

RESULTADOS PRÁTICOS DA APLICAÇÃO DE NOVO BIOCIDAS PARA SISTEMAS DE OSMOSE REVERSA

Autores*: Antonio R. P. Carvalho
Pedro H. B. Moreira



RESUMO

O presente trabalho busca divulgar resultados práticos obtidos com a aplicação do biocida IK durante três meses no sistema de osmose reversa de planta de papel e celulose localizada no interior do Estado de São Paulo.

O biocida IK é produto diferenciado, capaz de remover depósitos orgânicos formados sobre a superfície das membranas de osmose reversa (OR), prolongando, assim, a campanha desses sistemas. A funcionalidade e benefícios relativos à sua aplicação foram apresentados no Congresso da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP) de 2010, e desde então esse biocida vem sendo aplicado com sucesso em sistemas de osmose reversa de indústrias dos mais diferentes setores ao redor do mundo.

No caso aqui apresentado, a planta sofria com problemas de proliferação generalizada de microrganismos ao longo de todo o processo de tratamento e pré-tratamento dos sistemas de osmose reversa, forçando operação com elevada frequência de paradas para limpezas químicas das membranas, e também ocorrência de baixa vida útil dos filtros de cartucho instalados a montante dos sistemas de osmose reversa. Além disso, ocorria baixa taxa de rejeição de sais pelos sistemas existentes, o que induzia a necessidade de regenerações frequentes dos leitos mistos para o polimento final da corrente de permeado.

Conforme apresentado a seguir, a aplicação do biocida IK trouxe ganhos expressivos em diversos pontos dos sistemas de osmose reversa.

Palavras-chave: aumento do tempo de campanha, biocida, biofilme, osmose reversa.

INTRODUÇÃO

Sistemas de osmose reversa têm sido cada vez mais utilizados para tratamento de água em processos que demandam correntes aquosas praticamente isentas de sais.

Ao mesmo tempo, a atual situação de elevado grau de poluição das fontes de águas superficiais disponíveis para uso industrial, aliada à crescente tendência de tratamentos de efluentes para reuso de água nas indústrias, exige processos de filtração por membranas

mais eficientes, de forma a possibilitar tempos de campanha suficientemente longos que viabilizem, técnica e economicamente, a utilização de sistemas de osmose reversa.

Geralmente, sistemas de osmose reversa que utilizam águas superficiais ou de reuso têm suas campanhas encurtadas devido a descontrole do crescimento microbiológico, o que irá gerar formação excessiva de biofilme na superfície dos elementos filtrantes, elevando a perda de carga ao longo do sistema e reduzindo a produção e a qualidade do permeado final produzido.

Como se sabe, membranas de osmose reversa à base de poliamida são atualmente as mais utilizadas, e elas têm sensibilidade à ação de compostos oxidantes, dentre eles o cloro livre.

Por esse motivo, a presença de cloro livre na entrada dos sistemas de osmose reversa dotados de membranas de poliamida deve ser evitada, o que impede a aplicação de agentes clorados tradicionais para controle de deposições orgânicas nesses sistemas.

Atualmente, os biocidas mais aplicados são à base de isotiazolinona ou 2,2-dibromo-3-nitrilo-propionamida (DBNPA), que possuem elevada capacidade de esterilização de microrganismos, porém sem eficácia na remoção de biofilme já formado sobre as membranas filtrantes. Isso significa que uma vez formado o biofilme sobre os elementos filtrantes será necessária a parada do sistema para limpeza química, de modo a restabelecer níveis adequados de perda de carga, produção de permeado e taxa de rejeição de sais do sistema.

Diante de tal cenário, a KURITA WATER INDUSTRIES desenvolveu um produto de ação diferenciada, denominado biocida IK, capaz não apenas de controlar adequadamente a proliferação de microrganismos nos vasos de pressão de sistemas de osmose reversa, mas de ser principalmente eficaz na remoção contínua de depósitos orgânicos na superfície das membranas, aumentando, portanto, a campanha de tais sistemas e trazendo outros benefícios à operação das plantas de osmose reversa no seu todo.

Testes realizados pela Kurita Water Industries têm confirmado que a aderência do biofilme é diretamente ligada ao peso molecular dos compostos orgânicos presentes, e que quanto maior o peso molecular dos compostos orgânicos maior será a aderência do biofilme.

De forma geral, os maiores ganhos proporcionados pelo biocida

*Referências dos autores:

Kurita do Brasil Ltda. Estrada Municipal, 1800. Artur Nogueira (SP). Brasil. Telefone: (19) 3827-8396

Autor correspondente: Antonio Ricardo Pereira de Carvalho. Kurita do Brasil Ltda. Estrada Municipal, 1800. Artur Nogueira. CEP 13160-000. Brasil. Telefone: +55-19-3827-8388. E-mail: antonio@kurita.com.br

IK, comparativamente a biocidas convencionais, ocorrem em função de sua capacidade de converter o material orgânico de alto peso molecular em moléculas de menor peso, fazendo com que o biofilme se desprenda da área de aderência e seja descartado juntamente com a corrente de rejeito.

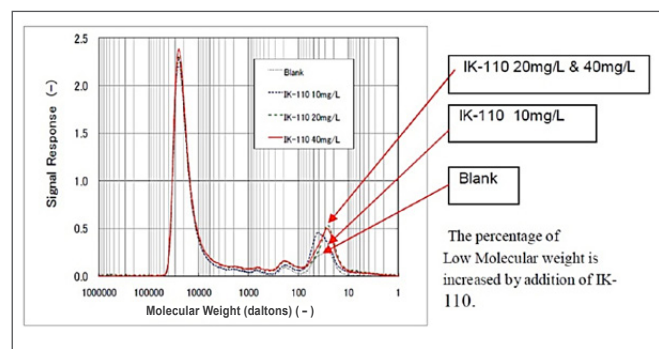


Figura 1. Efeito do biocida IK na decomposição de material orgânico

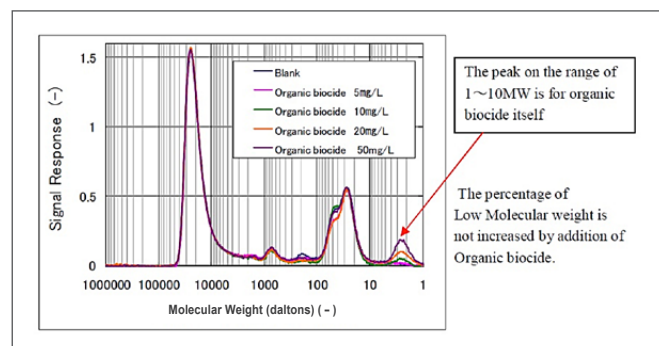


Figura 2. Efeito dos biocidas orgânicos na decomposição de material orgânico

Os gráficos das **Figuras 1 e 2** foram obtidos mediante testes de laboratório realizados na Kurita Water Industries, no Japão, e querem demonstrar que a aplicação do biocida IK faz com que a matéria orgânica de alto peso molecular seja decomposta em moléculas de peso molecular baixo, ou seja, o produto consegue reduzir o poder de aderência do biofilme formado.

Os biocidas tradicionais (orgânicos) não têm a capacidade de quebrar a matéria orgânica em moléculas de menor peso, ou seja, tais biocidas não reduzem a aderência do biofilme.

O mecanismo de atuação do biocida IK foi apresentado no Congresso ABTCP de 2010 sob o título *Nova Tecnologia para Controle de Biofouling em Membranas de Osmose Reversa*, e o presente trabalho pretende divulgar os resultados práticos obtidos com a aplicação desse produto em planta industrial de papel e celulose, no período de 01/08/2013 a 01/11/2013.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PRODUTO

De forma geral, a eficiência operacional de sistemas de osmose reversa pode ser avaliada através da evolução do diferencial de pressão entre rejeito e permeado, manutenção da vazão de permeado produzido e taxa de rejeição de sais pelas membranas.

Evolução do diferencial de pressão

A perda de carga em sistemas de osmose reversa está diretamente ligada à condição de colmatção das membranas, sendo que quanto maior a quantidade de depósitos, maior será o diferencial de pressão constatado.

O tempo de campanha das plantas de osmose reversa é dependente do diferencial de pressão nos estágios dos sistemas, pois as membranas possuem limitação física quanto à máxima perda de carga admissível, e a operação com diferencial de pressão acima do recomendado pode resultar em danos físicos aos elementos filtrantes.

Nesse contexto, sempre que o sistema atingir a máxima perda de carga admissível deve ser realizado o procedimento de limpeza química para restabelecimento da condição própria de operação, conforme exemplificado no gráfico da **Figura 3**.

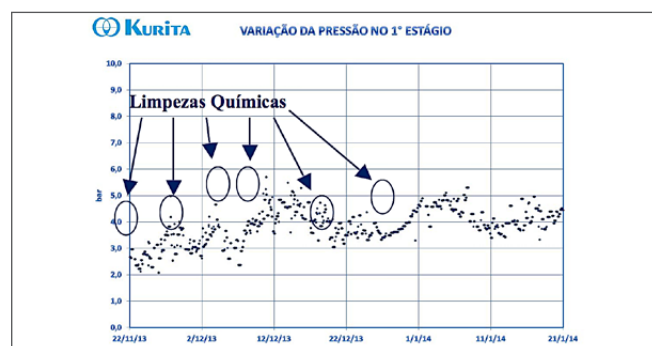


Figura 3. Exemplo genérico da variação do diferencial de pressão em sistema de osmose reversa

A Figura 3 exemplifica a condição operacional típica de um sistema com problemas por formação de depósitos, com incremento do diferencial de pressão, que faz necessárias limpezas químicas frequentes para possibilitar operação sem danos físicos às membranas.

Evolução da vazão de permeado produzido

Devido à colmatção das membranas por depósitos, a vazão de permeado tende a decrescer gradativamente, pois a perda de carga no sistema causa menor pressão efetiva para a produção de permeado.

Para assegurar a produção da água tratada necessária ao processo, as empresas normalmente optam por variar a frequência (rotação) das bombas de alimentação dos sistemas de osmose reversa, visando garantir que seja alcançada pressão efetiva para produção de permeado. Nessas situações - em que a frequência da bomba de alta pressão é variada -, devem ser adotadas limpezas químicas sempre que a frequência da bomba de alta pressão tenha alcançado seu regime máximo, e a produção de permeado seja insuficiente para as demandas operacionais da planta.

As **Figuras 4 e 5** indicam que a formação de deposições sobre as membranas causa queda da taxa de produção de permeado e aumento da pressão de alimentação dos sistemas de osmose reversa. Limpezas químicas devem, então, ser realizadas sempre que o sistema não consiga atender a demanda de produção de água da planta, respeitadas as limitações de pressão sobre os elementos filtrantes.

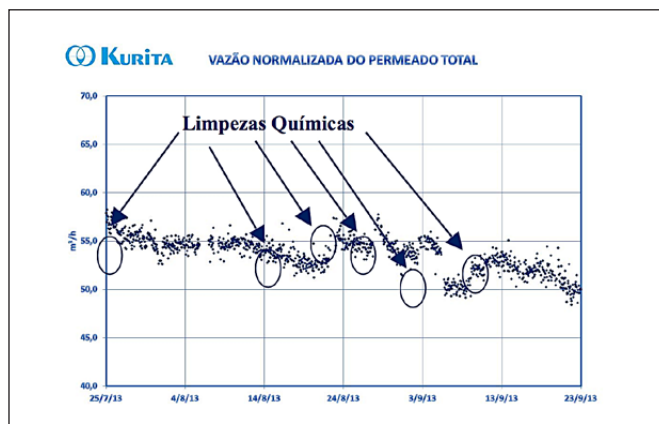


Figura 4. Exemplo genérico da vazão normalizada de permeado total produzido

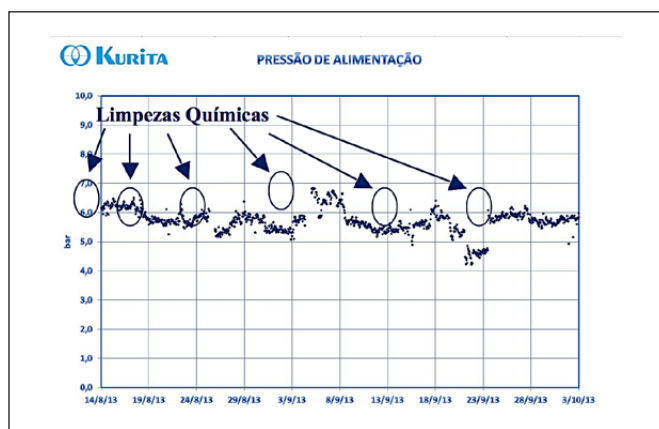


Figura 5. Exemplo genérico da variação da pressão de alimentação

Taxa de rejeição de sais

A taxa de rejeição de sais em sistemas de osmose reversa está correlacionada à integridade das membranas quanto a existência de danos físicos ou a sua oxidação, além da eventual presença de depósitos de qualquer espécie.

No caso de danos aos elementos filtrantes, criam-se orifícios nas membranas, condição que permite a passagem direta de soluto do rejeito para o permeado, ou seja, os sais do concentrado não encontram barreira física à sua passagem para a água tratada, empobrecendo, assim, a qualidade final do permeado.

Por outro lado, quando há formação de deposições sobre as membranas ocorre o fenômeno de polarização da concentração, caso em que haverá super concentração de soluto localizada em determinadas regiões dos elementos filtrantes, e nesses pontos acontecerá maior passagem de contaminantes para a água tratada, visto que as membranas de osmose reversa não são capazes de rejeitar 100% dos sais presentes na água.

Nos sistemas onde há presença de leite misto após os sistemas de osmose reversa, a qualidade do permeado produzido afeta diretamente a campanha dos leitos, visto que quanto menor a salinidade do permeado maior será a campanha dos leitos.

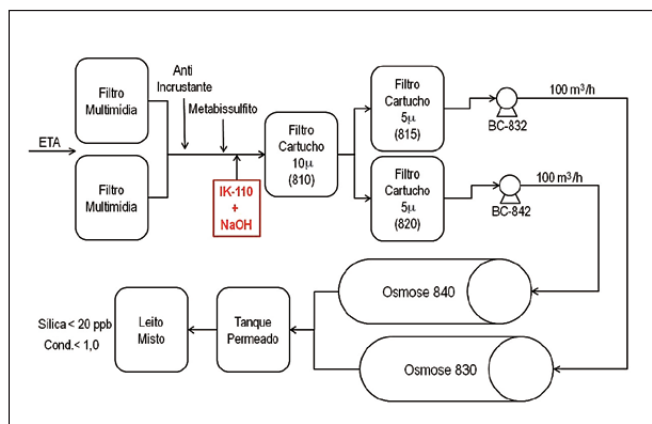


Figura 6. Fluxograma do sistema em referência

Descrição do cenário existente

Conforme indicado, o caso prático de aplicação do biocida IK se reporta a uma planta de papel e celulose localizada no Estado de São Paulo, e que apresentava baixo rendimento do sistema de osmose reversa como um todo.

O fluxograma mostrado na **Figura 6** descreve a operação do sistema citado, onde é assinalado o ponto de aplicação do biocida IK.

O sistema indicado na **Figura 6** consiste, basicamente, de um pré-tratamento composto por uma estação de tratamento de água com processos de clarificação e cloração, seguida por filtração em filtros multimídia, filtros cartucho de 10 micra e filtros cartucho de 5 micra. Após o tratamento de água nos sistemas de osmose reversa, o permeado é enviado a um leite misto para o polimento final da corrente de água tratada. A água final dessalinizada é então utilizada na alimentação dos sistemas geradores de vapor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Tabela 1** indica os principais ganhos obtidos com a aplicação do biocida IK durante os três primeiros meses de operação.

Tabela 1. Principais resultados obtidos com a aplicação do biocida IK

Parâmetro	Antes IK	Após IK
Campanha do sistema de osmose reversa	20 dias	60 dias
Vida útil dos filtros cartucho de 10 micra	20 dias	45 dias
Vida útil dos filtros cartucho de 5 micra	20 dias	90 dias
Frequência média de operação da bomba de alta pressão	56 Hz	51 Hz
Frequência de regeneração do leite misto pós osmose reversa	15 regenerações por mês	7 regenerações por mês

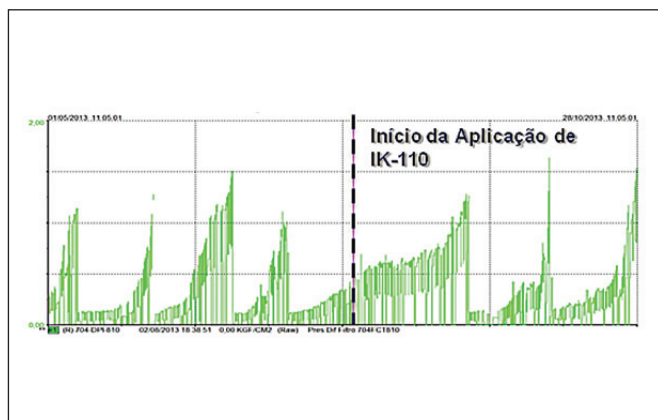


Figura 7. Variação da pressão dos filtros de cartucho de 10 micra

Na **Figura 7** são apresentados gráficos copiados do painel de controle do sistema de osmose reversa submetido à ação do biocida IK.

A Figura 7 mostra a perda de carga na filtração da água de alimentação do sistema de osmose reversa no primeiro conjunto de filtros de cartucho com porosidade de 10 micra. Neste gráfico, cada pico de pressão representa uma troca do conjunto de filtros e é possível notar que após o início da aplicação do biocida IK a campanha dos filtros resultou estendida. Vale destacar que a segunda campanha constante no gráfico em questão ficou reduzida devido a uma parada geral da planta.

A **Figura 8** mostra a perda de carga na filtração da água de alimentação do sistema de osmose reversa, no segundo conjunto de filtros de cartucho com porosidade de 5 micra. Em tal conjunto de filtros nota-se que a variação da pressão sofreu queda brusca após o início do tratamento com o biocida IK, o que permitiu uma grande extensão de sua vida útil.

A **Figura 9** indica claramente redução na perda de carga nos dois estágios do sistema de osmose reversa, o que comprova ter havido diminuição da quantidade de depósitos na superfície das membranas instaladas em tal sistema. Essa condição permite uma campanha

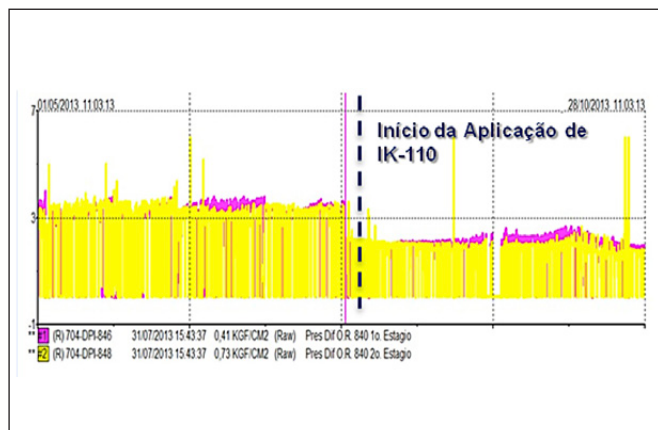


Figura 9. Variação da pressão nos dois estágios do sistema de osmose reversa

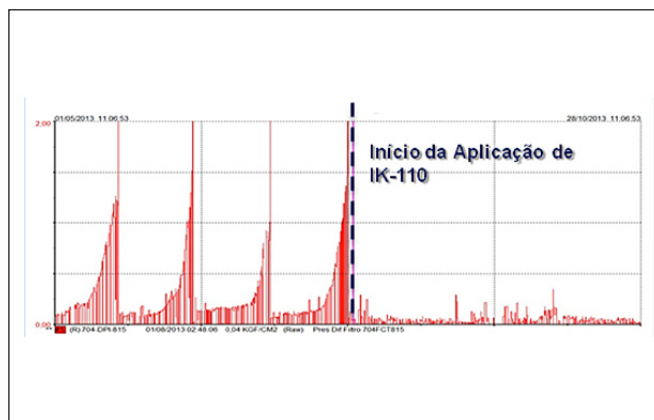


Figura 8. Variação da pressão dos filtros de cartucho de 5 micra

mais longa para o sistema, com a produção de vazão de permeado mais estável, além de exigir menor pressão de alimentação para a obtenção do volume desejado de água tratada.

A **Figura 10** mostra que após início da aplicação do biocida IK a vazão de alimentação do sistema permaneceu constante por período mais longo. O esquema de operação desta instalação de osmose reversa é tal que a bomba de alta pressão tem sua frequência regulada de modo a manter uma vazão de alimentação condizente com a produção de permeado desejada, respeitada a taxa de recuperação pretendida para o sistema, assim como o limite de pressão admitido pelas membranas. Tão logo a frequência máxima de operação da bomba de alta pressão seja atingida, o sistema permanecerá em operação durante o período em que a vazão de permeado obtida continue a adequada para a operação da planta. No caso ilustrado pela Figura 10, a manutenção de uma vazão constante de alimentação por um tempo maior indica que o sistema operou por mais tempo com menor presença de depósitos.

A comparação entre a média da frequência da bomba de alta pressão nos três meses anteriores ao teste e nos três meses de teste aponta que houve redução da frequência de 56 Hz para 51 Hz.

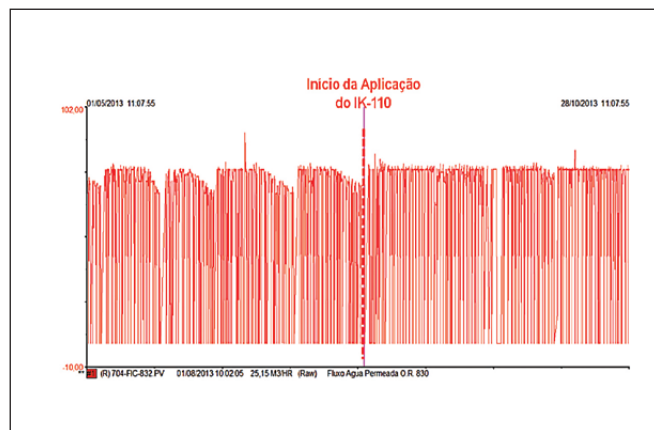


Figura 10. Variação da vazão de alimentação do sistema de osmose reversa

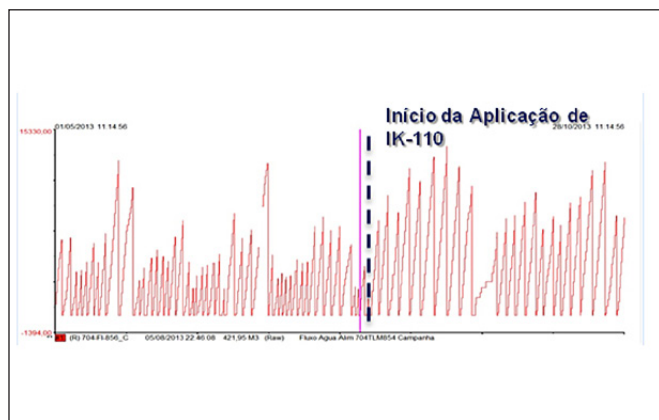


Figura 11. Evolução da campanha do leito misto

A **Figura 11** mostra a operação do leito misto utilizado para o polimento do permeado produzido, onde cada pico representa uma regeneração das resinas, e sua altura indica a quantidade de água tratada durante a campanha. Por esse gráfico, fica nítido que a campanha do leito misto foi estendida após a introdução do biocida IK, o que é indicativo de que o permeado produzido teve sua qualidade melhorada.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados do teste de três meses em planta industrial de osmose reversa instalada em indústria de papel e celulose no Estado de São Paulo, os ganhos decorrentes da aplicação do biocida IK resultam claros, provenientes que são da ação de tal produto em

quebrar moléculas orgânicas de alto peso molecular em moléculas de menor peso molecular e, desse modo, reduzir a capacidade de aderência do biofilme formado em sistemas de osmose reversa.

A aplicação do produto IK pode trazer benefícios ao longo de toda a cadeia de produção de água permeada e, em especial, no prolongamento da vida útil dos filtros de cartucho instalados a montante dos sistemas de osmose reversa; na redução do consumo de energia pela bomba de alta pressão; na extensão da campanha operacional dos próprios sistemas de OR; na redução da perda de carga ao longo do processo de produção de permeado; na melhora da qualidade final da corrente de permeado e também no prolongamento da vida útil dos próprios elementos filtrantes instalados no sistema, visto que o número de limpezas químicas em tais sistemas é reduzido e a vida útil das membranas de OR estar diretamente ligada ao número de limpezas às quais as membranas são submetidas. ■

REFERENCES

1. Matsumoto, K., Aoki, T., Hirao, T., Yoda, K., Morita, A., Nagai, N., Ikuno, N., Uemura, K. *Nova Tecnologia para Controle de Biofouling em Membranas de Osmose Reversa*, ABTCP (2010).
2. Vários trabalhos técnicos internos da Kurita do Brasil, não publicados.
3. Vários trabalhos técnicos internos da Kurita Water Industries, não publicados.

Leia na próxima edição da revista O Papel:

Abril/2015

O bambu na produção de celulose e biomateriais é destaque na reportagem de capa da O Papel de abril.

A matéria investiga a realidade do potencial da fibra de bambu na fabricação da commodity e biomateriais, com destaque para as mais recentes pesquisas, e mostra as perspectivas de o Brasil vir a se tornar um grande produtor, assim como a Ásia, utilizando essa matéria-prima.



Contratação de mídias: 02/04/2015 Entrega do anúncio: 06/04/2015

PARA ASSINAR A REVISTA O PAPEL OU ANUNCIAR, FALE COM O RELACIONAMENTO ABTCP

✉: relacionamento@abtcp.org.br / ☎ (11) 3874-2708 / 2714 ou 2733

Edições disponíveis também em formato digital em www.revistaopapeldigital.org.br e para leitura em smartphones e tablet pelo aplicativo "Revista O Papel" nas lojas AppStore e GooglePlay

Anuncie !