

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,  
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**



**IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PRESENTES NOS  
EFLUENTES DE BRANQUEAMENTO DE PASTA CELULÓSICA  
UTILIZANDO EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO**

**Autores:** Lucilaine Valéria de Souza Santos  
Míriam Cristina Santos Amaral  
Liséte Celina Lange  
Vagner Fernandes Knupp

**Outubro/2008**



# SUMÁRIO

Introdução  
Objetivo  
Metodologia  
Resultados e Discussão  
Conclusões  
Agradecimentos  
Referências Bibliográficas



# INTRODUÇÃO



## Indústria de Papel e Celulose



- A planta de branqueamento é responsável pela maior carga de efluente na indústria de pasta celulósica;
- É também considerada a maior fonte de poluição, contribuindo com 85% da cor total e 50% da DBO.
- O grande volume de água utilizado nos processos de branqueamento e o descarte dessas águas residuárias contendo organoclorados e compostos fenólicos constituem um dos mais sérios problemas ambientais do setor de celulose e papel (Brasileiro, 2001).



# INTRODUÇÃO



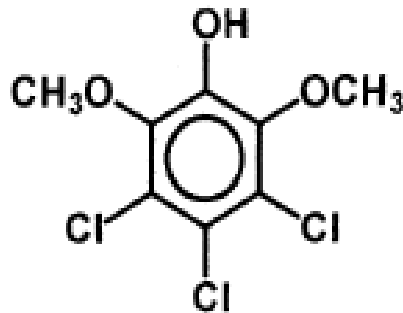
## A Etapa do Branqueamento

- ❑ Durante a etapa do branqueamento são utilizados produtos químicos com o objetivo de aumentar a alvura da polpa produzida.
- ❑ Dentre eles destacam-se o dióxido de cloro e o peróxido de hidrogênio.
- ❑ São formados composto orgânicos de alta toxicidade, como clorofenóis, cloroguaiacóis, clorosiringóis dentre outros.

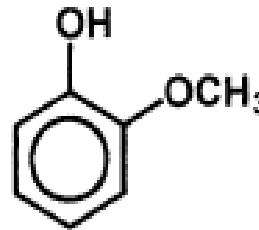


# INTRODUÇÃO

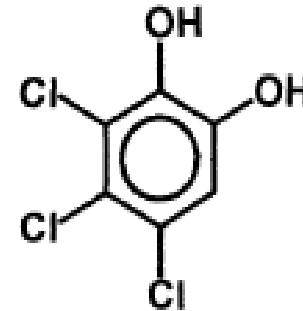
## Exemplos de compostos formados durante a etapa do branqueamento



Triclorosiringol



6-Chloroguaiacol



3,4,5-Triclorocatecol



# INTRODUÇÃO



## Formação de compostos orgânicos clorados

- Aproximadamente quinhentos diferentes compostos organoclorados já foram identificados nos efluentes dos processos de branqueamento (SAVANT et al., 2006);
- Cerca de 60% destes compostos correspondem a clorofenóis e hidrocarbonetos clorados. O restante entra em uma variedade de classes que incluem ácidos, aldeídos e cetonas (AET, 2000);
- Os clorofenóis predominantes no estágio de cloração são os clorocatecóis e no estágio de extração alcalina, os cloroguaiacóis. Esses compostos não são facilmente biodegradados.
- Grande parte da toxicidade aguda de efluentes da extração alcalina vem dos tricloroguaiacóis e tetracloroguaiacóis entre outros, sendo que o tetracloroguaiacol é o mais tóxico devido ao alto número de átomos de cloro presente em sua molécula, ABTCP (1993).



# OBJETIVO



Identificar os compostos orgânicos presentes no efluente do processo alcalino e ácido através do uso Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrofotometria de Massas utilizando extração Líquido-Líquido.





# METODOLOGIA



## ☐ Amostragem dos Efluentes

- O efluente do branqueamento utilizado nos ensaios foi coletado na Cenibra (Celulose Nipo-Brasileira situada na Rodovia BR 381 – km 172 – Distrito de Perpétuo Socorro). Para este estudo foram utilizados os efluentes ácido e alcalino da linha 2.





# METODOLOGIA

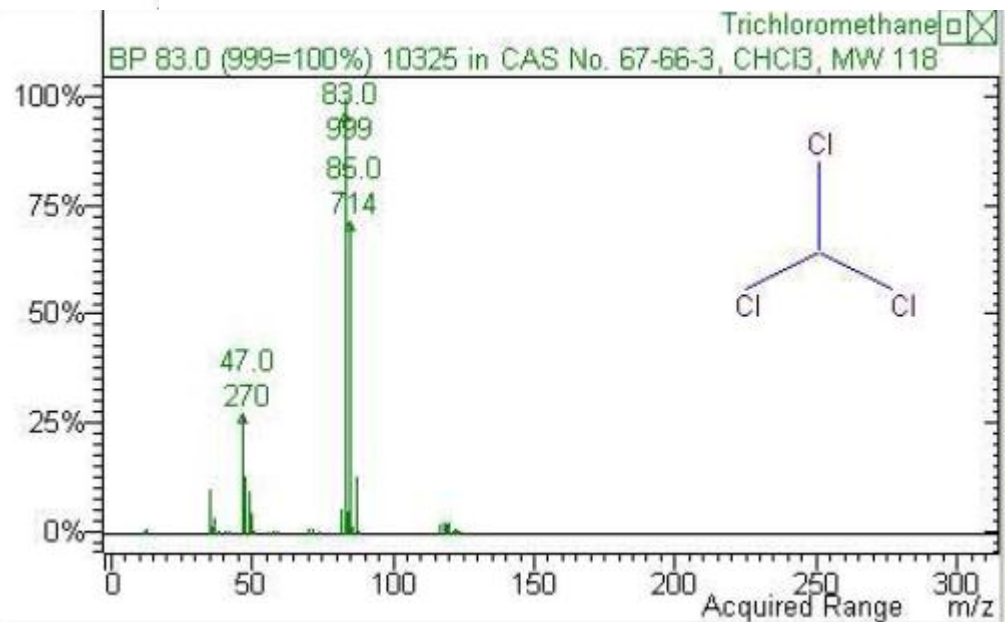
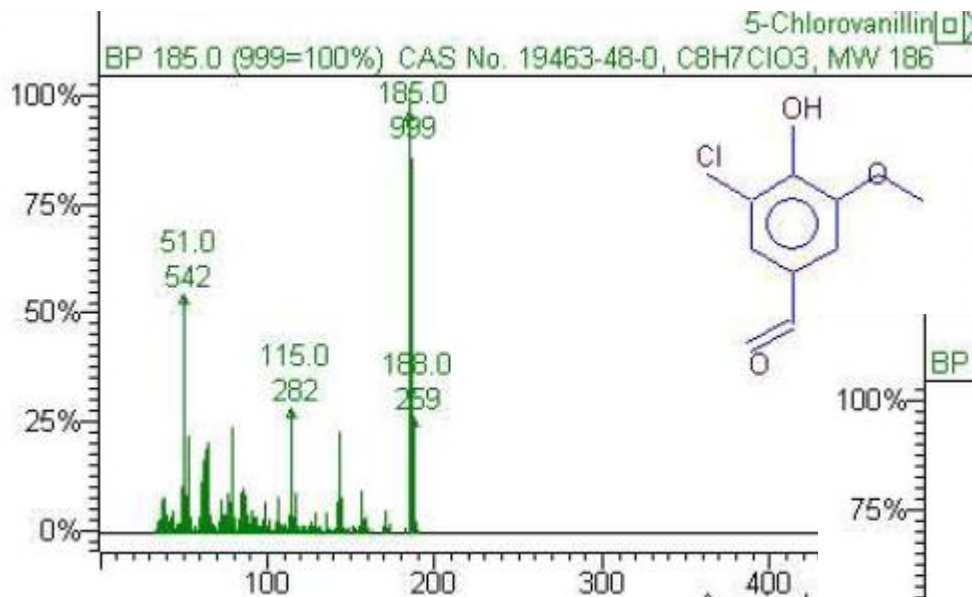


- Identificação de compostos*** - Extração líquido-líquido dos efluentes de acordo com APHA (2005).
  
- Solvente: Diclorometano 15% em Hexano;**
- Volume da Amostra: 500 mL**
- Extração feita em triplicata em pH 3, 7 e 10.**
- Leitura do extrato obtido: CG Varian 3800 e MS Variam 4000.**



# Resultados e Discussão

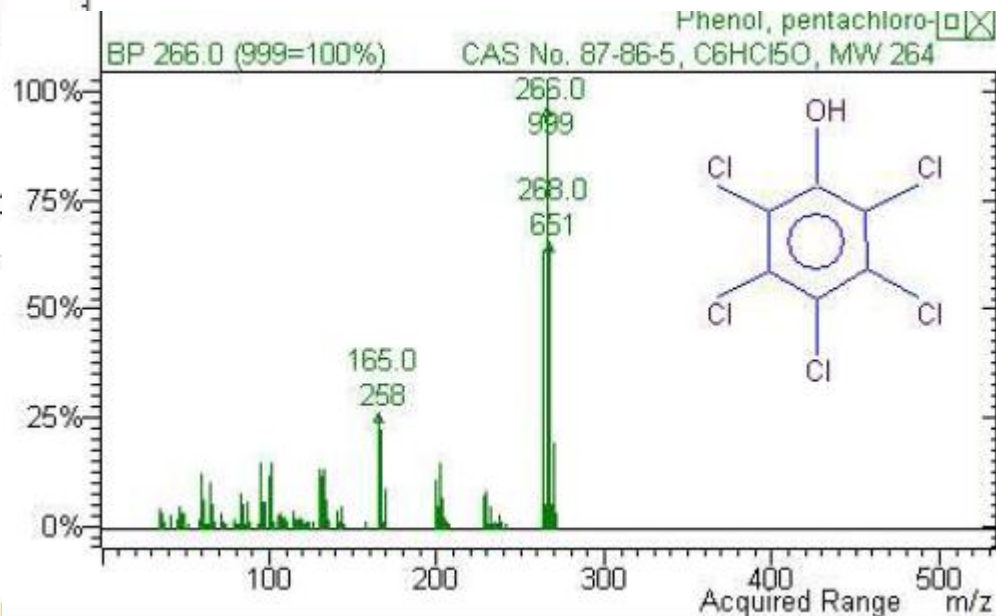
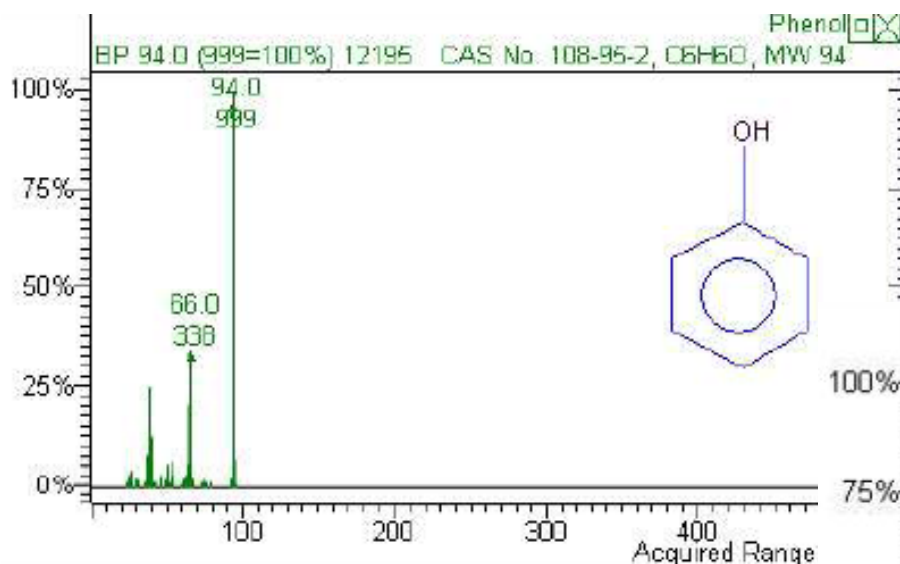
- **Identificação de Compostos Organoclorados**



# Resultados e Discussão



- **Identificação de Compostos Fenólicos**



# Resultados e Discussão



- **Foram encontrados vários compostos fenólicos como fenol, pentaclorofenol, 3,4-dimetoxifenol, 2,6-dimetoxifenol.**
- **Estes compostos são considerados biodegradáveis e por isso sua permanência no meio é curta o que reduz o risco de contaminação.**
- **Embora biodegradáveis alguns compostos fenólicos podem levar um tempo maior para degradarem o que aumenta o risco de contaminação e de bioacumulação.**



# Resultados e Discussão



- **Os compostos organoclorados como 5-clorovanilina ou triclorometano são exemplos de compostos que podem ser bioacumulados.**
- **Esta propriedade se deve ao fato de serem compostos altamente lipossolúveis sendo, portanto, rapidamente absorvido pelo trato digestivo.**
- **Os efeitos da exposição do homem a estes compostos podem ser desde uma simples dor de cabeça ou irritação na pele até a perda da consciência.**



# Conclusões



- A maioria dos compostos identificados são tóxicos;
- A contaminação contínua por pequenas quantidades de organoclorados (contaminação crônica) impõe ao homem o risco de diversos destes efeitos tóxicos, como neurotoxicidade, carcinogenicidade, mutagenicidade, teratogenicidade, alterações imunológicas e hormonais, irritação e lesão ocular e cutânea.
- Já a contaminação por compostos fenólicos podem levar ao aumento da incidência de distúrbios gastrointestinais





# Conclusões



- A técnica de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa se mostrou adequada para identificação destes compostos podendo ser utilizada não somente para identificar, mas também para quantificá-los.
- A extração líquido-líquido utilizando diclorometano 15% em hexano mostrou-se eficiente para extração de compostos orgânicos, principalmente, organoclorados e fenólicos.





# AGRADECIMENTOS



Os autores agradecem ao CNPq pelos recursos financeiros e bolsas concedidas, a FAPEMIG pelos recursos financeiros concedidos, a CENIBRA pelo fornecimento do efluente e ao CETEC pela utilização do CG/MS.



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- ABTCP, Comissão de Efluentes - “Organoclorados em fábricas de celulose” - Papel, p. 40-46, julho, 1993.
- AET - Aliança para Tecnologia Ambiental. Tendências da Produção de Polpa. Química no Mundo: 1990-2001. 2002.
- APHA (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition. American Public Health Association, Washington, DC.
- BRASILEIRO, L. B.; COLODETTE, J. L.; VELOSO, D. P.; A utilização de perácidos na deslignificação e no branqueamento de polpas celulósicas. Química Nova, v. 24, n. 6, 2001.
- BRITO, N. N.; PATERNIANI, E. S.; ZAMORA, P. P.; BATTISTI, A.; NETO, A. L. O.; PELEGRINI, R. T. Conseqüências de alguns poluentes halogenados para os recursos naturais: ar, solo e água. IV FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 2004, Brasil.
- DALVI, L. C.; SILVA, C. M. Efeito do residual de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e ClO<sub>2</sub>- sobre um sistema de lodos ativados de industrias celulose kraft branqueada. 35º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 2002, São Paulo, Brasil.



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- KRINGSTAD, K.P. and LINDSTROM, K. Spent Liquors from Pulp Bleaching. *Environ Sci Technol.*, v18(8): 236A-248A, 1984.
- NASCIMENTO FILHO, I.; MÜHLEN, C. von; CAMARÃO, E. B. Estudo de Compostos Orgânicos em Lixiviado de Aterro Sanitário. *Química Nova*, v. 24, n. 4, p. 554-556, 2001.
- NUNES, M. V.; TAJARA, E. H.; Efeitos tardios dos praguicidas organoclorados no homem. *Rev. Saúde Pública*, vol. 32, n. 4 São Paulo Ago. 1998.
- QUEVEDO, A., BAZAÑEZ, L.I., BARBARIN, M.P. El árbol como matéria prima. Disponível em: <http://www.sc.ehu.es/iawfemaf/archivos/materia/industrial/libro-12.pdf>
- SAVANT, D.V; ABDUL-RAHMAN, R; PANADE, D.R (2006) Anaerobic degradation of adsorbable organic halides (AOX) from pulp and paper industry wastewater. *Bioresource Technology*, v. 97, p.1092.
- SOARES, C.H.L.; DURÁN, N. Biodegradation of chlorolignin and lignin-like compounds contained into E1-pulp bleaching effluent by fungal treatment. *Applied Biochemistry and Biotechnology* v. 82, n.3, p. 956-968, 2001.

