

UMA FORMA AMBIENTALMENTE CORRETA DE SE GERENCIAR PARADAS GERAIS PARA MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA DE CELULOSE

Tatiana Heid Furley¹, Alberto Carvalho de Oliveira Filho² e Emílio Sérgio Montenegro²

¹*Aplysia Ass. e Cons. Ltda., Av. Américo Buaiz, 501, Ed. Victoria Office Tower, Torre Norte, S. 915. Vitória – ES, CEP 29.050-911
E-mail: tatiana@aplysia.com.br*

²*Aracruz Celulose S.A., INCEL, Aracruz, ES
E-mail: aco@aracruz.com.br
E-mail: esm@aracruz.com.br*

INTRODUÇÃO

A fábrica Aracruz Celulose S.A. está situada no Estado do Espírito Santo (Brasil), no município de Aracruz, cerca de 70 km ao norte de Vitória, capital do Estado. Encontra-se entre as principais fornecedoras mundiais de polpa de celulose de eucalipto branqueada, com uma produção anual de 1,3 toneladas secas ao ar (tsa), da qual mais de 90% é exportada. O complexo industrial possui duas fábricas (Fábrica A e B) contendo no total 2 unidades de polpeamento, três caldeiras de recuperação, quatro linhas de branqueamento e secagem, e instalações para recuperação de produtos químicos, tratamento de água e geração de energia elétrica a partir de biomassa.

Os efluentes líquidos gerados na fábrica são submetidos aos tratamentos primário e secundário. O tratamento primário (Figura 1) é composto por três decantadores objetivando a separação das fibras do efluente alcalino. Após o tratamento primário, os efluentes ácidos, alcalinos sem fibras e efluentes sanitários são misturados e enviados para o tratamento secundário (Figura 2), composto por 5 lagoas aeradas e 1 lagoa de estabilização, e com tempo de retenção total de seis dias. O efluente final é levado ao mar (recurso hídrico) através de um emissário submarino, localizado à 1,7 km da costa.

O sistema de Lagoas Aeradas é um processo de tratamento secundário de efluentes, o qual é comumente empregado pelas indústrias de polpa e celulose pelo fato de ser considerado eficiente na remoção de matéria orgânica e detoxificação, gerar baixa quantidade de sólidos decantáveis e ser de baixo consumo de energia (Allen & Liu, 1998). É um processo biológico, onde principalmente as bactérias e protozoários (Figura 3) oxidam a matéria orgânica, em tanque de aeração, onde o efluente é lançado. A eficiência das lagoas aeradas é diretamente dependente destes organismos (Quaglia & Bonfim, 1996). Mas, a riqueza e a densidade dos mesmos varia em função da qualidade do ambiente em que se desenvolvem, isto é, dos parâmetros físico-químicos (CETESB, 1992).



Figura 1 – Decantador do Sistema de tratamento primário da ETE da Aracruz Celulose S/A.



Figura 2 - Foto aérea do sistema de tratamento secundário da Aracruz Celulose S.A

Já se sabe que, na produção de polpa de celulose existe a formação de uma grande variedade de compostos que podem ser tóxicos aos organismos presentes tanto na ETE quanto também no corpo receptor. Scroggins (1986) realizou um balanço da toxicidade de diversos efluentes de uma fábrica de celulose, e cita que entre eles, os efluentes ácido e alcalino, condensado, efluente da caldeira, do digestor e do branqueamento são os mais tóxicos. Sikes & Almost (1986) comentam sobre a alta toxicidade do licor preto quando eliminado para o ambiente aquático. Furley *et al.* (2001) observaram uma diminuição na eficiência da ETE quando exposta a drenagens tóxicas de Paradas Gerais, black-outs, ECC e licor.

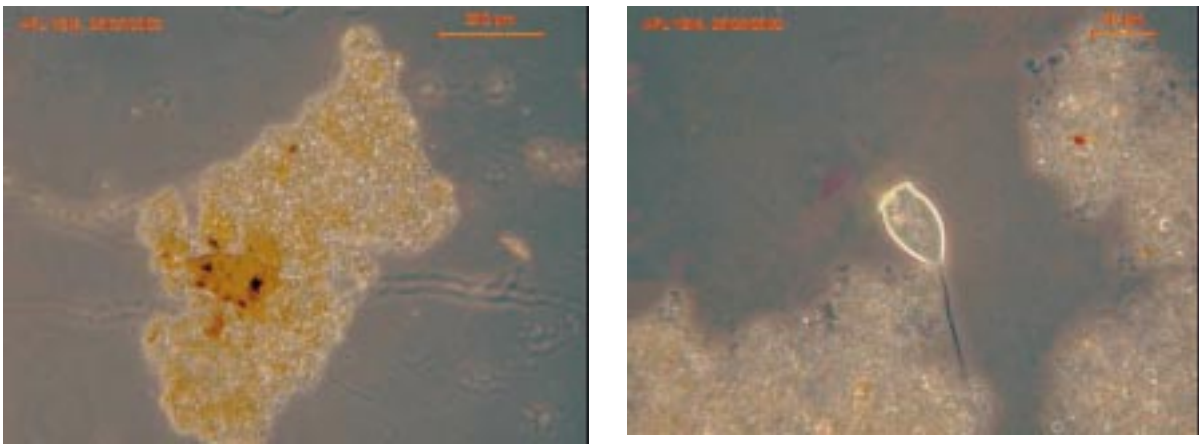


Figura 3 – Floco biológico e protozoário típicos de ETE.

Segundo Ahtiainen *et al.* (1996) os constituintes naturais da madeira, presentes principalmente no licor, podem ser os responsáveis pela toxicidade observada em efluentes ECF e TCF. Os ácidos resínicos e seus sub-produtos, por exemplo, são tóxicos (Brumley *et al.*, 1997). As dioxinas e os furanos (organoclorados), encontrados em efluentes do branqueamento à base de cloro e/ou dióxido de cloro, são indutores potenciais da atividade EROD (Hewitt *et al.*, 1996).

As indústrias de celulose são indústrias que trabalham permanentemente, isto é, o tempo integral durante todo o ano. Para que elas realizem as manutenções anuais em seus diversos tipos de equipamentos são necessárias as chamadas PGs (Paradas Gerais para manutenção). Durante as PGs são feitas as drenagens dos líquidos contidos nos equipamentos em manutenção, bem como a lavagem interna destes, e com isso, diversos tipos de efluentes com diferentes volumes são liberados para a ETE. A Aracruz Celulose S.A. tem duas unidades de produção (Fábrica A e B) e com isso, são necessárias pelo menos duas PGs por ano. Estudos realizados anteriormente comprovaram que durante as PGs da Aracruz Celulose S.A são liberadas concentrações mais altas de organoclorados, quando este período é comparado ao de produção normal Furley & Carvalho (2000).

OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho é demonstrar a importância ambiental de se fazer um bom gerenciamento das drenagens ocorridas nas PGs.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demonstrar a toxicidade do efluente gerado na PG
- Estruturar um plano de gerenciamento de drenagens das PGs
- Avaliar a importância ambiental de um bom gerenciamento das PGs para a qualidade do efluente
- Avaliar a importância econômica de um bom gerenciamento das PGs

METODOLOGIA

A toxicidade do efluente gerado na PG foi estabelecida a partir do teste de bioatividade das bactérias presentes na ETE. A cada dia (antes e durante a PG) foram coletados 2 litros de amostra de efluente na quinta lagoa de tratamento da ETE. Este efluente foi acondicionado em bequer de vidro com tampa (Figura 4) e aerado até que a concentração de oxigênio dissolvido atingisse 9 mg/L. Então, a amostra era tampada e o fornecimento de oxigênio interrompido. A partir deste momento, a cada 15 minutos foi medido o consumo de oxigênio pelas bactérias presentes no efluente, até que se atingisse um tempo final de 200 minutos. Este mesmo tipo de experimento foi realizado paralelamente usando-se água esterelizada ao invés de efluente, servindo como controle das perdas de oxigênio através de processos físico-químicos.

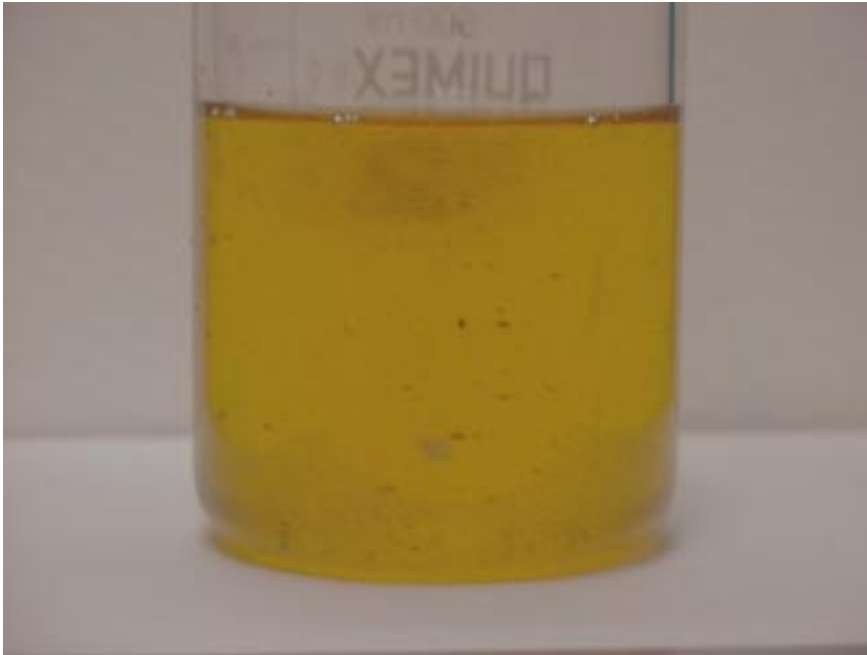


Figura 4 – Béquer de vidro e efluente utilizados no teste de bioatividade das bactérias.

Um plano de gerenciamento detalhado de drenagem nas paradas gerais foi elaborado por especialistas em meio ambiente e demais áreas da fábrica, e uma comparação da qualidade ambiental do efluente (dados químicos como sólidos suspensos, sódio, cor, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, AOX, Carbono Orgânico Total) foi feita utilizando-se dados de uma parada realizada em 2000 (sem um programa específico para drenagens) com uma parada realizada em 2001 (com um programa específico de drenagens já implementado).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) A toxicidade do efluente durante as PGs

O teste da bioatividade das bactérias demonstrou e confirmou que o efluente da Aracruz Celulose, gerado durante as paradas, é tóxico aos organismos microbiológicos da ETE. Este resultado pode ser observado na Figura 5, onde nota-se que durante o período de exposição das bactérias ao efluente da PG (de 26/1 a 7/2), estas consumiram pequenas concentrações de oxigênio (1 a 3 mg/L) num tempo total de 200 minutos, valor bem inferior ao consumido quando em operações normais de produção (4 a 5 mg/L). Este teste da bioatividade das bactérias demonstra que parte destas morreram ou estiveram numa forma inativa durante as PGs, o que foi representado indiretamente pelo baixo consumo de oxigênio na amostra.

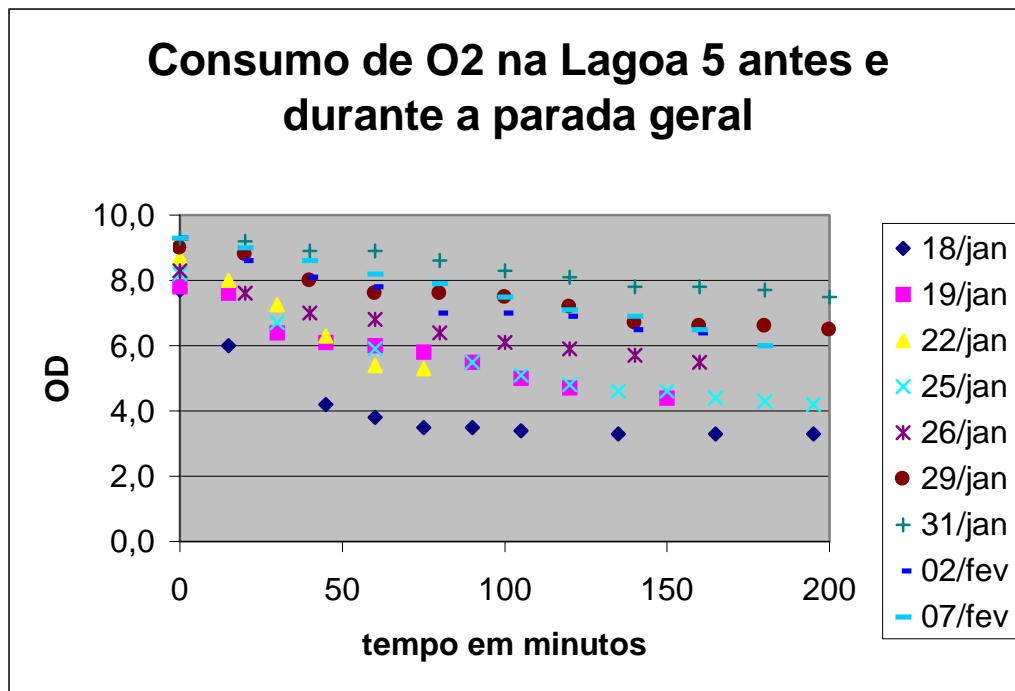


Figura 5 – Resultados obtidos no teste de bioatividade das bactérias submetidas ao efluente da PG.

b) O plano de gerenciamento das drenagens nas paradas gerais

O plano de gerenciamento das drenagens foi feito a partir de um cronograma geral de atividades da PG.

Vários aspectos foram levados em consideração ao se elaborar este plano, tais como:

- Antes de se realizar o programa de drenagens, cada área deve enviar para o setor de meio ambiente, um cronograma das atividades a serem realizadas, o tempo previsto para parada do equipamento, e o volume a ser drenado;

- O programa de drenagens deve ser feito por especialistas de meio ambiente em conjunto com demais áreas e deve ser imparcial;
- O cronograma das drenagens deve ser feito de forma que estas aconteçam gradativamente do início para o fim do processo evitando que se drene efluentes para locais que já foram drenados, lavados e se encontram prontos para o início das atividades de manutenção;
- Tem-se como prioridade a neutralização dos efluentes; sendo assim, efluentes ácidos e alcalinos devem ser drenados ao mesmo tempo evitando choques de pH na microbiologia da ETE e conseqüente diminuição da eficiência do sistema de tratamento, o que poderia causar impacto ambiental no corpo receptor; além disso, deve-se usar a menor quantidade de ácido possível e capaz de neutralizar o efluente no tratamento primário, trazendo benefícios ambientais, financeiros e evitando corrosão das bombas;
- Um segundo fator muito importante é a vazão das drenagens. Deve-se controlar a vazão a fim de evitar afogamento das canaletas de efluente e transbordo para as canaletas de água pluvial, que vão direto para o corpo receptor (recurso hídrico marinho);
- O tempo de drenagem do volume total de um tanque deve ser estendido, a fim de que se drene com a menor vazão possível evitando choques na ETE;
- Já prevendo o esvaziamento nas PGs, os tanques da caustificação e spill da linha de pasta, e as torres dos difusores e de pasta marron devem começar a ser drenados bem lentamente, antes mesmo que se inicie a PG diminuindo a própria drenagem para a ETE, durante a PG, e evitando choques na microbiologia da ETE;
- Na área do branqueamento, deve-se tentar produzir o mesmo tipo de produto nas quatro linhas para possibilitar a transferência de massa entre as máquinas de secagem, evitando que se drene polpa de celulose para o efluente e altere a qualidade ambiental deste;
- O nível de licor preto e branco da fábrica deve ser reduzido gradativamente antes da PG, para que se drene a menor quantidade possível durante a PG, diminuindo a chance de haver choques na microbiologia da ETE;
- Durante a PG deverá ser feita uma reunião diária de acompanhamento, onde serão passadas as informações sobre as drenagens já realizadas e as ainda por vir. Além disso, será feito o registro diário das drenagens no livro de ocorrências ambientais;
- Nas primeiras 48 horas de PG deverá ser feito um acompanhamento contínuo pela equipe de meio ambiente e coordenação;
- Qualquer impasse deve ser resolvido pelo coordenador de fábrica que encontra-se ciente de suas responsabilidades ambientais.

FACILIDADES

Segundo o relato dos operadores e coordenadores de área, o seguimento do cronograma de drenagens não é difícil, desde que seja bem planejado.

c) Comparação entre duas PGs (com e sem o programa de drenagens)

Uma maneira de se avaliar a importância ambiental de um bom gerenciamento das drenagens durante as PGs é através da comparação dos dados físico-químicos do efluente tratado da Aracruz Celulose S.A. As figuras 6, 7 e 8 apresentam os resultados de sólidos suspensos, sódio, cor, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), AOX (organoclorados adsorvíveis) e TOC (Carbono Orgânico Total) obtidos nos meses em que houveram PGs na Fábrica B nos anos de 2000 (sem o programa de drenagens) e de 2001 (com o programa de drenagens implementado). Observa-se que para todos os parâmetros estudados, na PG de 2001 os valores foram os menores registrados. Vale ressaltar que houve um ganho tanto ambiental quanto econômico uma vez que gasta-se menos para repor insumos no processo como o sódio por exemplo.

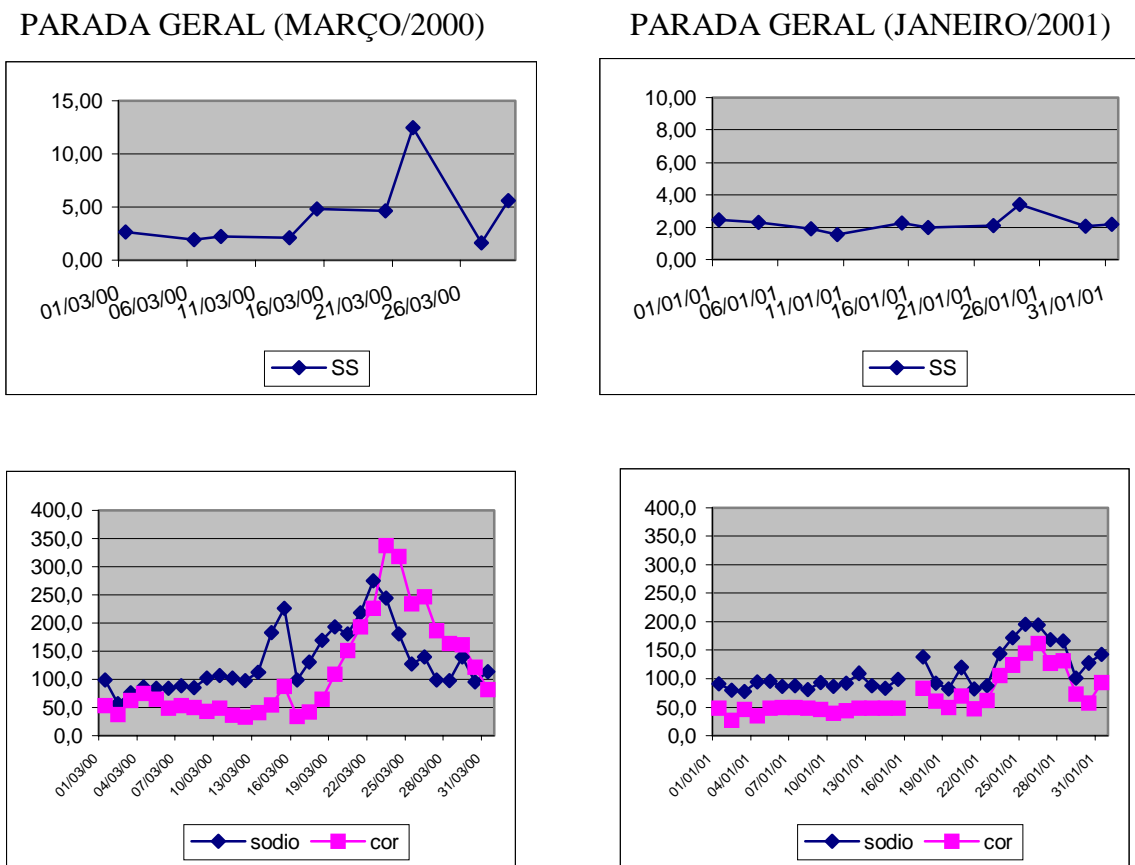
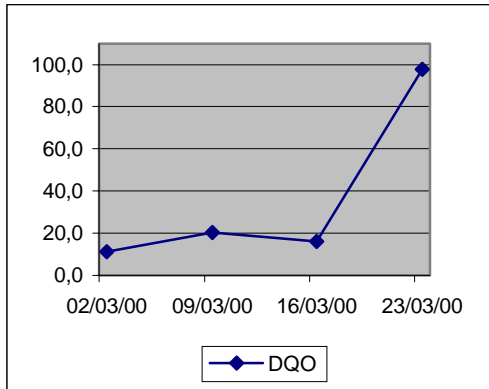


Figura 6 – Resultados físico-químicos de Sólidos Suspensos, sódio e cor (kg/tsa) do efluente tratado da Aracruz Celulose durante as paradas gerais da Fábrica B.

PARADA GERAL (MARÇO/2000)



PARADA GERAL (JANEIRO/2001)

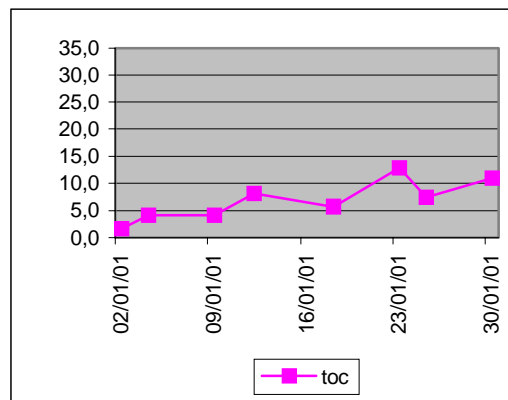
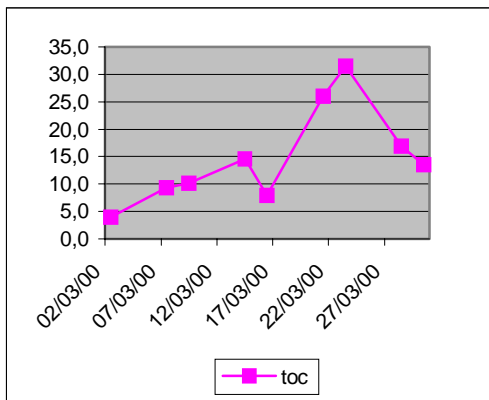
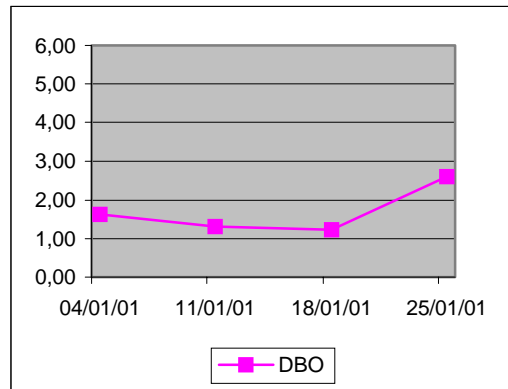
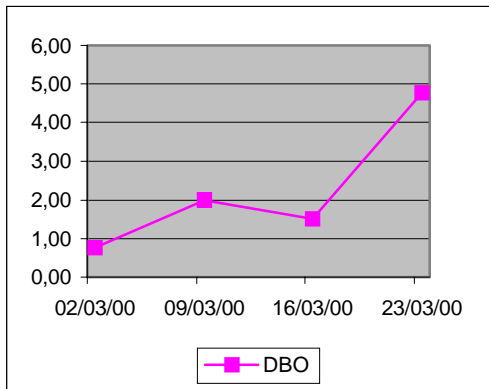
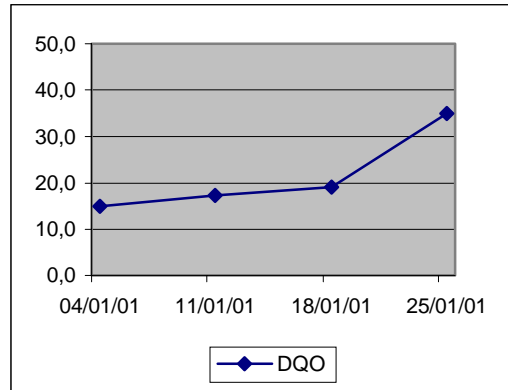


Figura 7 – Resultados físico-químicos de DBO, DQO e TOC (kg/tsa) do efluente tratado da Aracruz Celulose durante as paradas gerais da Fábrica B.

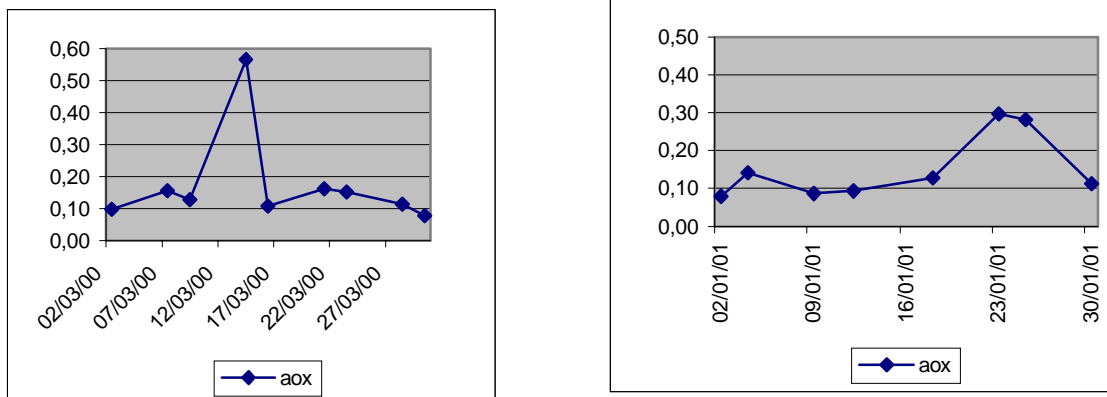


Figura 8 – Resultados de AOX do efluente tratado da Aracruz Celulose durante as paradas gerais da Fábrica B.

d) CUSTOS

d.1 Para a realização do programa de drenagens

Para que seja possível a realização do citado programa de drenagens são necessários gastos com compra de ácido sulfúrico (em quantidade menor do que em PGs sem o programa de drenagem), usado na neutralização dos efluentes alcalinos, e pagamento de horas extras do pessoal encarregado de fazer um acompanhamento mais intenso da PG. Ao se analisar a Tabela 1, nota-se que existe uma economia de 67% dos investimentos direcionados a melhoria da qualidade do efluente na PG que teve o programa de drenagem implementado.

Tabela 1 – Gastos obtidos nas PGs com (2001) e sem (2000) programa de drenagem implementado, objetivando uma melhor qualidade do efluente.

	<i>PG de 2000</i>	<i>PG de 2001</i>
<i>Gastos com ac. Sulfúrico</i>	R\$36.300 (300 t)	R\$ 10.900 (90 t)
<i>Gastos com hora-extra para operadores</i>	R\$ 0	R\$ 1.000
TOTAL DE GASTOS	R\$36.300	R\$ 11.900

CONCLUSÕES

- O efluente da Aracruz Celulose, gerado durante as PGs, mostrou ser tóxico aos microrganismos da ETE, assim como relatado em diversos trabalhos publicados por outras empresas de celulose;
- O programa de drenagens de efluentes de PG da Aracruz Celulose é fácil de ser implementado, viável técnica e economicamente (houve uma redução em 67% nos gastos direcionados ao efluente); além disso, pode ser aplicado por qualquer outra fábrica que tenha responsabilidade ambiental;
- Foram observadas melhorias ambientais em todos os parâmetros químicos monitorados no efluente tratado durante a PG de 2001, quando implementado o programa de drenagens;
- O gerenciamento ambiental das drenagens mostrou ser peça fundamental na redução dos impactos ambientais pelo efluente da Aracruz Celulose ao recurso hídrico marinho adjacente; além disso vale também ressaltar a redução de gastos com pagamento do despejo industrial no corpo receptor e com reposição de insumos no processo como por exemplo a soda.
- Acredita-se que as causas para a melhoria da qualidade do efluente, quando da implantação do programa de drenagens sejam: uma menor quantidade de “carga” poluidora a ser tratada de uma só vez na ETE e um menor choque químico às bactérias tratadoras, fazendo com que elas resistam e tratem com uma maior eficiência o efluente;
- O presente trabalho demonstra o esforço da empresa na melhoria contínua da qualidade ambiental, atendendo exigências das normas ISO;
- O presente trabalho é inovador no sentido de se preocupar com os aspectos ambientais da fábrica em situação de parada geral, que a princípio pode ser entendido como situação em que não se produz e conseqüentemente não se gera efluentes. Enquanto isso, a grande maioria dos trabalhos se preocupa com apenas as melhorias ambientais durante o período de produção normal de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, D. G. & LIU, H. W., 1998. Pulp mill effluent remediation methods. Pulp and Paper. University of Toronto. Technical report. 57p.

AHTIAINEN, J. *et al.*, 1996. Toxicity of TCF and ECF pulp bleaching effluents assessed by biological toxicity tests. In: Environmental Fate and effects of pulp and paper mill effluents. p.33-40.

BRUMLEY, C. *et al.*, 1997. Partitioning behaviour of pulp mill effluent constituents in recipient matrices and biota. . In: 3rd International Conference on Environmental Fate and effects of pulp and paper mill effluents Proceedings. New Zealand. p. 174-183.

CETESB, 1992. Microbiologia de Lodos Ativados. Séries Manuais.

FURLEY, T. H. & CARVALHO, A., 2000. Biomonitoring of heavy metals and organochlorinated compounds in a pulp mill effluent using introduced mussels. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3 (4), p. 499-508.

FURLEY, T. H.; CARVALHO, A.; MONTENEGRO, E., 2001. Avaliação do impacto das drenagens sobre a microbiologia da ETE e qualidade do efluente tratado da Aracruz Celulose S.A. Anais do 34^o Congresso da ABTCP.

HEWITT, L., *et al.*, 1996. Examination of bleached kraft mill effluent fractions for potential inducers of mixed function oxygenase activity in rainbow trout. In: Environmental Fate and effects of pulp and paper mill effluents. p. 79-94.

QUAGLIA, L. J. & BONFIM, P. M., 1996. Estudo da Microfauna na Lagoa Aerada da Bahia Sul Celulose S.A. Anais do 29 Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP. p. 529 - 537.

SCROGGINS, R., 1986. In plant toxicity balances for a bleached kraft pulp mill. *Pulp and paper Canada*, 87 (9): 344-348.

SIKES, J. & ALMOST, S., 1986. Black liquor spill control at Terrace Bay. *Pulp and paper Canada*, 87 (12): 208-214.