



**Pergunte ao Euca Expert / Ask the Euca X Pert**

**[www.eucalyptus.com.br](http://www.eucalyptus.com.br)**

**[www.celso-foelkel.com.br](http://www.celso-foelkel.com.br)**

---

**Perguntas / Questions**

---

**Pergunta nº: 1445/Question nº: 1445**

**Título:/Title: *Uso off-gas do reator de ozônio em produção de polpas solúveis***

**por: / by: Gilberto Araújo Paiva**

**E-mail: [gilberto.araujo@arauco.cl](mailto:gilberto.araujo@arauco.cl)**

**Questão: /Question:**

**Prezado Celso,**

**Como está?** Espero que tudo esteja bem?

Aqui em Valdivia está se definindo a instalação de um planta de geração de ozônio dentro do projeto de conversão da planta para produção de celulose solúvel. O oxigênio usado nas etapas de deslignificação e Eop seria o gás resultante da reação da polpa com o ozônio depois de passar pela estação de destruição de ozônio.

Surgiu, então, uma dúvida a respeito da efetividade de usar o off gás (saída de destruidor de ozônio) nestas etapas indicando que este gás oxigênio teria uma concentração de oxigênio de apenas 70,0%, o que poderia causar perda de eficiência nestas etapas de deslignificação e Eop. Outra solução que não seja o uso deste oxigênio recomprimido desde o destruidor de ozônio, gera uma necessidade de instalar outra planta de geração de oxigênio o que acarretaria um tremendo custo de produção.

Esta afirmação é verdadeira?

Existe realmente esta perda de concentração que impossibilita o uso deste off gás?

Na BSC se usa o oxigênio resultante da etapa de ozônio sem nenhum inconveniente, sendo a eficiência de deslignificação de 65 a 70%.

Qual é a sua opinião a respeito deste tema?

Agradeceria muito a sua ajuda e sugestões respeito a este tema, caso seja possível.

**Muito obrigado.**  
**Gilberto**

---

**Resposta por Celso Foelkel: / Answer by Celso Foelkel:**

**Bom dia caro Gilberto,** agradeço sua pergunta e também pelo fato de eu ter podido manter maior contato com vocês em Valdívia.

Lembro a você que as perguntas que me são feitas para respostas como contribuição gratuita são colocadas para acesso público em minha seção "Pergunte ao Euca Expert", onde coloco a critério do questionador a origem anônima da pergunta, com eliminação de dados que possam permitir identificar empresas.

Quanto à sua pergunta seguem algumas considerações:

- Polpas pre-hidrólise kraft são facilmente deslignificadas pelo processo kraft e deixam o digestor com baixo número kappa. Também são facilmente oxidadas na deslignificação pela falta de ligações entre lignina e hemiceluloses na matriz da parede celular. Como a parede celular perdeu muita hemicelulose, ficam "canais

ou vazios” que permitem fácil acesso de licores de cozimento ou de oxidação. Conforme a espécie ou a tipo de extração que se usa para remover hemiceluloses, a deslignificação com oxigênio pode ter maior ou menor eficiência, mas em geral é razoavelmente efetiva pela facilidade de acesso da lignina, que já é pouca na polpa não branqueada.

- Sugiro averiguar a proporção de lignina e ácidos hexenurônicos na polpa de vocês através simulações laboratoriais.
- A deslignificação com oxigênio é uma sofisticação tecnológica que permite se trabalhar com menores pressões e com baixa sobra de nitrogênio no reator (ou de “ar”). Entretanto, pode-se ter mesmo efeito de deslignificação caso se utilize até mesmo o ar, só adequando as condições de tempo, pressão e temperatura. Veja o que publicamos ainda em 1980: <http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1980.%20Branqueamento%20com%20ar.pdf>
- Não antevejo problemas maiores de redução de número kappa de polpa solúvel (seja de *Pinus* ou de eucalipto) ao se trabalhar com um gás contendo 70% de oxigênio, mas se quiserem confirmar basta simular em laboratório as duas opções, fazendo os devidos cálculos de diluição do oxigênio com nitrogênio.
- Concordo que o investimento em uma instalação de oxigênio e aumento de custos de produção com uma nova planta de oxigênio pode ser exagerado e desnecessário. Dessa forma, entendo a decisão da BSC em usar uma gás mais pobre em oxigênio. Acredito que eles não estejam tendo problemas com a sobra de outros gases na polpa. Também é surpreendente a taxa de deslignificação que você menciona eles atingirem. Sugiro uma visita por lá.
- Não entendo a razão para a decisão por ozônio, pois ela pode afetar o atingimento de valores altos de viscosidade em polpas solúveis onde essa exigência se faça necessária. A ideia é se ter um branqueamento TCF para mercados que assim exijam?
- Leia também outros dois trabalhos nossos do final da década de 1990:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/Polpa%20soluvel%20I%20-%20marcelo%20costa.pdf> e <http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/Polpa%20soluvel%20II%20-%20marcelo%20costa.pdf>

Aguardo comentários de retorno.

**Um abraço**

**Celso Foelkel**

---

**Resposta por Gilberto: / Answer by Gilberto:**

**Prezado Celso,**

**Muito obrigado por seus comentários.**

Esta discussão a respeito da concentração do `off gás` se dá partir de definições sobre as eficiências de cada etapa (OO – Eop) e parâmetros de processo, como pressão, relação oxigênio-polpa na alimentação dos misturadores de polpa-oxigênio.

Meus comentários a respeito da concentração do gás oxigênio gerado pós a etapa de destruição de ozônio deveria ser em torno de 80%, considerando que a concentração do oxigênio que alimenta os geradores de ozônio está em 93%, gerando ozônio com 12%.

Outro argumento, a partir de minha experiência, é que em BSC se usa oxigênio na etapa de deslignificação, que vem do sistema de destruição de ozônio, com excelente ganho de alvura, eficiência de deslignificação de 70% (NK entrada de 10 e NK saída de 3 ou até 2,5).

Também, na planta Fibria-Jacareí se usa linha de branqueamento com ozônio e reutilizam o oxigênio (deslignificação e Eop), sem registrar nenhum inconveniente.

A decisão de se usar ozônio na etapa de branqueamento foi para possibilitar atingir viscosidade em torno de 500 mL-g (especificação de 400 a 550 mL-g) que é valor normal pedido pelos clientes de produção de viscose. Em testes preliminares em laboratório para produção de polpa solúvel a partir da mistura de madeira de 70% *E.nitens* e 30% *E.globulus* o valor de viscosidade estava maior que 750 mL-g.

Obrigado mais uma vez e também pela indicação dos textos para leitura.

**Atenciosamente.**

**Gilberto Araujo Paiva**

---

## **Resposta por Celso Foelkel: / Reply from Celso Foelkel:**

**Gilberto**, de minha parte, eu não iria pelo caminho de construir uma planta nova de oxigênio e usaria o off-gas do reator de ozônio.

Com certeza teremos bons resultados, talvez algo menor do que com um oxigênio puro, mas a branqueabilidade da polpa solúvel é muito fácil e os consumos de reagentes são baixos.

Também existem chances de otimizar o desempenho da deslignificação em termos de temperaturas, pressões, distribuição de carga, pH e eventualmente tempo de retenção, se forem dois estágios. Qual a sequência de branqueamento que usarão?

Não sei porque se concentrar em produto para viscose, a menos valiosa das opções de polpa solúvel.

A BSC mudou de orientação estratégica exatamente pelo fato de buscar mercados mais valiosos como acetato, nitrato, carboxi metil e etil celulose.

Se quiser conhecer como a BSC surgiu como Bacell leia: [http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/News47 Relatos Projeto Bacell.pdf](http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/News47_Relatos_Projeto_Bacell.pdf)

**Um abraço e sucessos**  
**Celso Foelkel**

---

## **Resposta por Gilberto / Reply from Gilberto**

**Prezado Celso,**

A estratégia é concentrar a produção para viscose, é definição de projeto.

Sequencia atual (paper grade) – OO D0-Eop-D1-D2

Sequencia futura (pulpa textil) – OO Z0-Eop-D1.

Muito obrigado.

Saudações

**Gilberto Araujo Paiva**

---