saldo em divisas de US\$ 2,5 bilhões para o setor de celulose e papel brasileiro. Como aumento na produção de papel, aumenta também a produção de resíduos. No caso das indústrias de celulose e papel, a quantidade de efluentes líquidos já é acentuada e tais efluentes são bastante concentrados em matéria orgânica. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de remoção de carga orgânica na ETE de uma indústria de processamento de celulose e papel e a adequação de seu efluente final, em termos de DBO₅, DQO, SS, pH e temperatura, para lançamento num córrego adjacente à indústria. A ETE estudada, em escala real, era constituída de um sistema de gradeamento, desarenador, decantador primário, seguido de uma lagoa aerada e outra de decantação e cujo efluente final tratado era despejado num córrego afluente do rio Doce, um dos mais degradados do estado de Minas Gerais. O estudo foi conduzido de fevereiro a junho de 2003, através da coleta de amostras pontuais dos esgotos na entrada e na saída de cada unidade de tratamento da ETE, com frequência de amostragem diária para temperatura, pH, oxigênio dissolvido, DQO e SS e semanal para DBO₅. A ETE alcançou eficiência total de remoção de 97, 95 e 99% para DBO₅, DQO e SS, respectivamente, não tendo sido encontradas correlações significativas entre tais eficiências e parâmetros ambientais da ETE (temperatura, pH e oxigênio dissolvido). Além dos valores de DBO₅, DQO e SS contidos no efluente final, a temperatura média de 27°C, o pH de 7,7 e um regime de lançamento com vazão

máxima de 1,4 vez a vazão média diária, possibilitou o lançamento de efluente em conformidade, pelo menos para os parâmetros analisados, com a DN 10/1986 (alterada pela DN 032/1998) do COPAM (MG), refletindo um benefício para a qualidade da água na bacia do rio Doce.

PALAVRAS-CHAVE: controle da poluição, tratamento de efluentes, celulose, papel, matéria orgânica.

INTRODUÇÃO

Com a crescente pressão antrópica sobre os recursos naturais, notadamente a água, faz-se necessário a adoção de medidas preventivas para a preservação e conservação dos mesmos. Uma das mais representativas fontes de poluição dos recursos hídricos são as águas residuárias industriais, as quais são geralmente bastante concentradas em termos de matéria orgânica (BRAILE e CAVALCANTI, 1993). Quando um efluente orgânico atinge um corpo aquático, aquele consome parcial ou integralmente o oxigênio dissolvido neste, com consequências letais para toda a fauna aeróbia do meio, além de outros diversos impactos ambientais. Dessa forma, faz-se necessário o tratamento dos despejos industriais previamente ao seu lançamento, tendo em vista a conservação dos corpos aquáticos receptores.

O segmento da celulose e papel é um dos que vem apresentando um crescimento mais significativo nos últimos anos na indústria brasileira. Segundo a BRACELPA (Associação Brasileira de Celulose e Papel) as exportações, que eram de pouco mais de US\$ 1 bilhão no início da década de 90, ampliaram-se até agora em mais de 100%, alcançando em 2002 US\$ 2,1 bilhões e gerando um saldo comercial positivo de US\$ 1,5 bilhão para o País. Para 2003 a BRACELPA previa uma exportação de US\$ 3,1 bilhões, com previsão de saldo em divisas de US\$ 2,5 bilhões para o setor de celulose e papel brasileiro.

Como aumento na produção de papel, aumenta também a demanda por sua matéria prima, celulose extraída de madeira, e a produção de resíduos. Tais incrementos têm como consequências diversos impactos ambientais. No caso das indústrias de celulose e papel, a quantidade de efluentes líquidos já é acentuada e tais efluentes são bastante concentrados em matéria orgânica. Para agravar o fato, as estações de tratamento de efluentes de tais indústrias geralmente apresentam baixas eficiências de remoção de matéria orgânica, devido à natureza da água residuária. Segundo Buzzini e Pires (2003), as principais características destes efluentes são a alta toxicidade e a baixa biodegradabilidade devido aos taninos, ligninas, resinas e compostos clorofenólicos.

Uma das formas de se diminuir a demanda por celulose para a fabricação de papel consiste na utilização de aparas de papel como matéria-prima. Esta reciclagem, no entanto, não é totalmente limpa, pois grande quantidade de fibras é perdida no processo, sendo descartada junto com o efluente da indústria.

Este trabalho tem como objetivos avaliar a eficiência de tratamento de uma indústria de processamento de celulose e papel (20% de fibra celulósica primária e 80% aparas de papel) na remoção de parâmetros indicadores da concentração de matéria orgânica, bem como avaliar a adequação do efluente final para lançamento no corpo receptor conforme a legislação vigente no estado de Minas Gerais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi monitorada uma estação de tratamento de efluentes (ETE), em escala real, de uma indústria de processamento de celulose e papel (20% de fibra celulósica primária e 80% aparas de papel) localizada em Governador Valadares – MG. A ETE era constituída de um sistema de gradeamento e desarenador, um decantador primário e um sistema de lagoas, sendo uma aerada e outra de decantação. O efluente final tratado da ETE era despejado num córrego afluente do rio Doce, um dos mais degradados do estado de Minas Gerais.

Figura 1 mostra um desenho esquemático da ETE, enquanto que a Tabela 1 apresenta as características físicas e operacionais das unidades de tratamento. Nas Figuras 2, 3 e 4, são mostrados o decantador, a lagoa aerada e a lagoa de decantação.

Foram monitorados os parâmetros DBO₅, DQO e sólidos suspensos (SS), além de temperatura, pH e oxigênio dissolvido (OD), através da coleta pontual, às 09:00h, de amostras do esgoto bruto afluente e efluente de cada unidade de tratamento. A frequência de amostragem foi quase sempre diária para todos os parâmetros, excetuando-se para a DBO₅, que foi semanal. O período de monitoramento foi de cinco meses: de fevereiro a junho de 2003. As análises seguiram as recomendações de APHA/AWWA/WEF (1998).

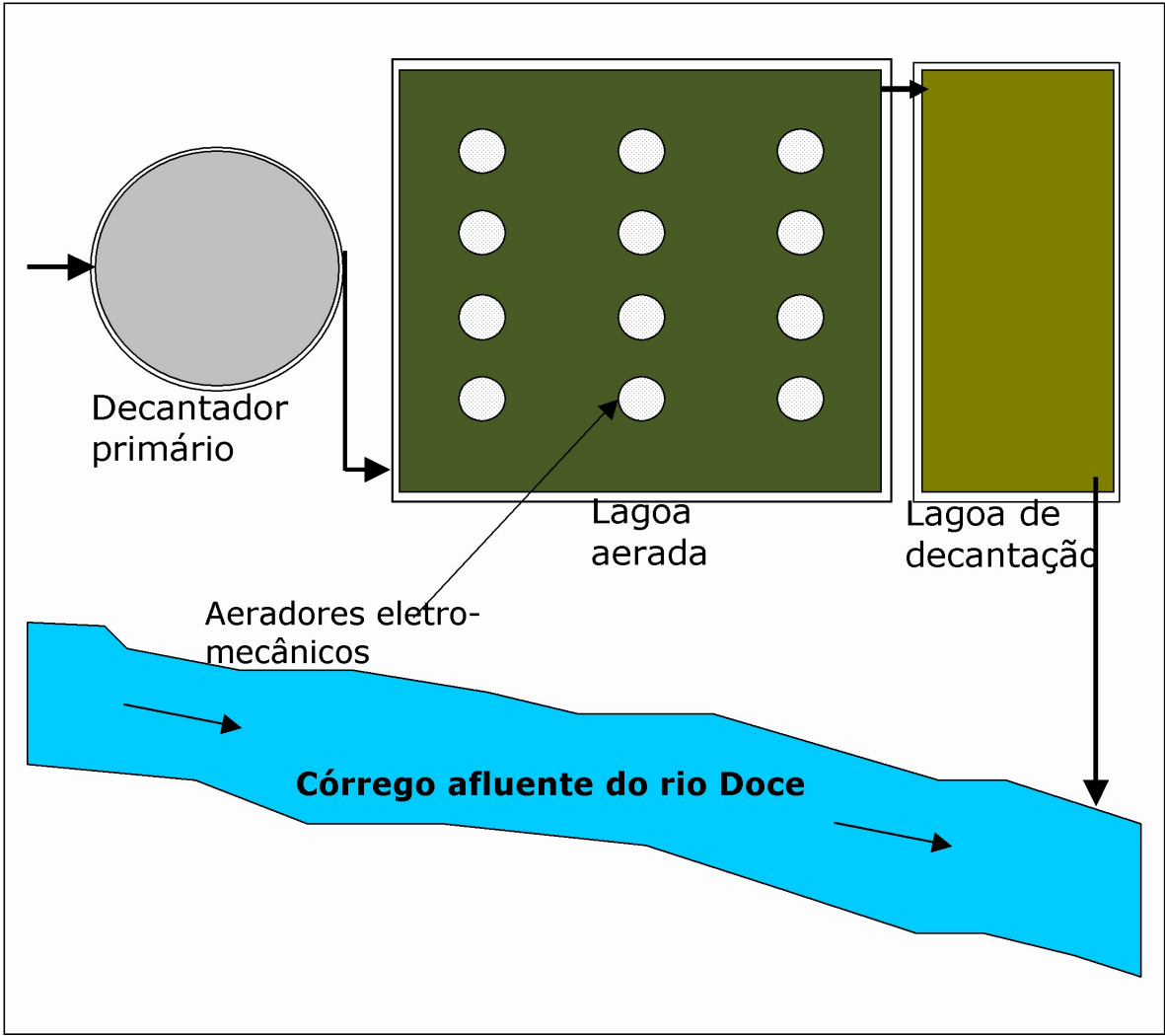


Figura 1: Esquema em planta da ETE estudada

Tabela 1: Características físicas e operacionais das unidades de tratamento.

	Diâmetro (m)	Largura ^a (m)	Comprim. ^a (m)	Profundid. (m)	Área superficial (m²)	Volume (m³)	TDH ^b (dias)	Potência instalada (W/m³)
Dec. primário	24,0	---	---	3,5	452,0	1583,0	0,24	---
Lagoa aerada	---	75,2	88,0	3,8	6617,6	21190,0	5,78	5,0
Lagoa de decantação	---	35,6	84,0	3,8	2990,4	9284,0	2,53	---

^a Na superfície. Inclinação dos taludes das lagoas: (H:V – 1:1,5)

^b Calculado com base em medições diárias de vazão.



Figura 2: Foto do decantador primário estudado



Figura 3: Foto da lagoa aerada estudada



Figura 4: Foto da de decantação estudada

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta a média aritmética, o número de determinações e os valores mínimo e máximo de cada parâmetro para cada um dos pontos amostrados. A Tabela 3 mostra as eficiências de remoção para os parâmetros DBO₅, DQO e SS, além da eficiência total da ETE. A Tabela 4 apresenta, apenas para os parâmetros analisados neste trabalho, os requisitos necessários para um efluente a ser lançado em corpos aquáticos receptores no estado de Minas Gerais.

Tabela 2: Média aritmética, o número de determinações e valores mínimo e máximo dos parâmetros analisados nos diversos pontos amostrados.

Média			Esgoto bruto			Efluente decantador primário			Efluente lagoa aerada			Efluente lagoa de decantação		
n	min.	máx.												
Vazão			6471			3668			3668			3668		
(m ³ /d)			58	3672	8400	58	2088	5256	58	2088	5256	58	2088	5256
DBO ₅			1231			356			---			42		
(mg/L)			18	710	1624	9	272	505	---	---	---	18	17	74
DQO			4035			451			258			188		
(mg/L)			132	153	11911	134	192	858	133	84	582	135	34	380
SS			5705			29			57			28		
(mg/L)			128	820	12750	131	10	100	127	10	140	134	10	120
Temperatura			32,4			---			27,3			27,0		
(°C)			136	22,9	36,1	---	---	---	142	20,7	31,6	138	20,4	30,7
pH			7,43			6,78			7,75			7,73		
			142	6,9	8,9	140	6,4	7,3	142	7,0	8,1	142	7,0	8,1
OD			---			---			1,85			2,01		
(mg/L)			---	---	---	---	---	---	111	0,5	8,4	113	0,5	6,5

Tabela 3: Eficiências de remoção (%) em cada reator, bem como a eficiência total da ETE, para BDO₅, DQO e

SS.

	Decantador	Lagoa aerada	Lagoa de polimento	ETE (total)
DBO ₅	71,1	---	---	96,6
DQO	88,8	42,7	27,2	95,3
SS	99,5	-96,6	51,5	99,5

Tabela 4: Padrões de lançamento de efluentes de acordo com a DN N° 010/1986, alterada pela DN N° 032/1988^a do COPAM (MG).

	Requisito para lançamento
DBO ₅	VMP ^b = 60 mg/L (ou eficiência de remoção mínima de 85%)
DQO	VMP ^b = 90 mg/L (ou eficiência de remoção mínima de 90%)
SS	VMP ^b = 60 mg/L
Temperatura	VMP ^b = 40 °C
pH	Faixa: 6,5 a 8,5
Vazão	1,5 vez a vazão média diária

^a Outros parâmetros são considerados nas referidas DN (deliberação normativa) do COPAM, porém não foram possíveis de determinação neste trabalho.

^b VMP = valor máximo permissível

A eficiência de remoção total da ETE foi de 96,6, 95,3 e 99,5% para DBO₅, DQO e SS, respectivamente. Observa-se na Tabela 3 que, destas remoções, a maior parte ocorreu no decantador primário, devido à natureza grosseira dos sólidos contidos no esgoto bruto, sendo a maioria formada por fibra celulósica proveniente das aparas de papel. Uma análise de estatística não detectou correlações significativas entre a eficiência de remoção nas lagoas e a temperatura, que variou de 20,4 a 31,6 °C, ou a carga orgânica aplicada (dados não apresentados). As eficiências de remoção foram atribuídas aos fenômenos da sedimentação no decantador, oxidação biológica na lagoa aerada e sedimentação na lagoa de decantação. Ambas as lagoas operaram com saldo de OD, denotando uma aeração suficiente.

Comparando-se o as características do efluente em estudo apresentadas na Tabela 2 e/ou as eficiências de remoção da ETE apresentadas na Tabela 3 com os requisitos para lançamento de efluentes em corpos receptores no estado de Minas Gerais (Tabela 4), percebe-se que, para os parâmetros analisados neste trabalho, o efluente se enquadraria nos requisitos para lançamento.

CONCLUSÕES

Os teores de oxigênio dissolvido nas lagoas aerada e de decantação denotam que a potencia instalada de 5 W/m³ foi suficiente para oxidação aeróbia da matéria orgânica.

A eficiência da ETE não esteve relacionada à temperatura ou à carga orgânica aplicada e foi atribuída aos fenômenos da sedimentação, no decantador e na lagoa de decantação e à oxidação biológica na lagoa aerada.

As características do efluente em estudo e/ou as eficiências de remoção da ETE, para os parâmetros ora analisados, possibilitaria o lançamento do efluente de acordo com a legislação vigente em Minas Gerais.

Uma ETE para tratamento de efluentes de indústria de processamento de celulose e papel com a configuração ora relatada (decantador, lagoa aerada, lagoa de decantação), devidamente projetada, produz efluente passível de lançamento em coleções aquáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA/AWWA/WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th edition. Public Health Association. New York. 1998.
2. BRACELPA. Associação Brasileira de Celulose e Papel. URL: [http:// www.bracelpa.org.br](http://www.bracelpa.org.br). Visitado em 17/08/2003.
3. Buzzini, A.P.; Pires, E.C. Avaliação do desempenho de um reator UASB com recirculação no tratamento de efluentes de indústrias de pasta celulósica não branqueada. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental., Joinville, 2003.
4. BRAILE, P.M. e CAVALCANTI, J.E.W.A. Manual de tratamento de águas residuárias industriais. CETESB. São Paulo. 1993.