



04 - 06

OUTUBRO 2010

TRANSAMÉRICA EMPO CENTER  
SÃO PAULO - BRASIL

# EFEITOS DO REFINO ULTRASSÔNICO ENZIMÁTICO SOBRE APARAS OCC



**ABTCP-TAPPI 2010**

43º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

43<sup>rd</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION

43º Congresso e Exposição Internacional  
de Celulose e Papel

*43<sup>rd</sup> Pulp and Paper International  
Congress & Exhibition*

Juliana Cristina da Silva – [juliana.cristina@ufv.br](mailto:juliana.cristina@ufv.br)  
Rubens Chaves de Oliveira – [rchaves@ufv.br](mailto:rchaves@ufv.br)



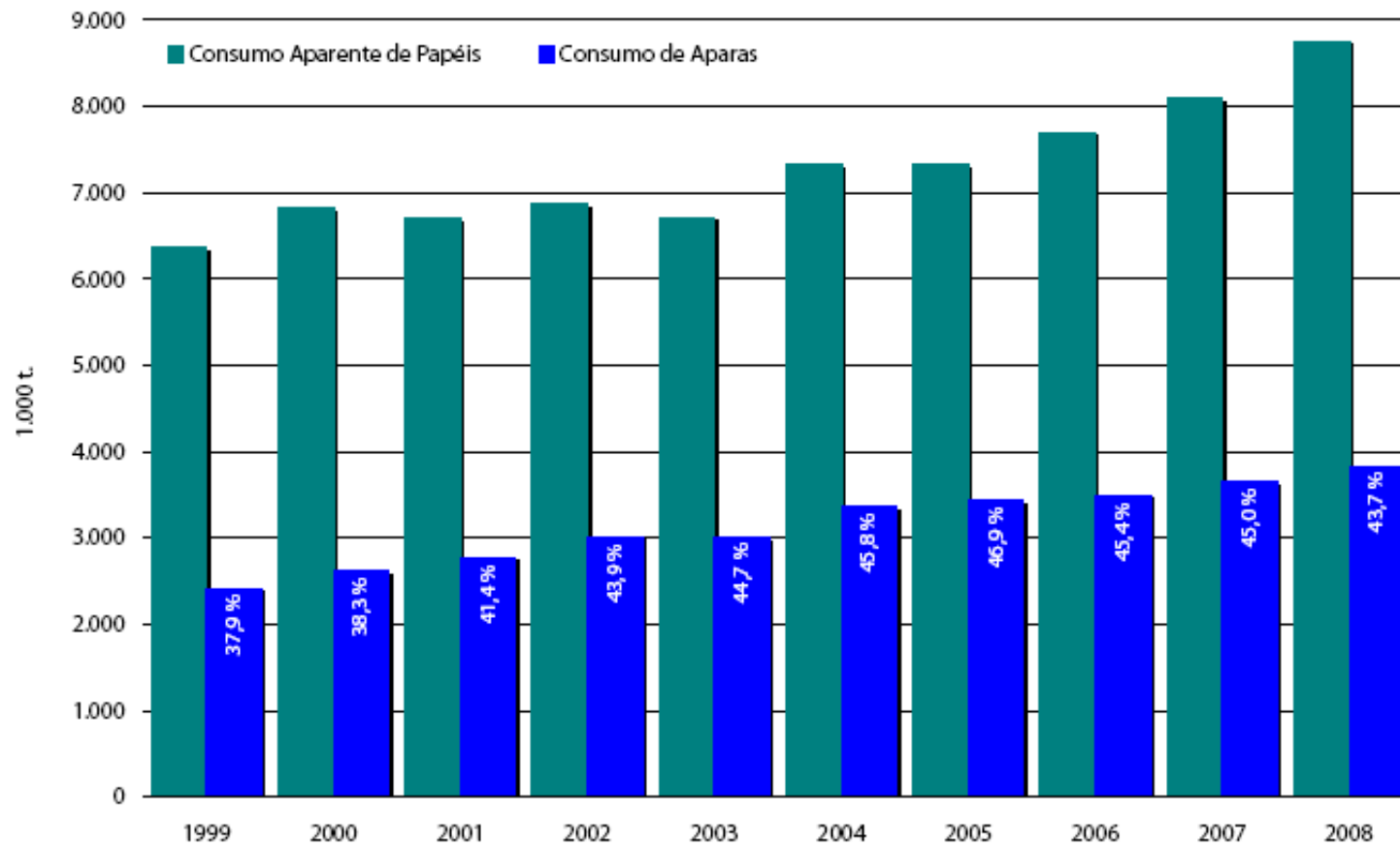
# Conteúdo

- Introdução
  - Visão geral
  - Alguns conceitos
- Objetivos
- Material e métodos
- Resultados e discussão
- Conclusão

# Introdução

## Taxa de Recuperação de Aparas

### Consumo de Aparas sobre Consumo Aparente de Papéis



Fonte: Bracelpa (2010)

# Introdução

- Alguns conceitos:

O ***ultrassom*** corresponde à ondas mecânicas de frequência superior à 16 KHz, que se propagam em qualquer meio.

SILVA (2002)

# Introdução

A ultrassonificação das fibras



Alterações nas propriedades das polpas

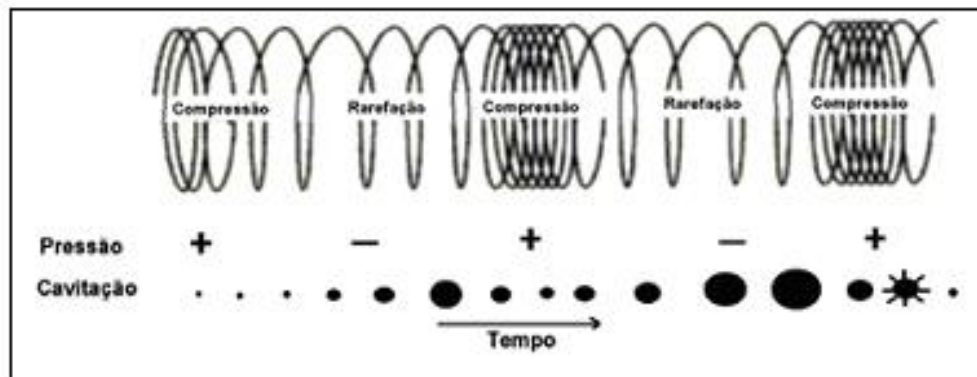


Rompimento de ligações químicas

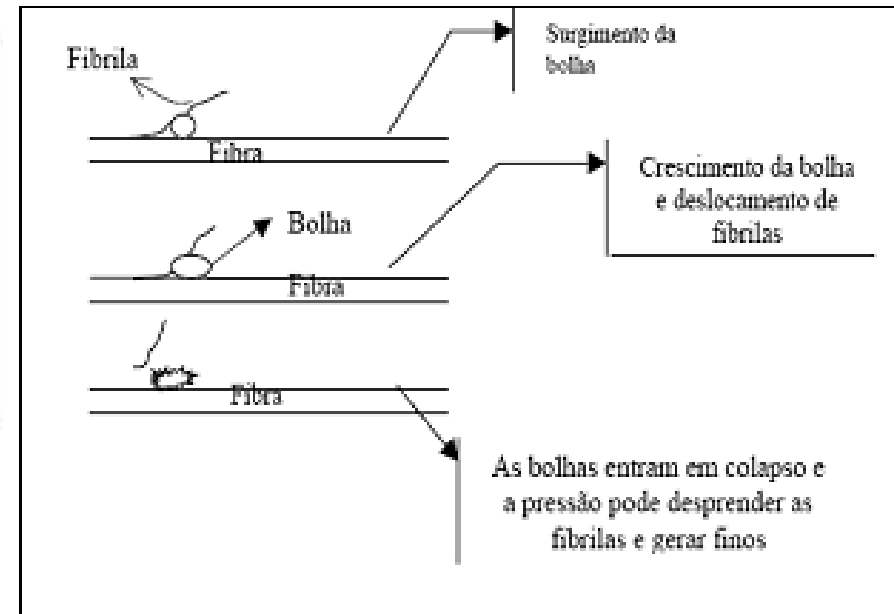
\*ressonância e vibração de ondas

\*choque de alta pressão causado pela  
cavitação

# Introdução



Ciclos de compressão e rarefação



Fibrilação provocada pela cavitação

# Introdução

- Alguns conceitos:

***Enzimas*** são substâncias de natureza protéica com atividade catalítica específica, e ainda, apresentam elevada seletividade em relação aos reagentes cujas transformações químicas catalisam

HALPERN (1997)



# Introdução

- Estudos e aplicação em indústrias de celulose e papel
  - ✓ Celulases
  - ✓ Hemicelulases
- O desejável para utilização em indústria de reciclados
  - ✓ Mistura enzimática (celulase, hemicelulase, amilase, lipase e protease)



# Introdução

O ***Biorrefino*** surge com a agregação da tecnologia de refino juntamente com o uso de enzimas, potencializando os aspectos positivos de cada tecnologia.

# Objetivo

## Geral:

- Avaliar o potencial de recuperação das propriedades das fibras oriundas de aparas de papéis reciclados pós-consumo através da adição de enzimas anterior e posteriormente ao refino convencional e ultrassônico da polpa.

## Específico:

- Analisar a capacidade de diferentes tipos de enzimas combinadas ao refino ultrassônico em recuperar propriedades do papel;
- Verificar os efeitos do tratamento enzimático antes e depois do refino;
- Analisar a estabilidade enzimática após os tratamentos; a possibilidade de reuso das enzimas carregadas no filtrado; e efeitos de uso de enzimas no efluente;
- Avaliar e comparar os efeitos do refino ultrassônico e do refino mecânico convencional nas propriedades do papel, bem como analisar o consumo de energia em ambos.

# Material e Métodos



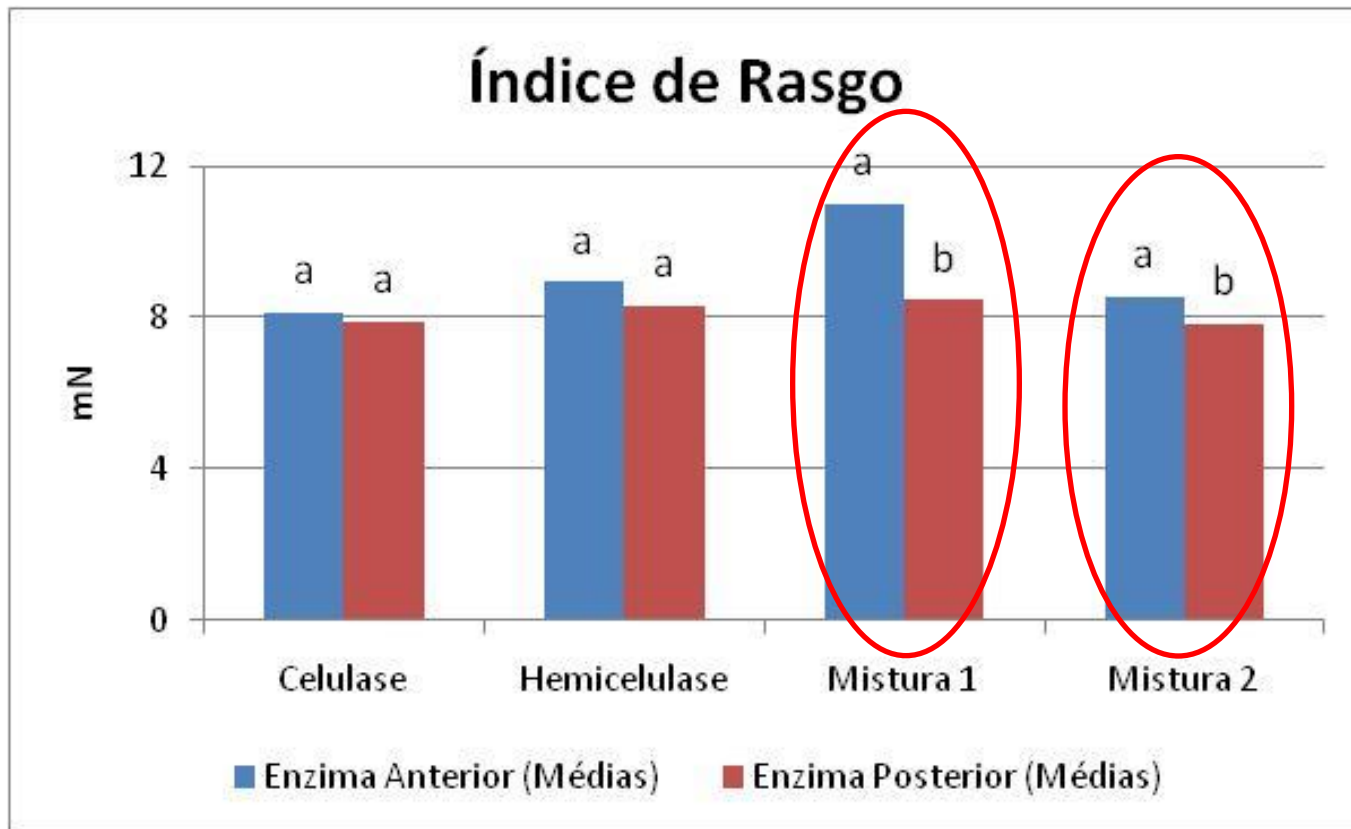
**Moinho PFI**



**Ultrassom**

# Resultados e Discussão

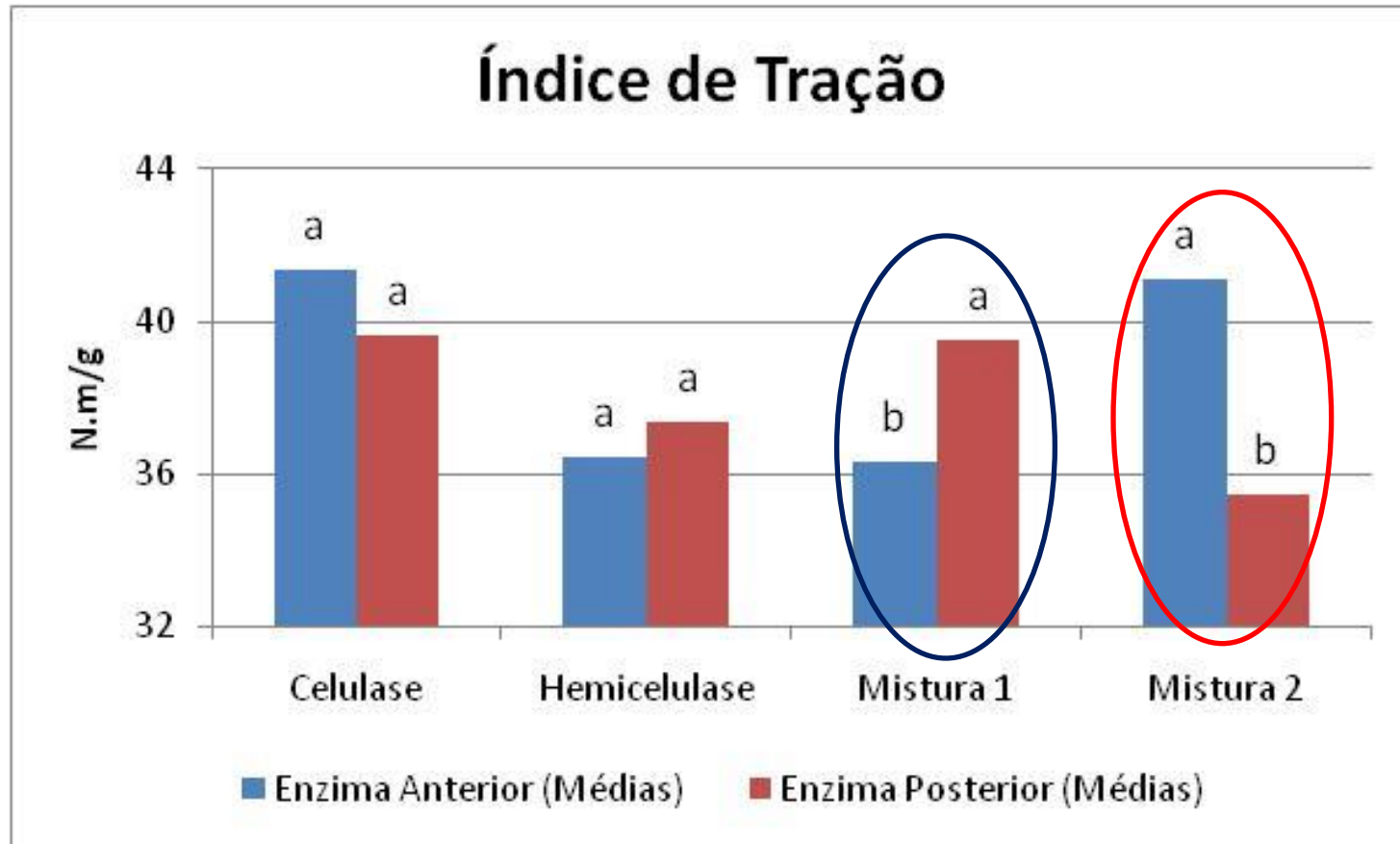
Avaliação dos efeitos enzimáticos anterior e posteriormente ao refino



Refino em moinho PFI – 10 Wh  
a>b pelo teste F ( $p < 0,05$ )

# Resultados e Discussão

Avaliação dos efeitos enzimáticos anterior e posteriormente ao refino

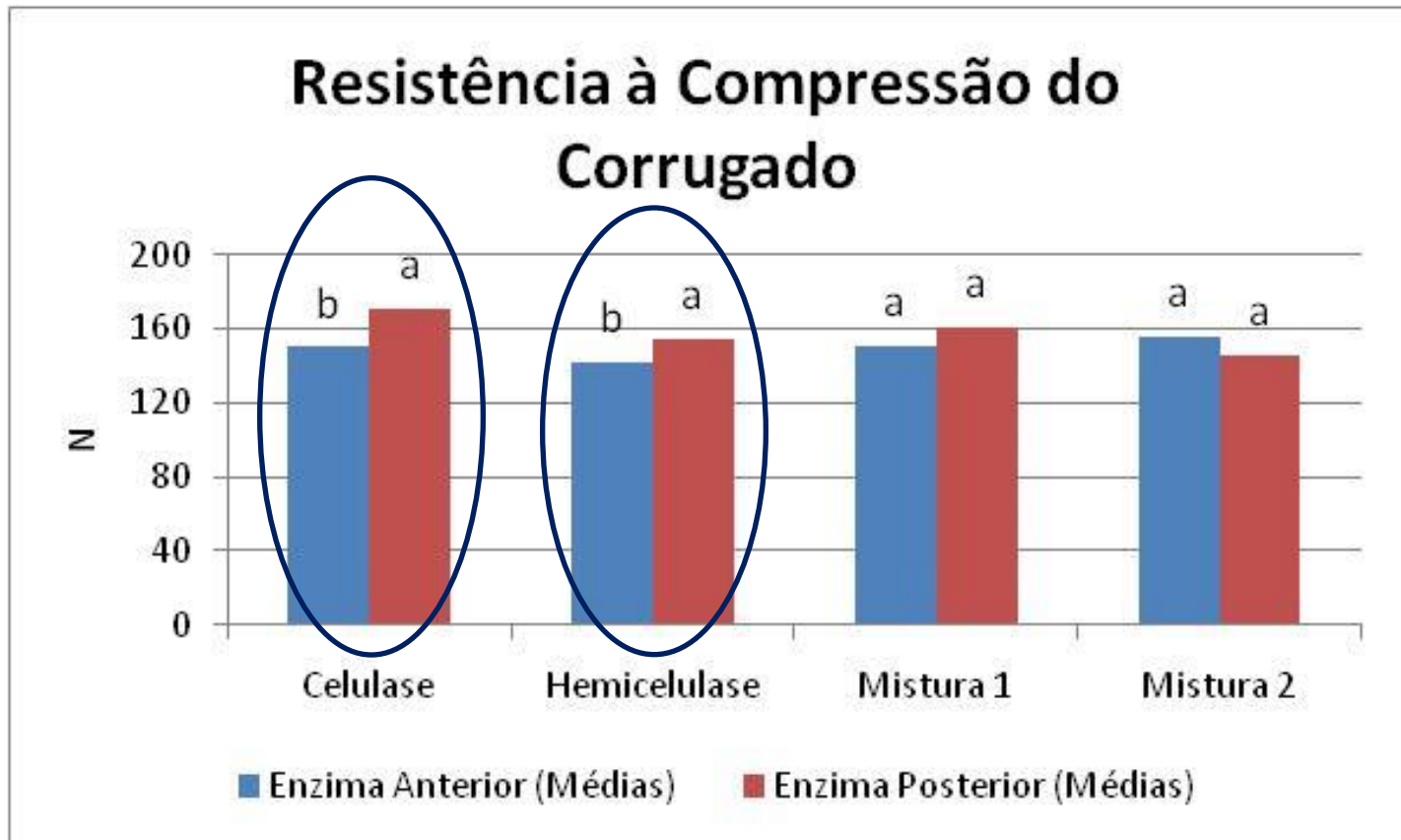


Refino em moinho PFI – 10 Wh  
a>b pelo teste F (p<0,05)



# Resultados e Discussão

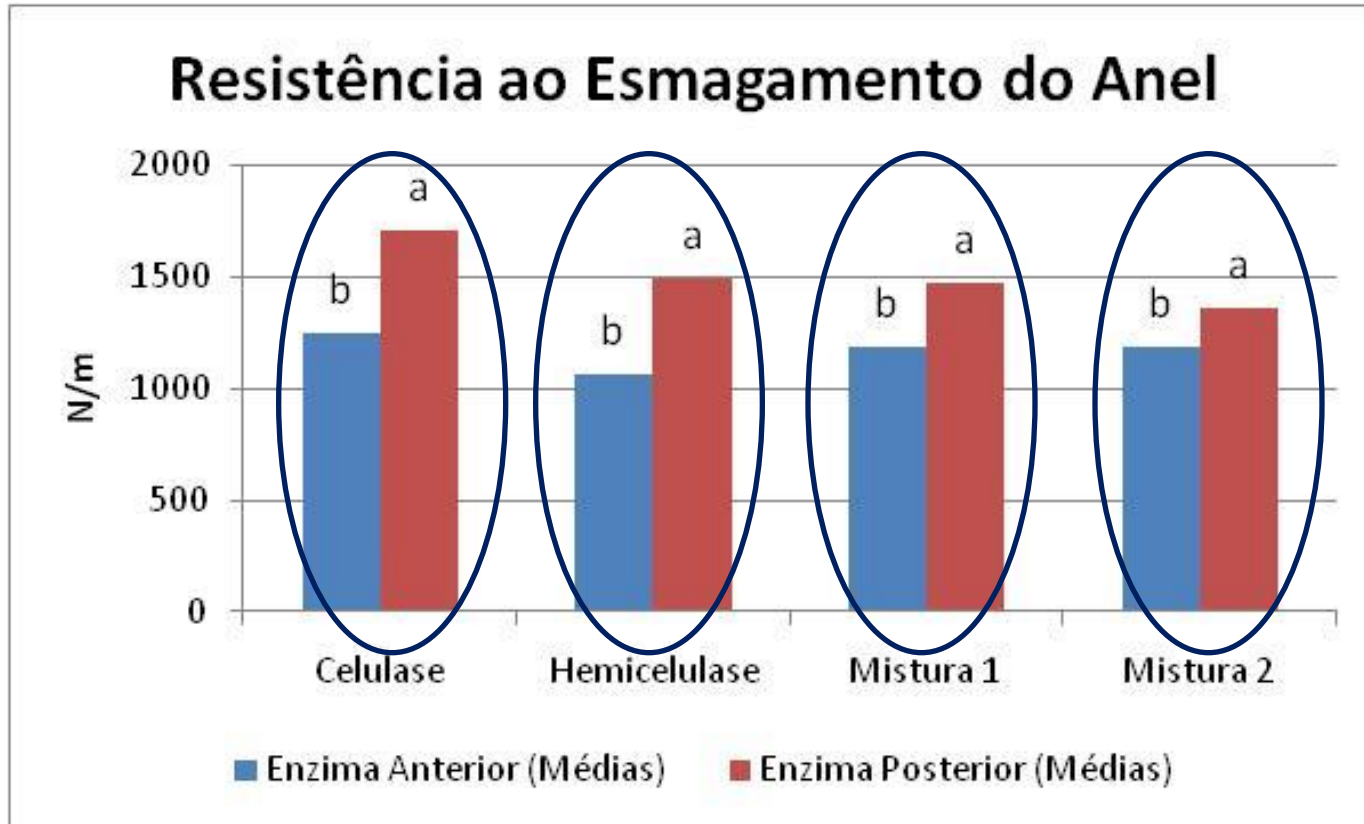
Avaliação dos efeitos enzimáticos anterior e posteriormente ao refino



Refino em moinho PFI – 10 Wh  
a>b pelo teste F ( $p < 0,05$ )

# Resultados e Discussão

Avaliação dos efeitos enzimáticos anterior e posteriormente ao refino

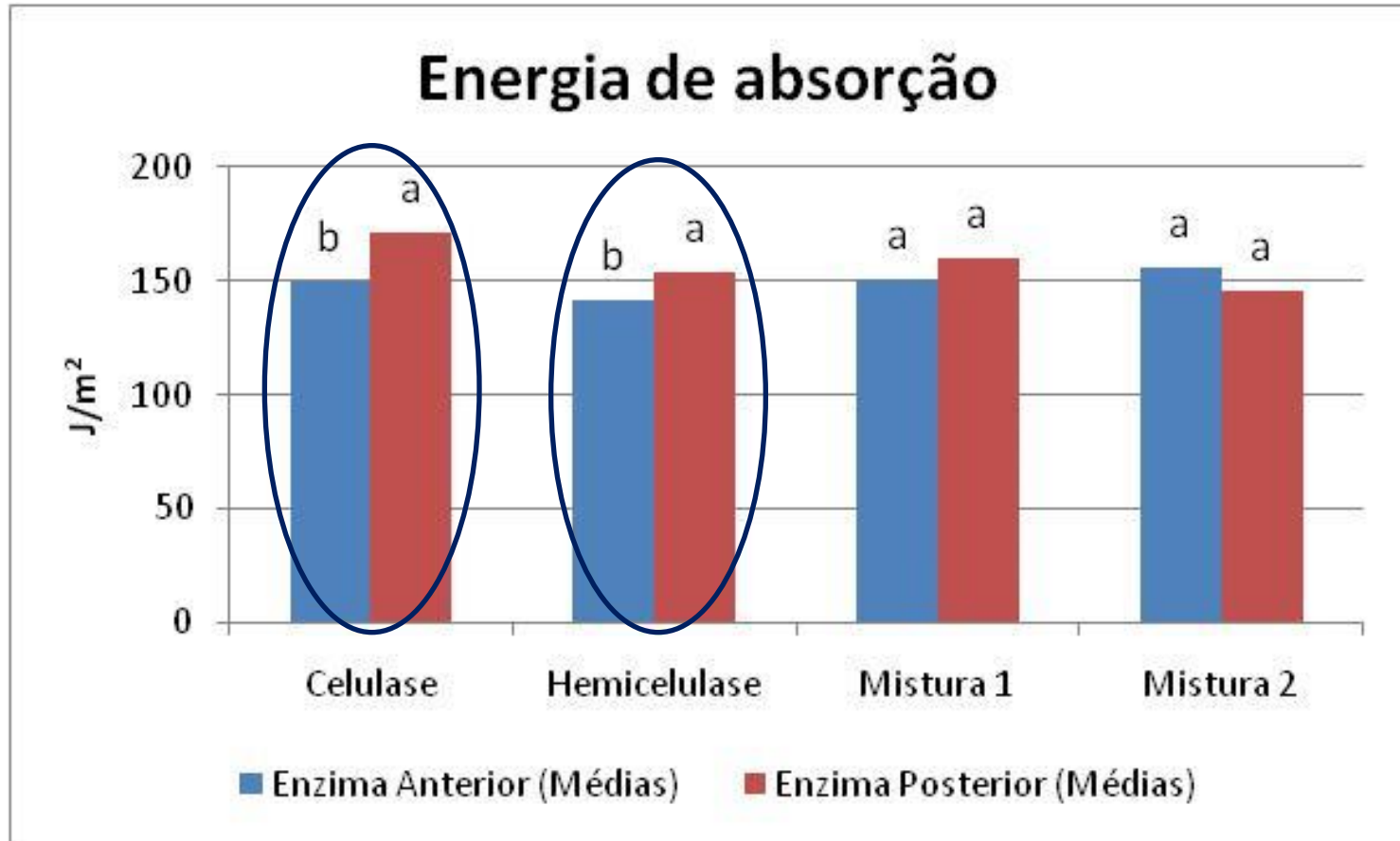


Refino em moinho PFI – 10 Wh  
a>b pelo teste F ( $p < 0,05$ )



# Resultados e Discussão

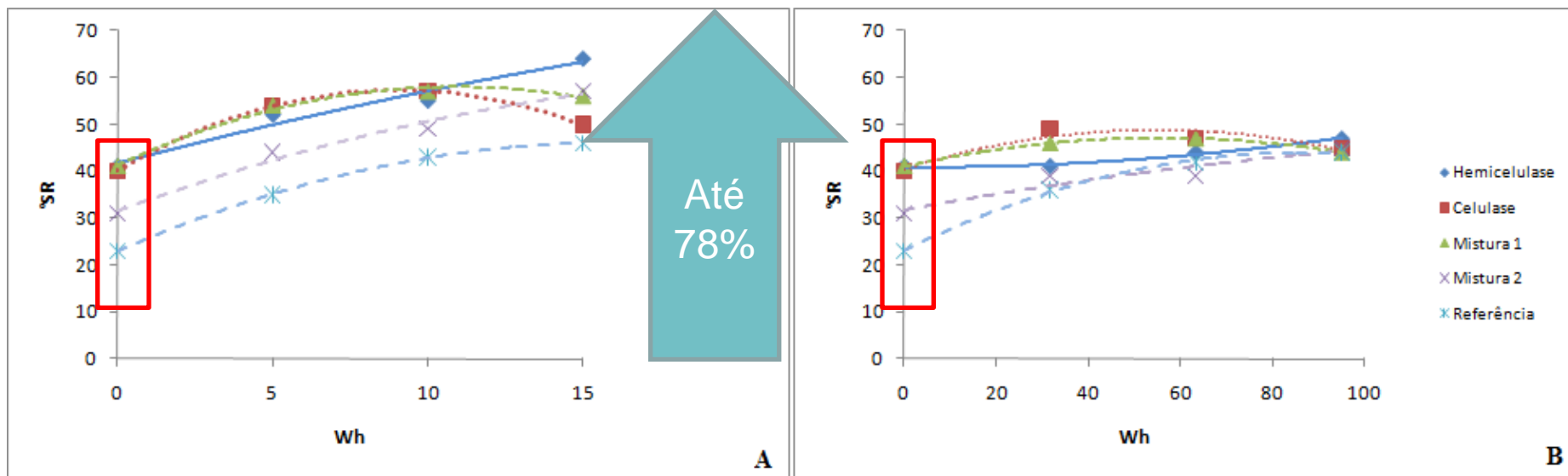
Avaliação dos efeitos enzimáticos anterior e posteriormente ao refino



Refino em moinho PFI – 10 Wh  
a>b pelo teste F ( $p<0,05$ )

# Resultados e Discussão

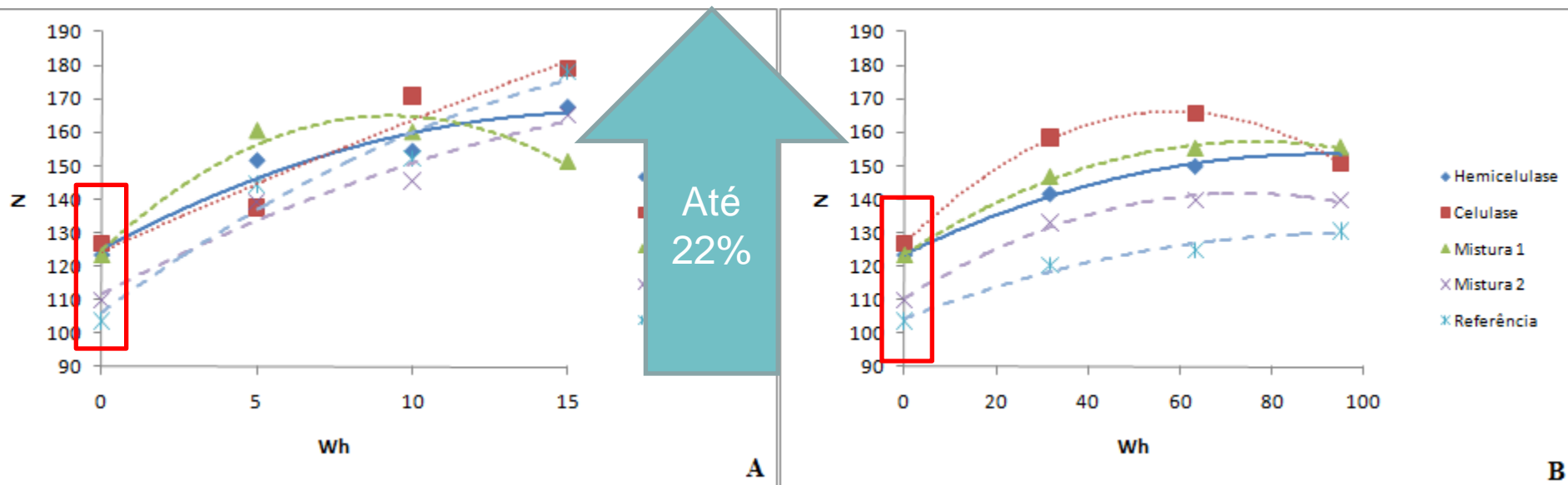
## Resistência à Drenagem



A) PFI + tratamento enzimático; B) Ultrassom + tratamento enzimático

# Resultados e Discussão

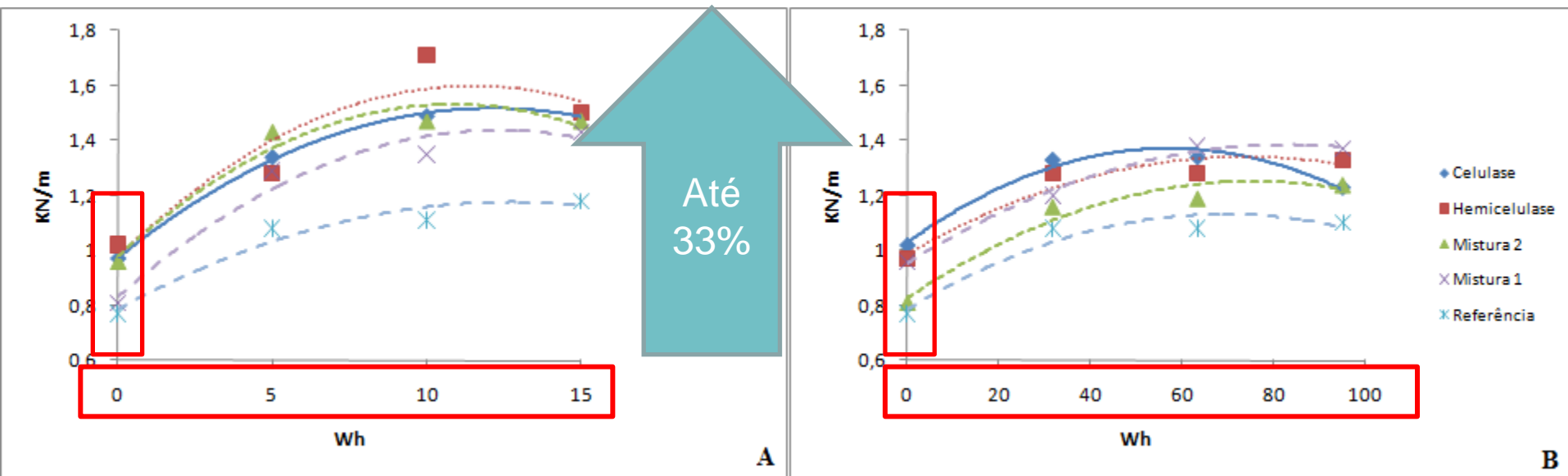
## Resistência à Compressão do Corrugado



A) PFI + tratamento enzimático; B) Ultrassom + Tratamento enzimático

# Resultados e Discussão

## Resistência ao Esmagamento do Anel



A)PFI + tratamento enzimático; B)Ultrassom + Tratamento enzimático

# Resultados e Discussão

Equipamento	Potência (W)	Tempo de funcionamento (h)	Consumo (KWh )		Capacidade (Kg/dia)
			Medido	Estimado*	
Moinho PFI	1400	1	1,059	761,8	150
Ultrassom	190	1	0,19	136,8	1,44

\*O consumo estimado é determinado admitindo-se a utilização dos equipamentos em 30 dias por mês, durante 24 horas

# Resultados e Discussão

## Avaliação de parâmetros ambientais

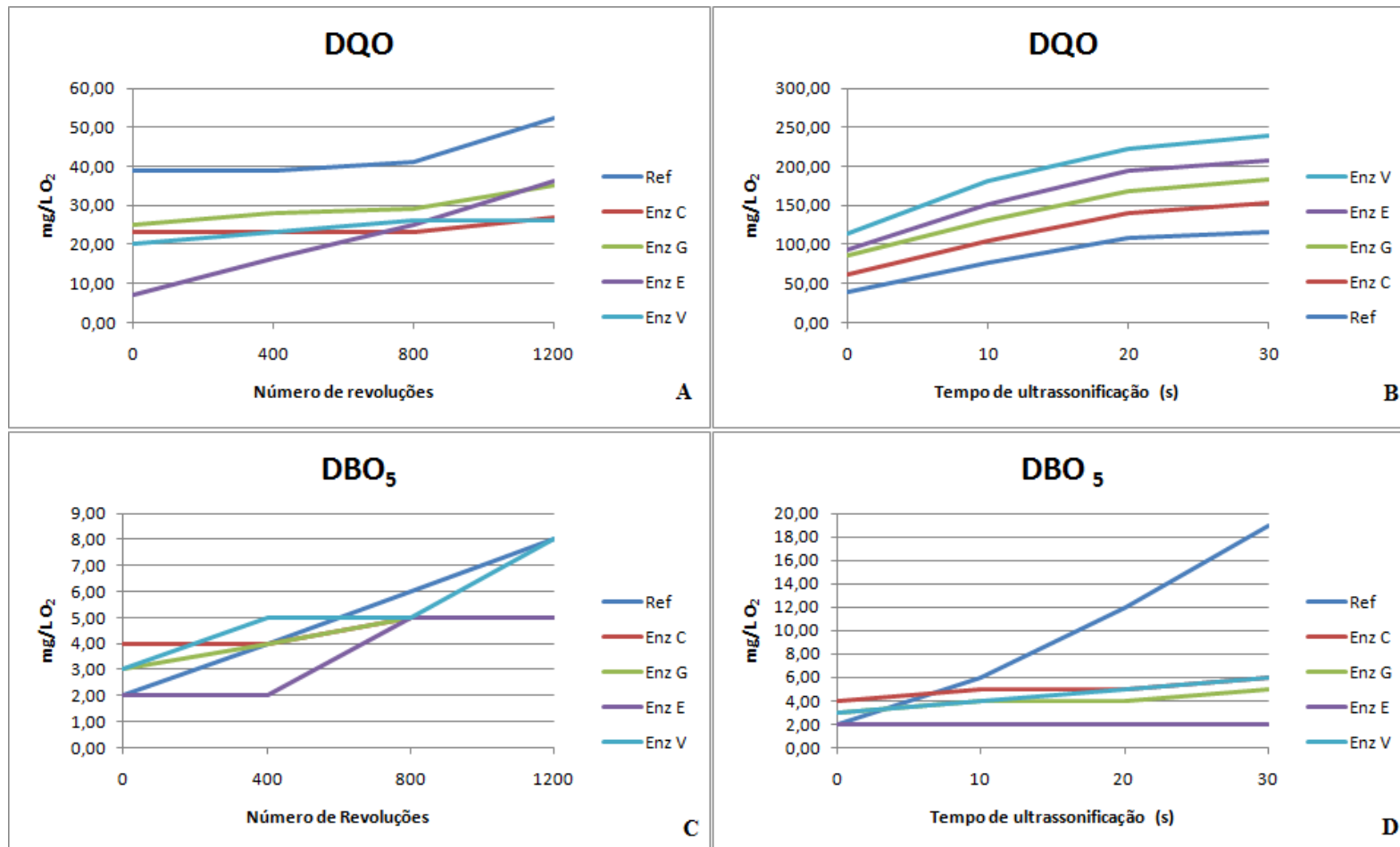
- Filtrado/efluente recolhido logo após o tratamento enzimático

<b>Enzima</b>	<b>DQO (mg/L)</b>	<b>DBO5 (mg/L)</b>	<b>DBO5/DQO (%)</b>	<b>Sólidos (mg/L)</b>
Celulase	1479	238	16,10	0,683
Hemicelulase	1193	182	15,26	0,400
Mistura 1	923	191	20,69	0,936
Mistura 2	701	170	24,25	0,417
Referência	664	126	18,98	0,213

# Resultados e Discussão

## Avaliação de parâmetros ambientais

- Efluente sequencial sem a adição do filtrado





# Conclusão

- Os momentos do tratamento enzimático (anterior e posterior ao refino) apresentaram interferência nas propriedades dos papéis com diferenças significativas entre eles;
- O tratamento enzimático posterior ao refino apresentou os maiores ganhos em relação ao CMT, RCT e TEA;

# Conclusão

- De modo geral, a celulase se destacou como a enzima que proporcionou maiores incrementos nas propriedades analisadas com relação à referência;
- O refino ultrassônico promoveu modificações nas fibras e se mostra potencialmente viável para desenvolvimento de propriedades de papéis;

# Conclusão

- O tratamento enzimático resultou num aumento dos parâmetros ambientais analisados;
- A recirculação do filtrado/efluente não causou modificações nas propriedades dos papéis formados;
- O efluente sequencial (sem adição do filtrado/efluente) apresentou redução nos parâmetros ambientais analisados;

# Conclusão

***O uso de enzimas combinadas com ondas ultrassônicas apresentou-se com eficiência para recuperação de propriedades de papéis, visto que polpas submetidas à estas tecnologias apresentaram ganhos substanciais nas resistências mecânicas analisadas com relação à referência.***

# Agradecimentos

