



**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

# Avaliação estatística multivariada das propriedades físicas de pastas celulósicas refinadas em moinho PFI

Patrícia Kaji Yasumura, IPT  
Maria Luiza Otero D'Almeida, IPT  
Song Won Park, USP

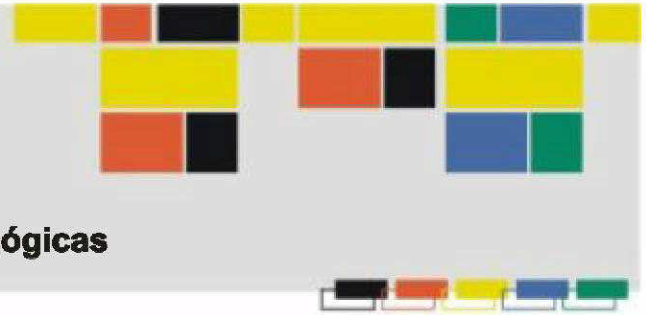




**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



## O IPT

- 108 anos de existência.
- O IPT situa-se numa área construída de 87.000 m<sup>2</sup> no campus da Cidade Universitária, em São Paulo.
- No instituto trabalham cerca de 1.600 pessoas, sendo mais de 500 pesquisadores.
- Possui 57 laboratórios, 40 seções técnicas e equipes de pesquisa.

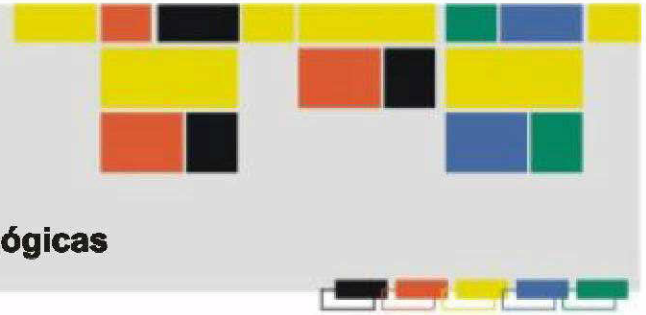




**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



## • UNIDADES TÉCNICAS

- Centro de Aperfeiçoamento Tecnológico
- Centro de Engenharia Naval e Oceânica
- Centro de Informação Tecnológica
- Centro de Integridade de Estruturas e Equipamentos
- Centro de Metrologia de Fluidos
- Centro de Metrologia em Química
- Centro de Metrologia Mecânica e Elétrica
- Centro de Obras de Infra-Estrutura
- Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade
- Centro de Tecnologia de Processos e Produtos
- **Centro de Tecnologia de Recursos Florestais**
- Centro de Tecnologias Ambientais e Energéticas
- Centro Tecnológico da Indústria da Moda
- Centro Tecnológico do Ambiente Construído
- Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas





**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**2007**

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## O IPT





**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## SUMÁRIO

- **Objetivo**
- **Introdução**
- **Método**
- **Resultados**
- **Discussão**
- **Conclusões**

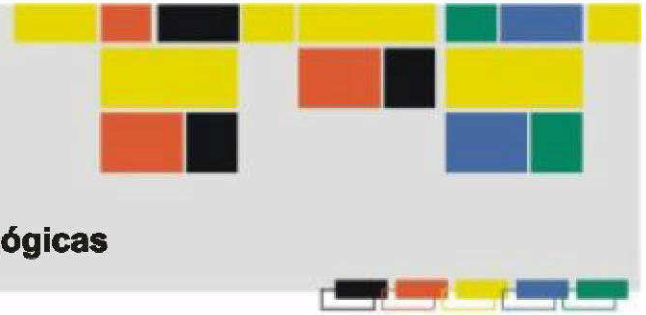




**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



## OBJETIVO

**Avaliar as propriedades físicas de  
pastas celulósicas refinadas em moinho  
PFI, por meio da análise por  
componentes principais de dados  
interlaboratoriais**

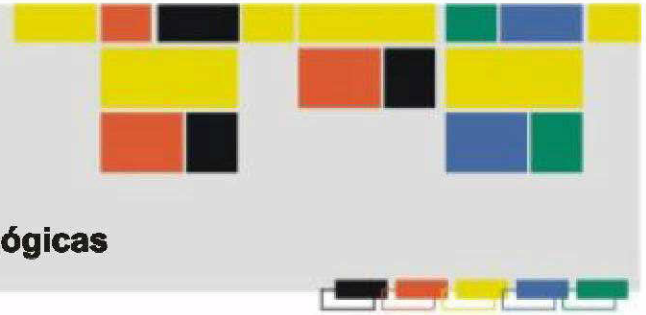




**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



## INTRODUÇÃO

- Dados multivariados consistem em vários atributos, ou variáveis, diferentes que são atribuídos a cada observação. Se existem  $p$  variáveis, cada variável constitui uma dimensão diferente.
- O objetivo da análise multivariada, principalmente da análise por componentes principais (PCA) é reduzir esta dimensão, agrupando as observações similares.
- A PCA procura diminuir esta dimensão pela extração do menor número de componentes que são responsáveis pela maior parte da variação nos dados multivariados originais.

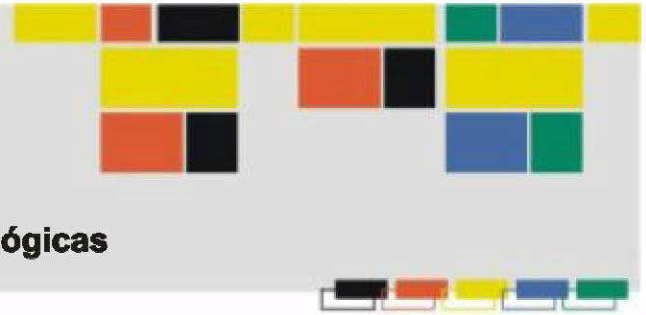




**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



## INTRODUÇÃO

- Em PCA os componentes principais não correlacionados são obtidos pela transformação linear das variáveis originais, de tal maneira, que o primeiro componente principal contém a maior parte da variação dos dados originais.
- Os demais componentes principais obtidos correspondem a variações menores e em ordem decrescente.
- Se os dois primeiros componentes, por exemplo, responderem por mais de 80% da variabilidade, e se for considerado que este valor explica adequadamente a variância do sistema, então a redução de dimensão já terá sido atingida e não há a necessidade de se analisar os demais componentes.



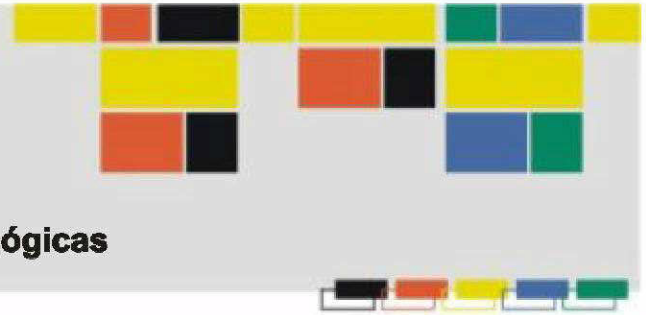




**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



## MÉTODO

- Foram enviadas, duas amostras A e B em três rodadas em um ano para dez laboratórios. Para este estudo as amostras A e B enviadas eram iguais. Portanto, cada laboratório realizou o refino da pasta celulósica em análise seis vezes, em três períodos diferentes.
- Estes laboratórios realizaram o procedimento de refino em moinho PFI, determinaram a resistência à drenagem e formaram as folhas em laboratório. Estas folhas foram então analisadas por um único laboratório gerenciador, onde os ensaios físicos foram realizados.



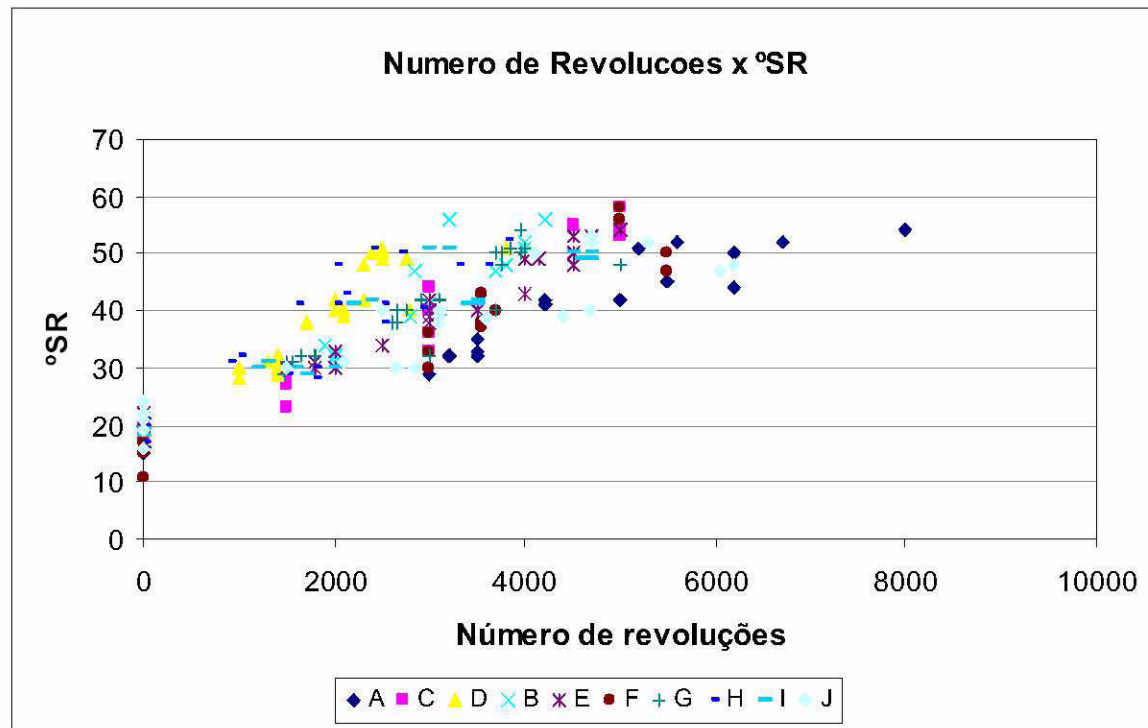


**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## Gráficos Programa Interlaboratorial



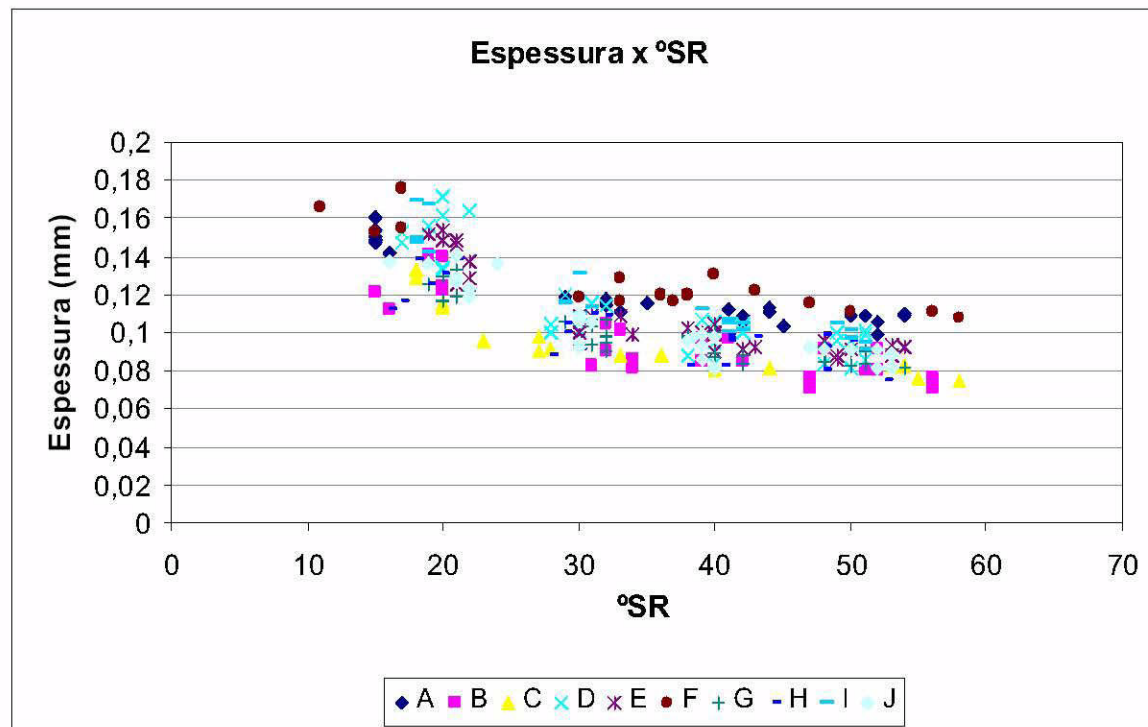


**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## Gráficos Programa Interlaboratorial



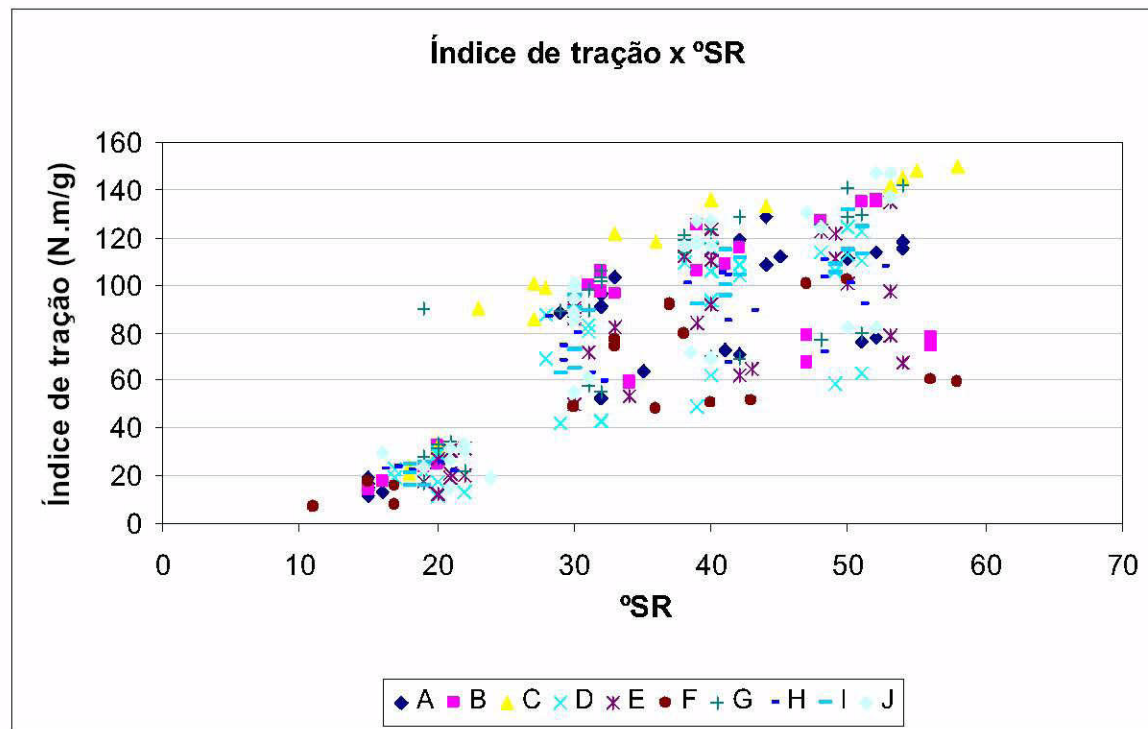


**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## Gráficos Programa Interlaboratorial



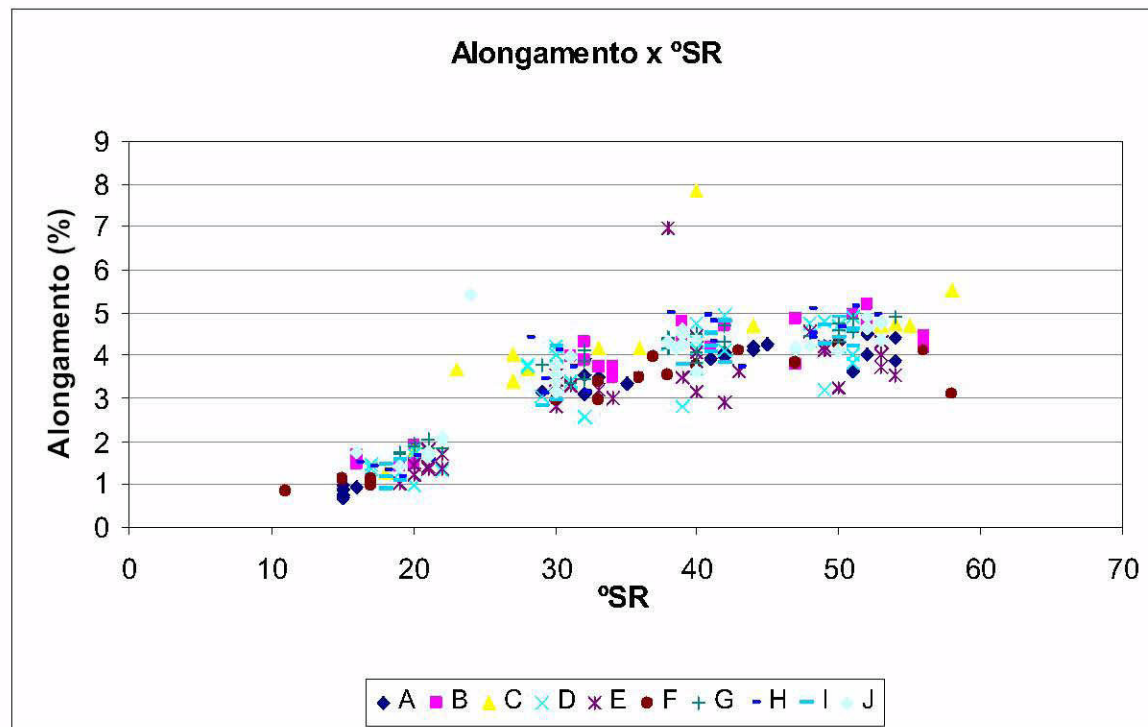


**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## Gráficos Programa Interlaboratorial



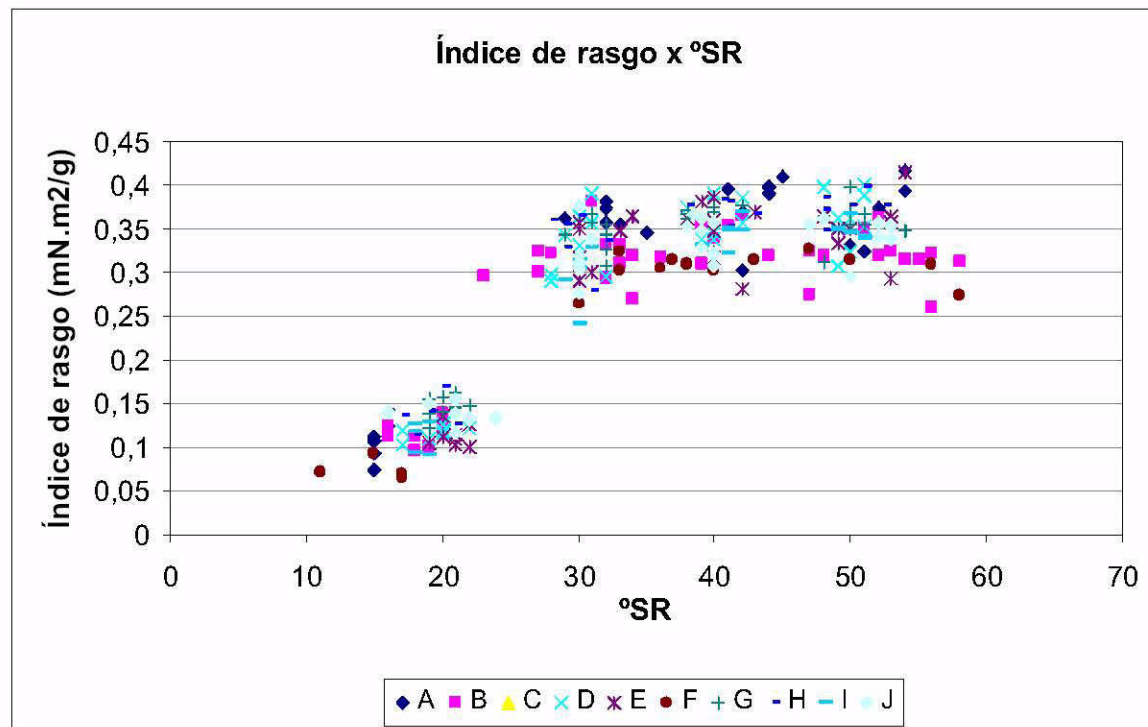


**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## Gráficos Programa Interlaboratorial



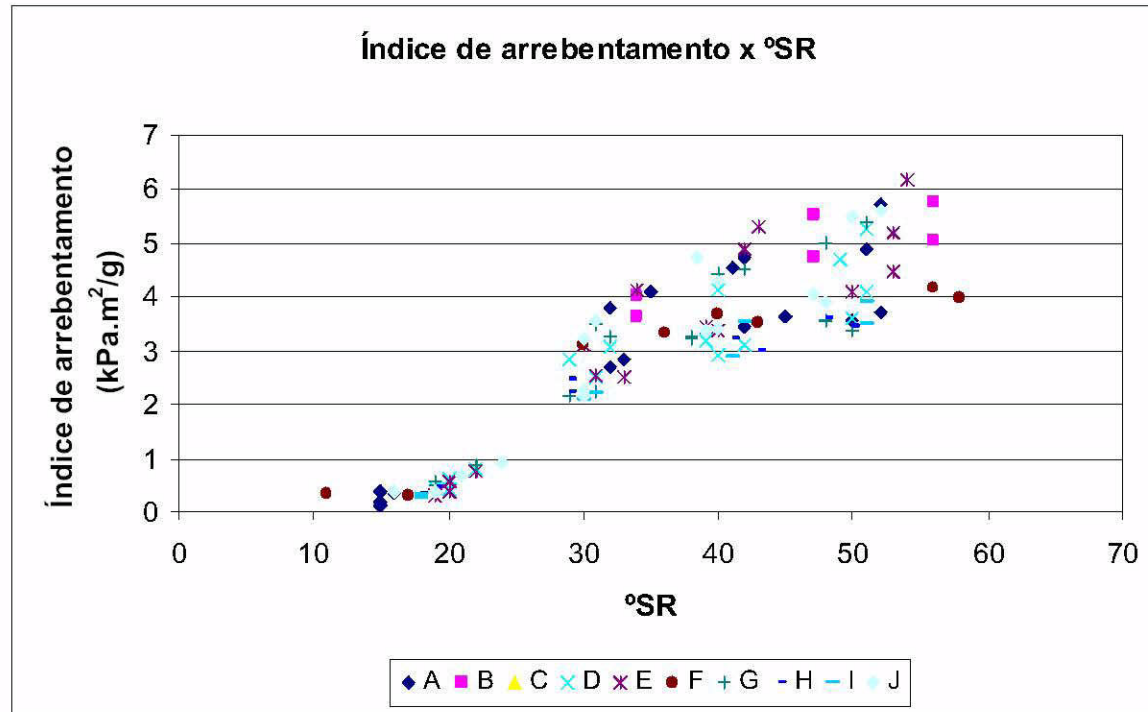


**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## Gráficos Programa Interlaboratorial



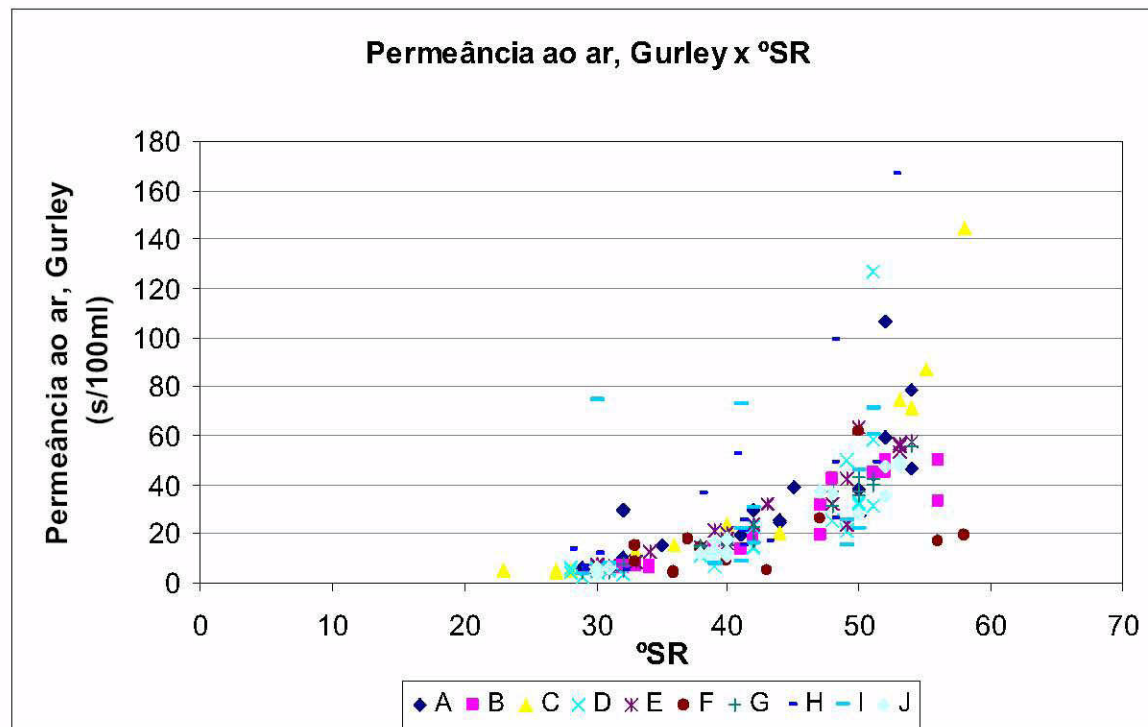


**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## Gráficos Programa Interlaboratorial





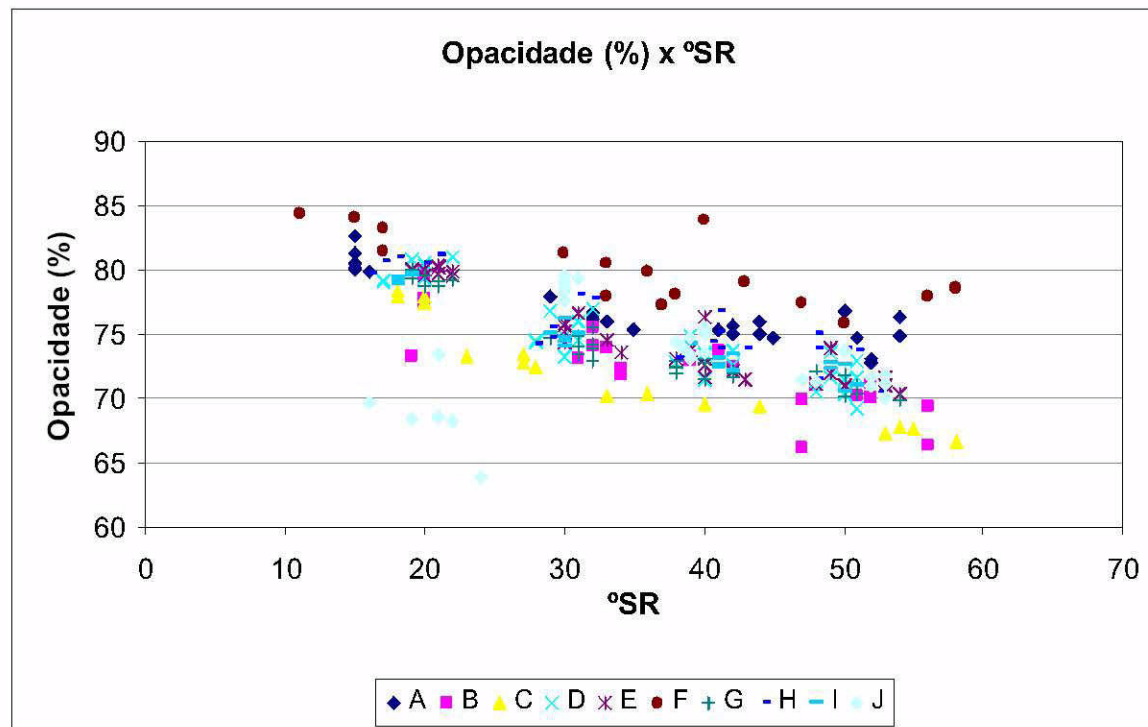


**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## Gráficos Programa Interlaboratorial

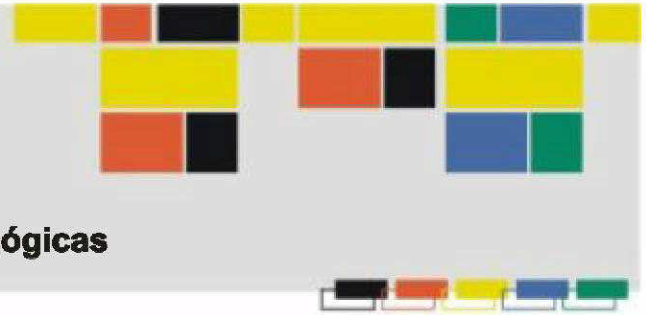




**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



## MÉTODO

- Para análise em PCA os dados foram agrupados em quatro grupos. Para cada conjunto de pontos, aqui denominados de grupos 0, 1, 2 e 3 foram feitas análises em PCA.
- Grupo 0 indica o conjunto de valores em torno de 20°SR, grupo 1 indica 30°SR, grupo 2 indica 40°SR, e finalmente, grupo 3 indica 50°SR,



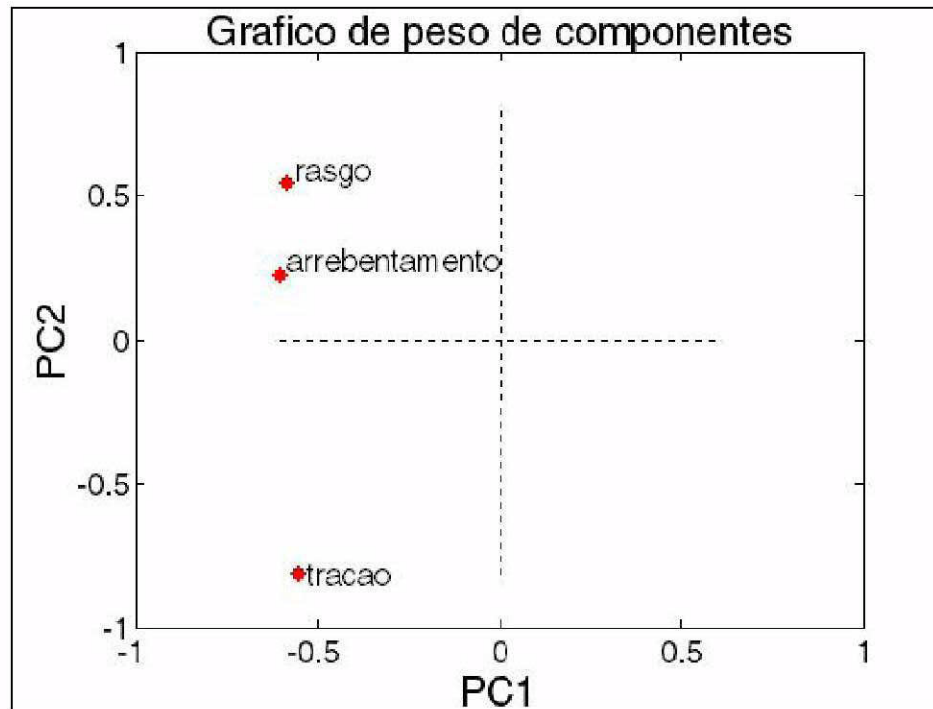


**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## RESULTADOS 20°SR

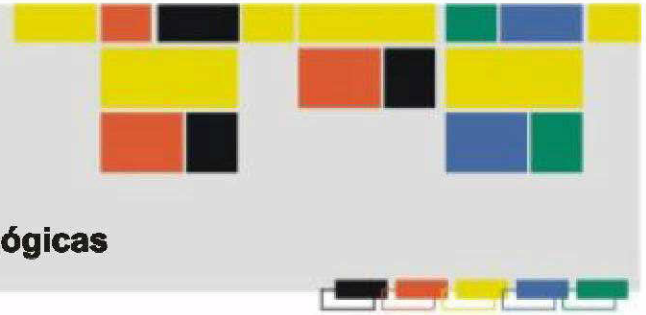




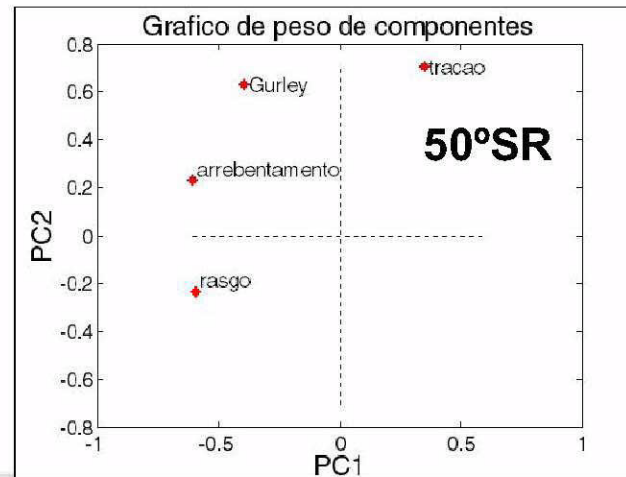
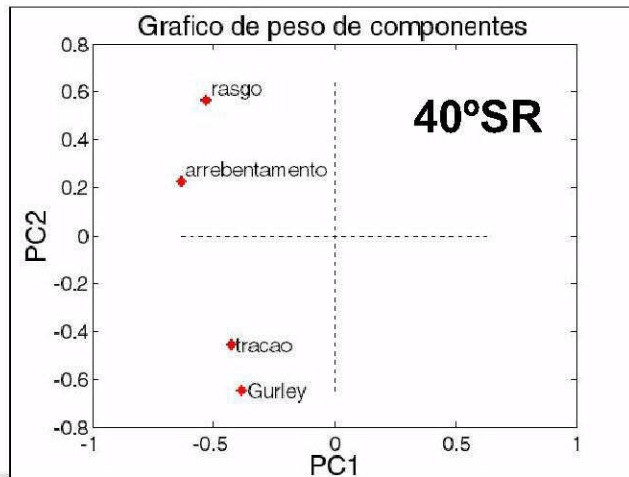
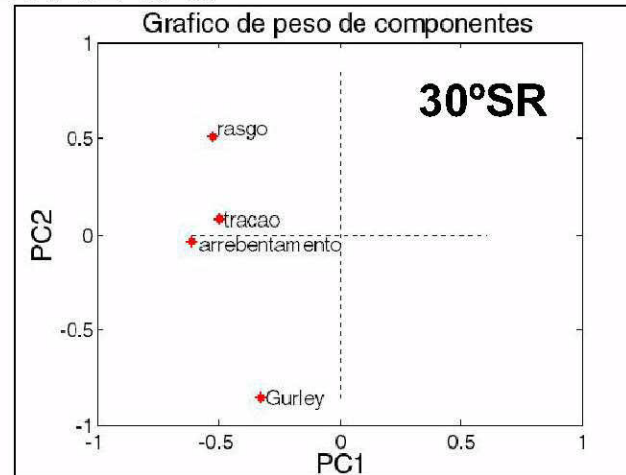
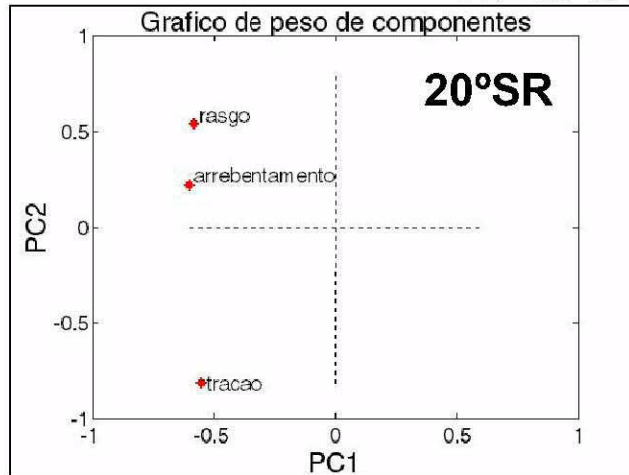
**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



## RESULTADOS





**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

- Para compreender o comportamento das propriedades físicas em relação aos componentes principais, deve-se analisar inicialmente as curvas de refinação, com o auxílio dos gráficos propriedade x °SR e também compreender as transformações físicas da pasta celulósica geradas pelo refino.
- Ao se analisar dados de laboratórios diferentes, deve-se levar em consideração fatores como o procedimento utilizado, habilidades do analista, condições ambientais, equipamentos, etc.
- As mesmas considerações devem ser feitas ao se tentar comparar dados de propriedades físicas, obtidos por diversos laboratórios em condições e em épocas diferentes.

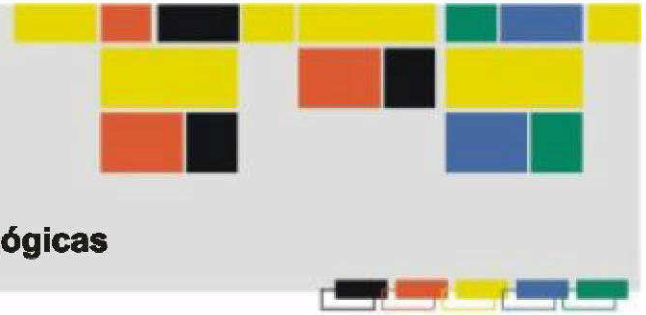




**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



## CONCLUSÕES

- O comportamento das curvas de propriedade física x °SR está de acordo com o esperado para o refino.
- PCA auxilia na visualização da influência das propriedades físicas sobre os resultados de refino. No entanto, para se segregarem as influências das propriedades sobre os resultados, faz-se necessário o conhecimento dos princípios de cada propriedade, como são obtidos e quais os fatores que a afetam.
- Não é possível isolar todas as fontes de erro.
- O objetivo deste trabalho foi obter uma avaliação da qualidade da pasta celulósica e de seu potencial de uso.





**ABTCP-ZELLCHEMING**  
40<sup>th</sup> CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL  
40<sup>th</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL  
CONGRESS & EXHIBITION

**2007**

**IPT**

**Instituto de Pesquisas Tecnológicas**

**IPT**

**Instituto de Pesquisas Tecnológicas**

**IPT**  
107  
anos

**Tecnologia e inovação  
a serviço da sociedade**

**SECRETARIA DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**

