

# TECNOLOGIA VERDE: ÚLTIMOS DESENVOLVIMENTOS EM ENZIMAS PARA A RECICLAGEM DE PAPEL



1º Simpósio Latino-Americano de  
Papel para Embalagem

1<sup>st</sup> Latin American Symposium  
of Packaging Paper

De 3 a 5 de outubro de 2011  
TRANSAMERICA EXPO CENTER · SÃO PAULO · BRASIL



Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

# TENDÊNCIAS ATUAIS DA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSA

- Há uma pressão no sentido de uma produção mais "verde".
- Há uma diminuição do recurso "água".
- Há uma diminuição da qualidade do papel reciclado.

# PRODUTOS VERDES

Produtos da biotecnologia vão ajudar a indústria de papel e celulosa:

- Biocida enzimático.
- Esterases de amplo espectro para o controle dos “stickies”.
- Enzima para hidrolises das resinas de resistência em húmido.

# BIOCIDA ENZIMÁTICO

Os biocidas tradicionais são perigosos para os seres humanos e para o ambiente.

Os compostos ativos presentes nos biocidas podem apresentar propriedades tóxicas, carcinogênicas ou de desregulação endócrina.

# BIOCIDA ENZIMÁTICO

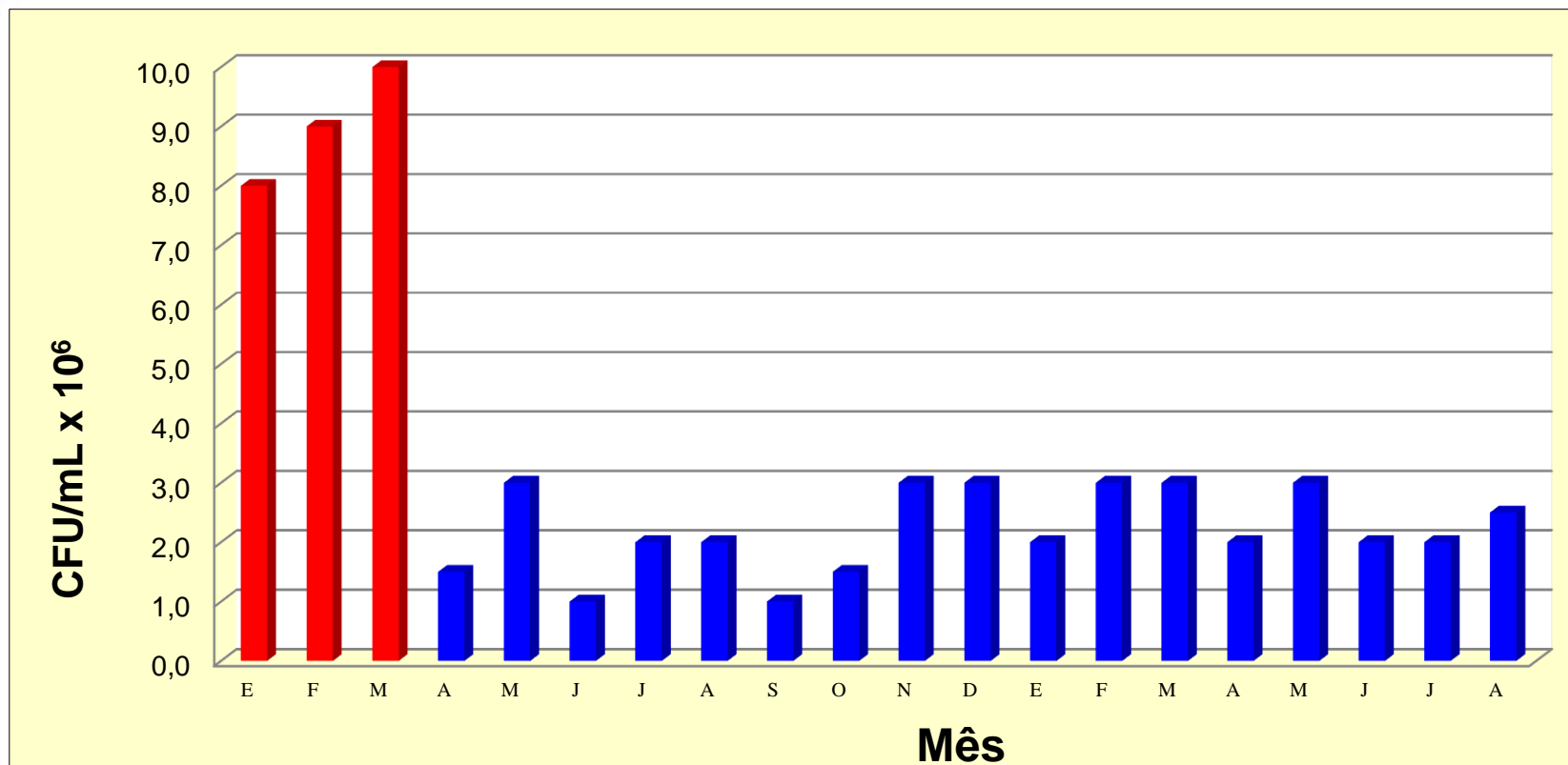
Já em 1984, propôs-se a utilização de enzimas como agentes microbicidas em processos de manufatura de papel.

Os micro-organismos produzem enzimas líticas: exo- $\beta$ -1,3-glucanase, quitinases e proteinases que atacam paredes das células bacterianas, fúngicas e leveduras.

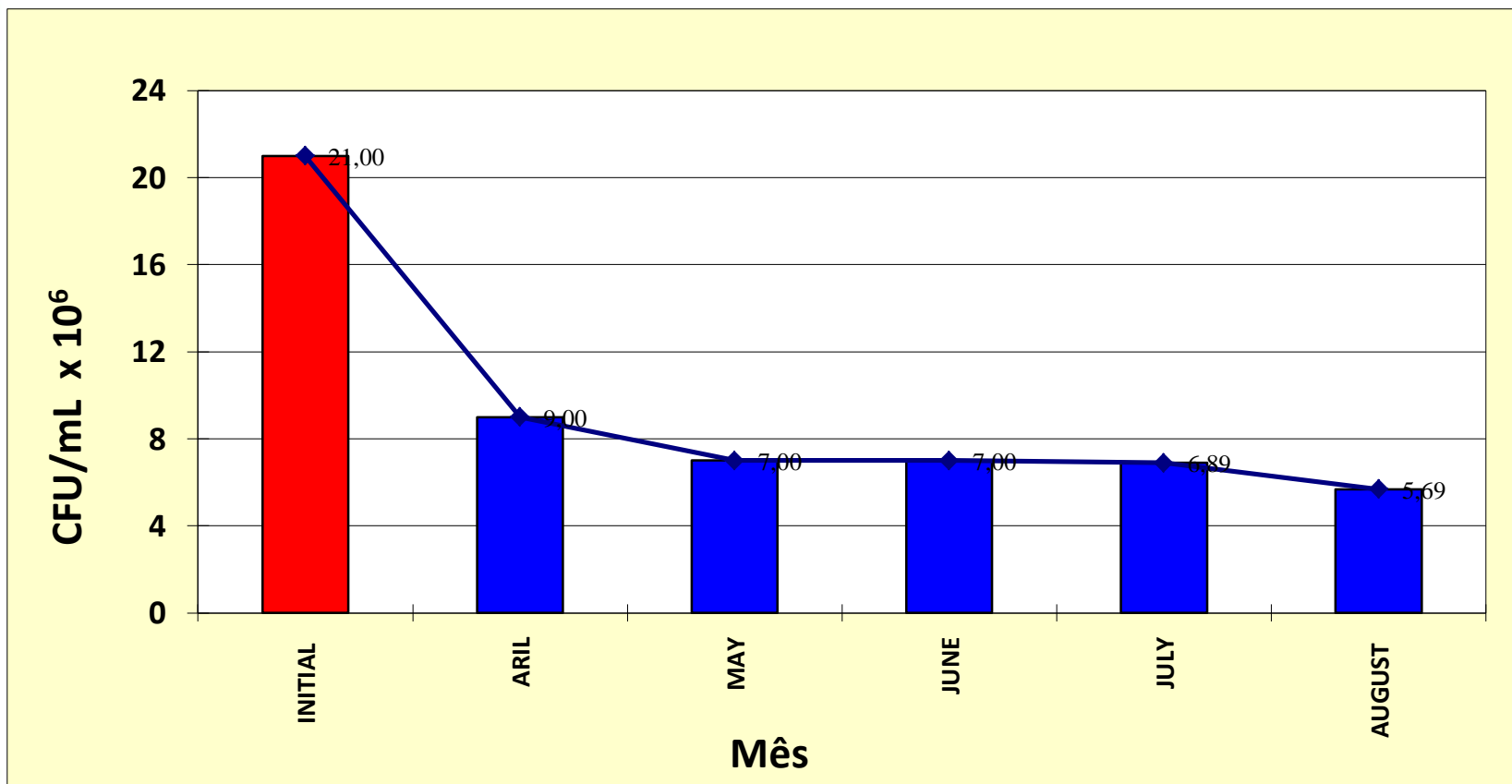
# BIOCIDA ENZIMATICO

- Substitui os biocidas da química tradicional.
- Apresenta ação bacteriostática e bactericida.
- É ativo contra bactérias gram-positivas e gram-negativas.
- Não permite que as bactérias desenvolvam resistência.
- Efetua uma limpeza permanente do circuito, evitando as paradas para fazer "boil-outs".

**VALORES MEDIOS MENSAIS DAS CONTAGENS MICROBIOLÓGICAS NO "WIRE PIT" DUMA FABRICA DE HIGIÊNICOS EMPREGANDO O BIOCIDA ENZIMÁTICO. OS VALORES VERMELHOS INDICAM A LINHA BASE.**



# VALORES MEDIOS MENSAIS DA CONTAGEM MICROBIOLÓGICO NA CAIXA DE ENTRADA DUMA FABRICA DE PAPEL MARRON (OCC). OS VALORES VERMELHOS INDICAM A LINHA BASE.





# BIOCIDA ENZIMATICO

Permite fechar os circuitos de água sem aumentar a agressividade das águas, obtendo-se grandes economias:

Houve casos de fábricas de higiênicos que conseguiram reduzir o consumo de água de **40-60 M<sup>3</sup>/T** até apenas **4-6 M<sup>3</sup>/T**.

Uma fábrica que recicla OCC, reduziu o seu consumo de água de **40 M<sup>3</sup>/T** até **4 M<sup>3</sup>/T**.

# TRATAMENTO DOS STICKIES

Os "stickies" representam o problema mais crítico que enfrentam as fábricas que reciclam papel.

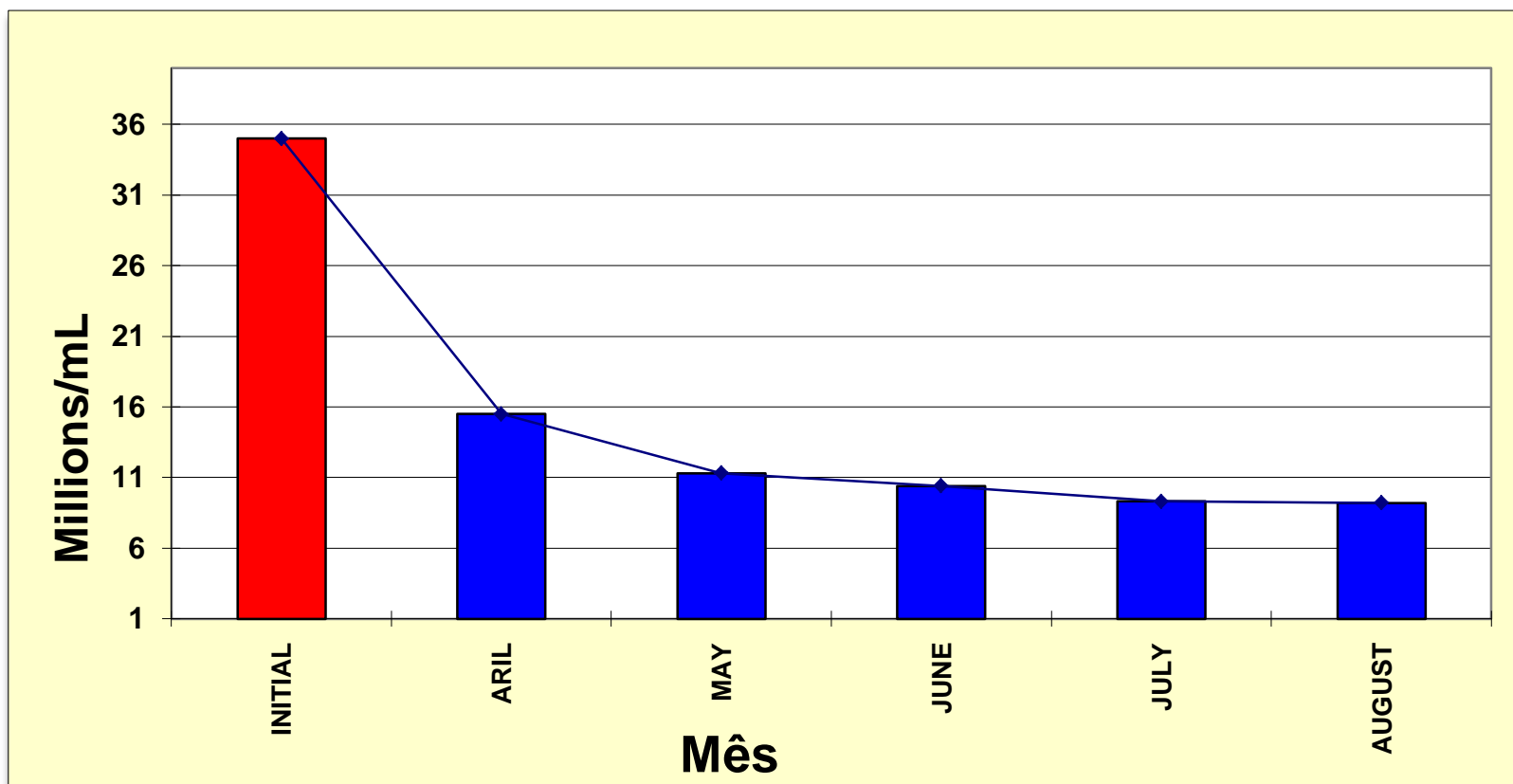
A grande complexidade da química dos "stickies" é amplamente documentada. Também na mesma fábrica, os "stickies" tem uma enorme disparidade em poucas horas de medição.

# COMPOSIÇÃO QUALITATIVA DOS “STICKIES”

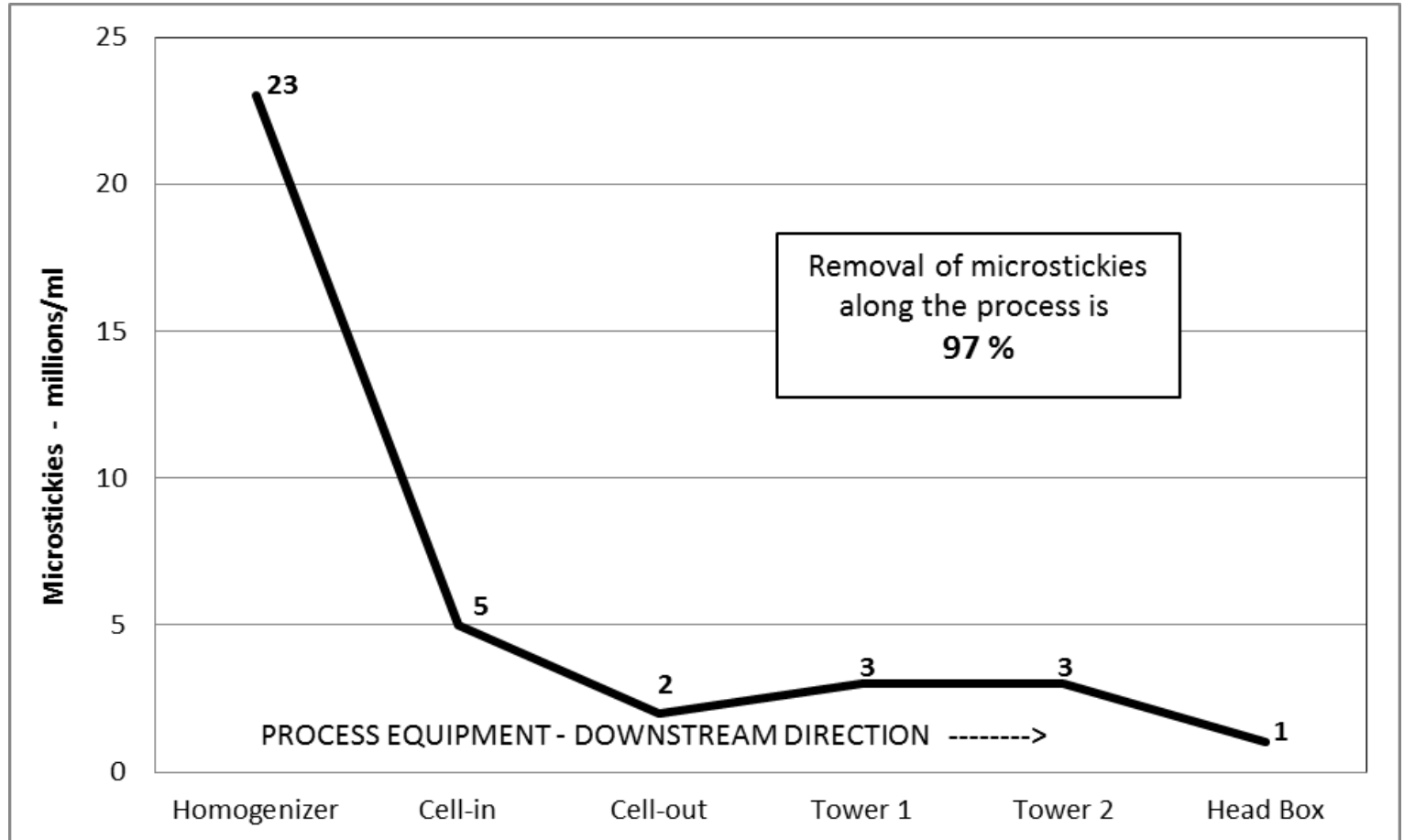
FIBRAS NOVAS	FIBRAS RECICLADAS	ADITIVOS
Triglicérides	Poliétilenos	Resinas ácidas e seus derivados
Ceras	Poliestirenos	Ácidos graxos e seus derivados
Esterilesteres	Copolímeros de estireno-	Hidrocarbonetos
Esteroles	butadieno	Dímeros de alquilqueteno
Álcoois graxos	Copolímeros de estireno	Epiclrorohidrinás
Resinas ácidas	Poliamidas	Amido
Ácidos graxos	Poliacrilatos	Silicones
	Polipropileno	

# VALORES MEDIOS MENSAIS DE "MICROSTICKIES" NO "WIRE PIT" DUMA FABRICA DE PAPEL EMPREGANDO OCC E A ESTERASE DE AMPLIO ESPECTRO.

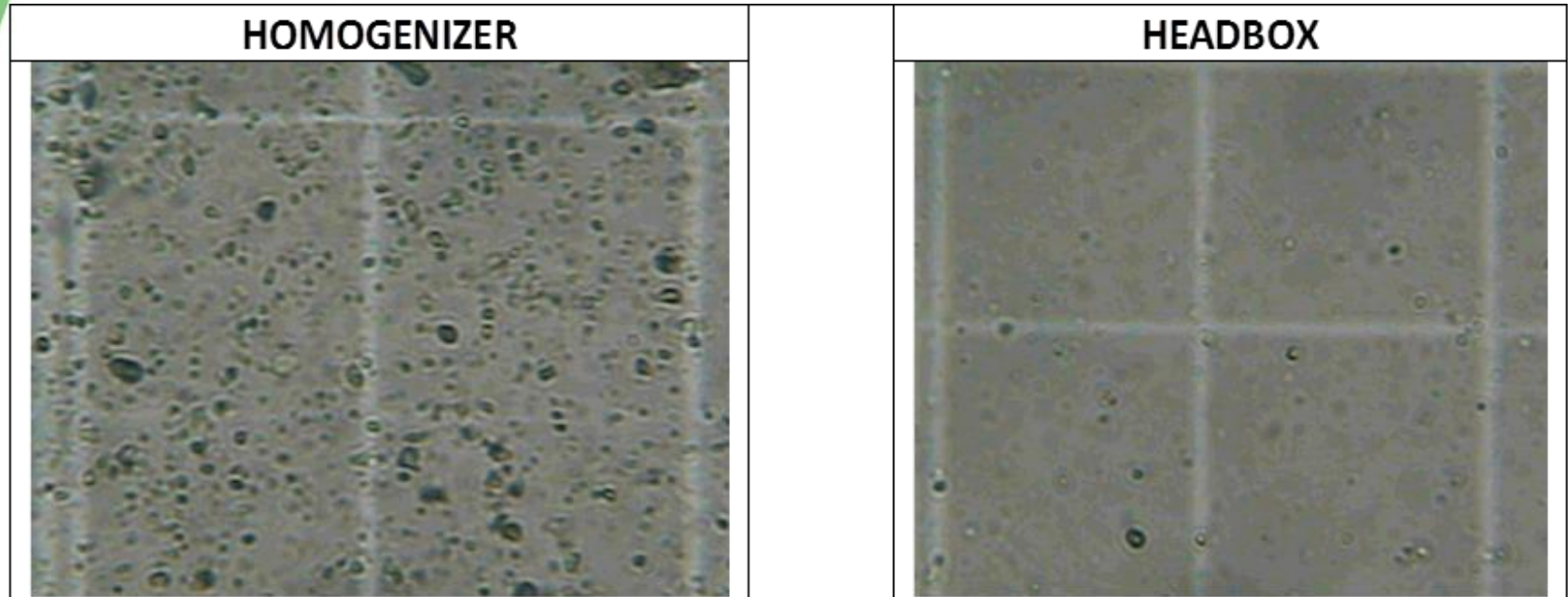
OS VALORES VERMELHOS INDICAM A LINHA BASE.



# REMOÇÃO DE “MICROSTICKIES” DURANTE O PROCESSO DE MANUFATURA DE PAPEL HIGIÊNICO.



# REMOÇÃO DE “MICROSTICKIES” DURANTE O PROCESSO DE MANUFATURA DE PAPEL HIGIÊNICO.



As fotografias foram feitas com microscópio empregando a técnica do hematocitometro.

# RESINAS DE RESISTÊNCIA A ÚMIDO (RU)

Após os stickies, a desagregação de materiais contaminados com resinas de resistência a úmido (RU) é geralmente o maior problema que afetam as fábricas que usam papel reciclado.

As RU são principalmente resinas de poliamidoamina-epichlorhidrina. Os papéis que foram tratados com RU, são dificilmente desagregados devido reticulação da epichlorhidrina.

## RESINAS DE RESISTÊNCIA A ÚMIDO (RU)

As opções para desagregar estas fibras envolvem altos custos:

- Prolongar o tempo de desagregação no pulper, aumentando o gasto de energia.
- Utilizando-se pH de 10 ou mais e temperaturas de 70 graus °C ou mais.
- Utilizando-se fortes agentes de oxidação.

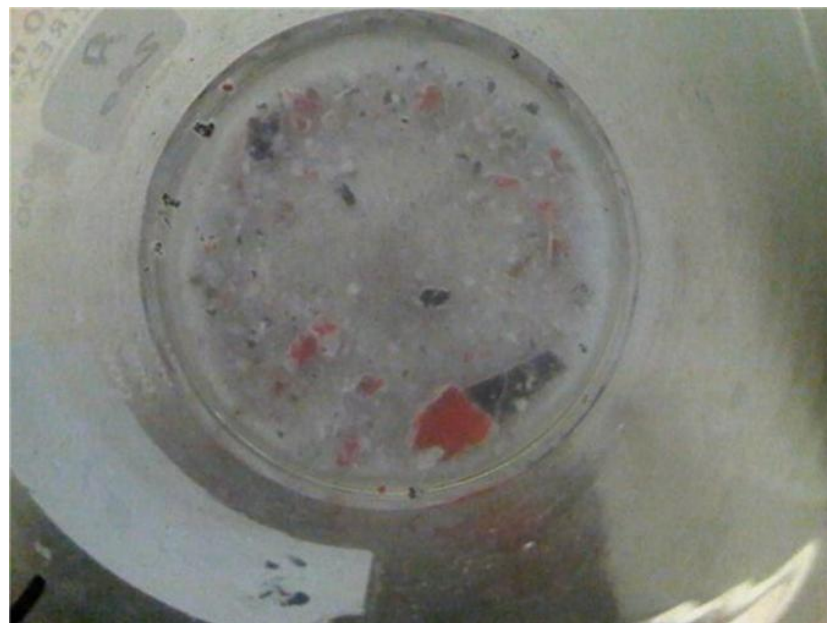


# ENZIMA PARA A DESAGREGAÇÃO DE FIBRAS CONTAMINADAS COM RU

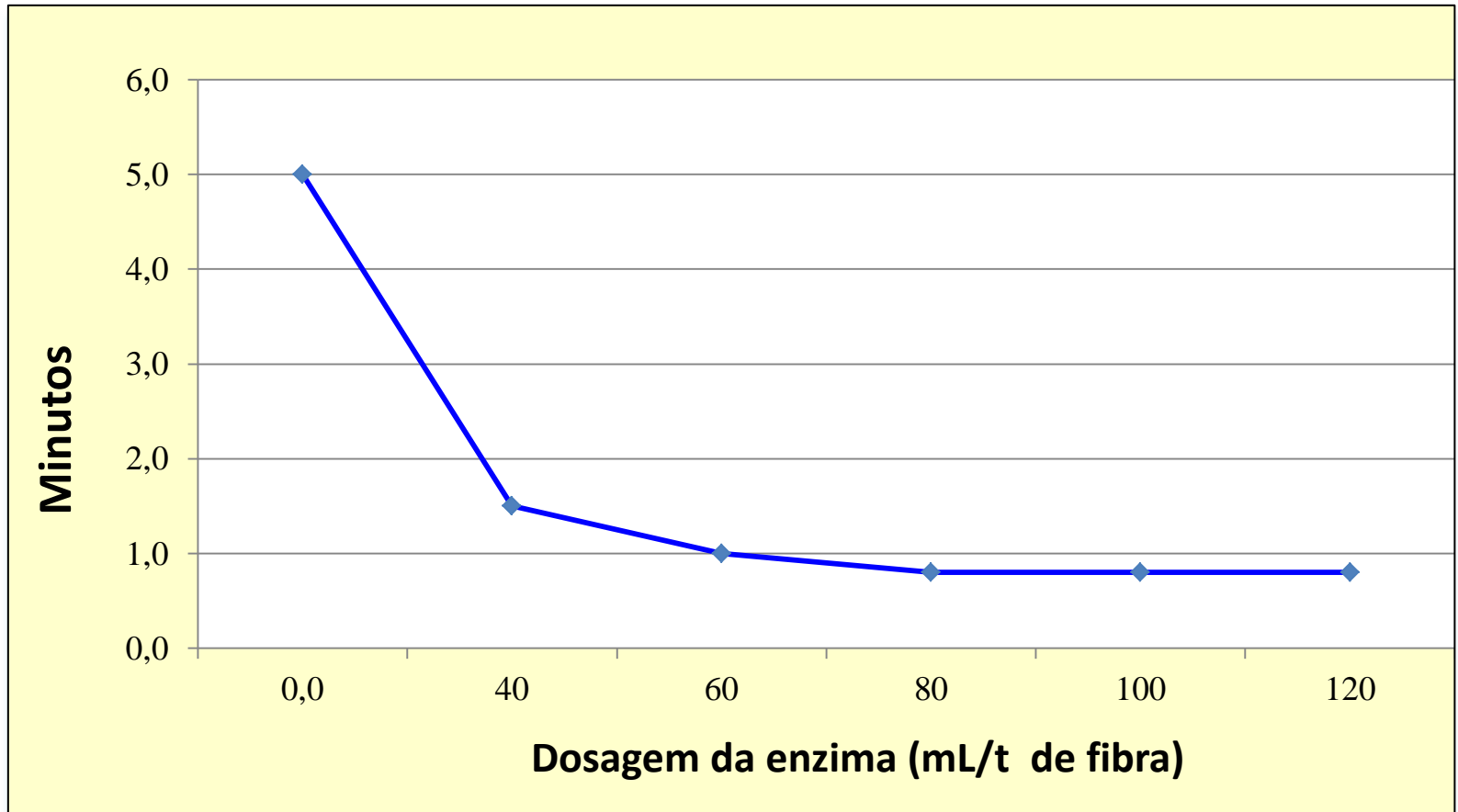


DESFIBRAMENTO SIM ENZIMA  
TEMPO = **8** MINUTOS

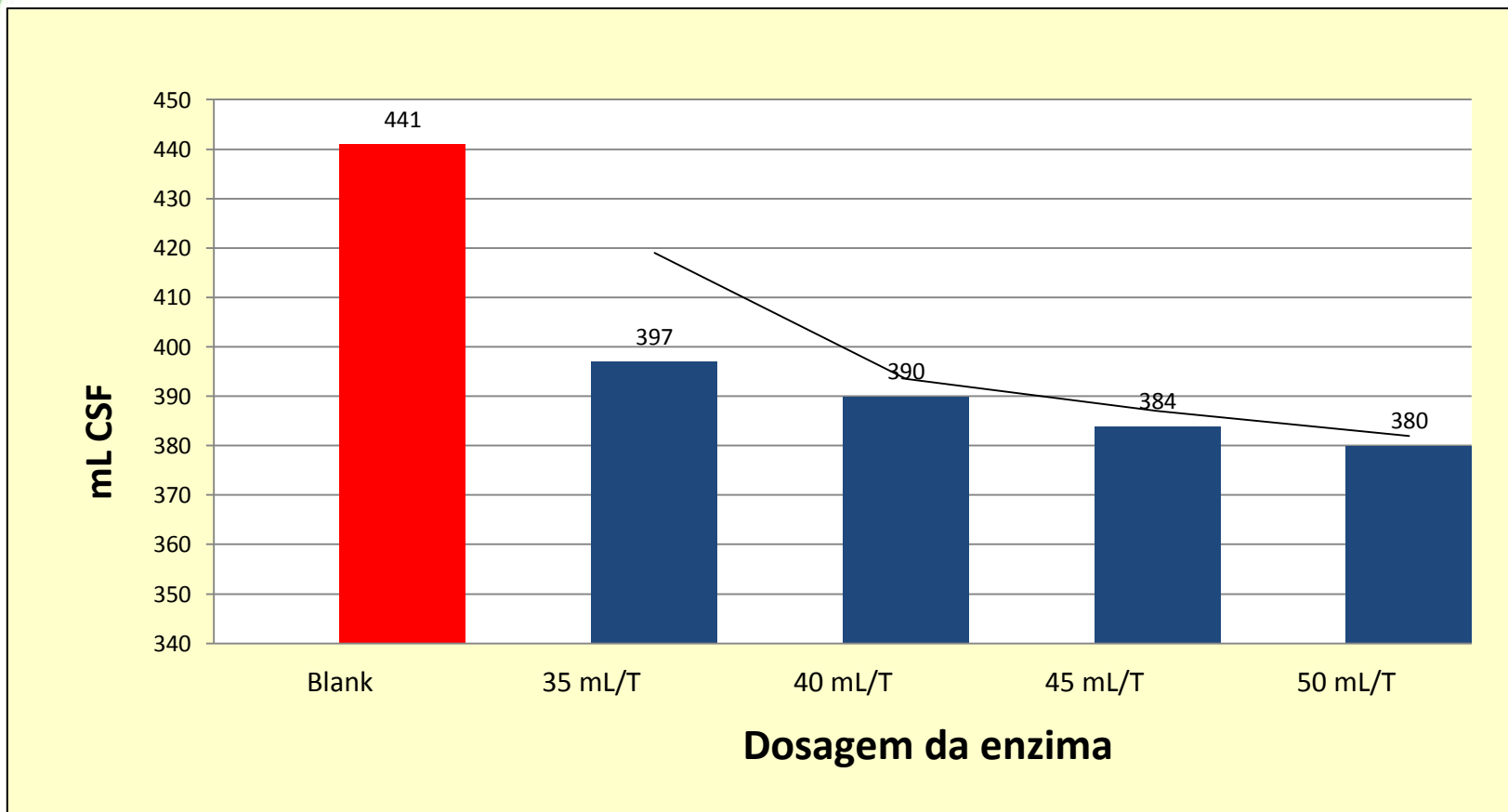
DESFIBRAMENTO COM ENZIMA  
TEMPO= **4** MINUTOS



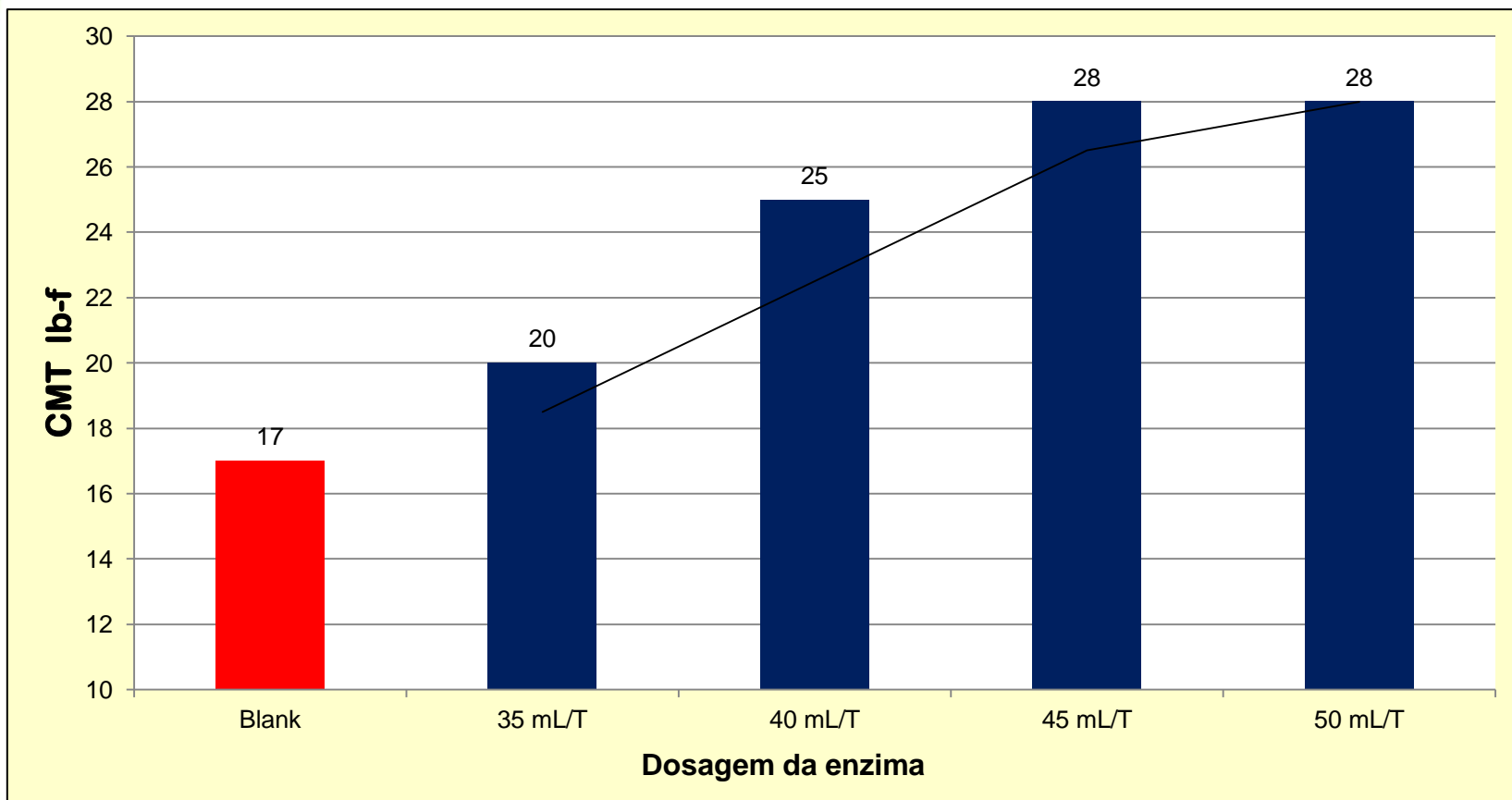
# EFEITO DA DOSAGEM DA ENZIMA NO TEMPO DE DESAGREGAÇÃO EM FIBRAS CONTAMINADAS COM RU



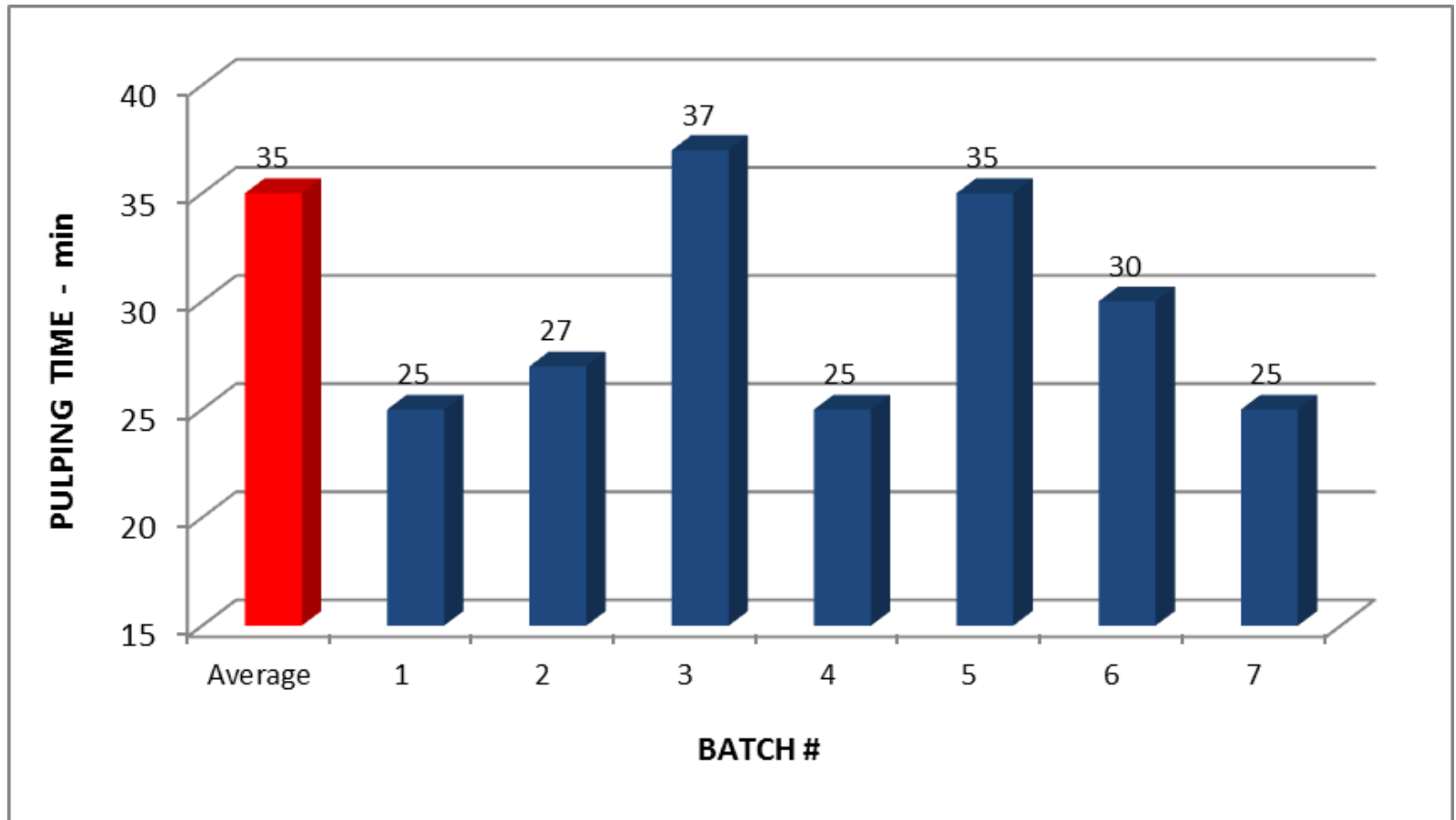
# CANADIAN STANDARD FREENESS (CSF) versus DOSAGEM DA ENZIMA



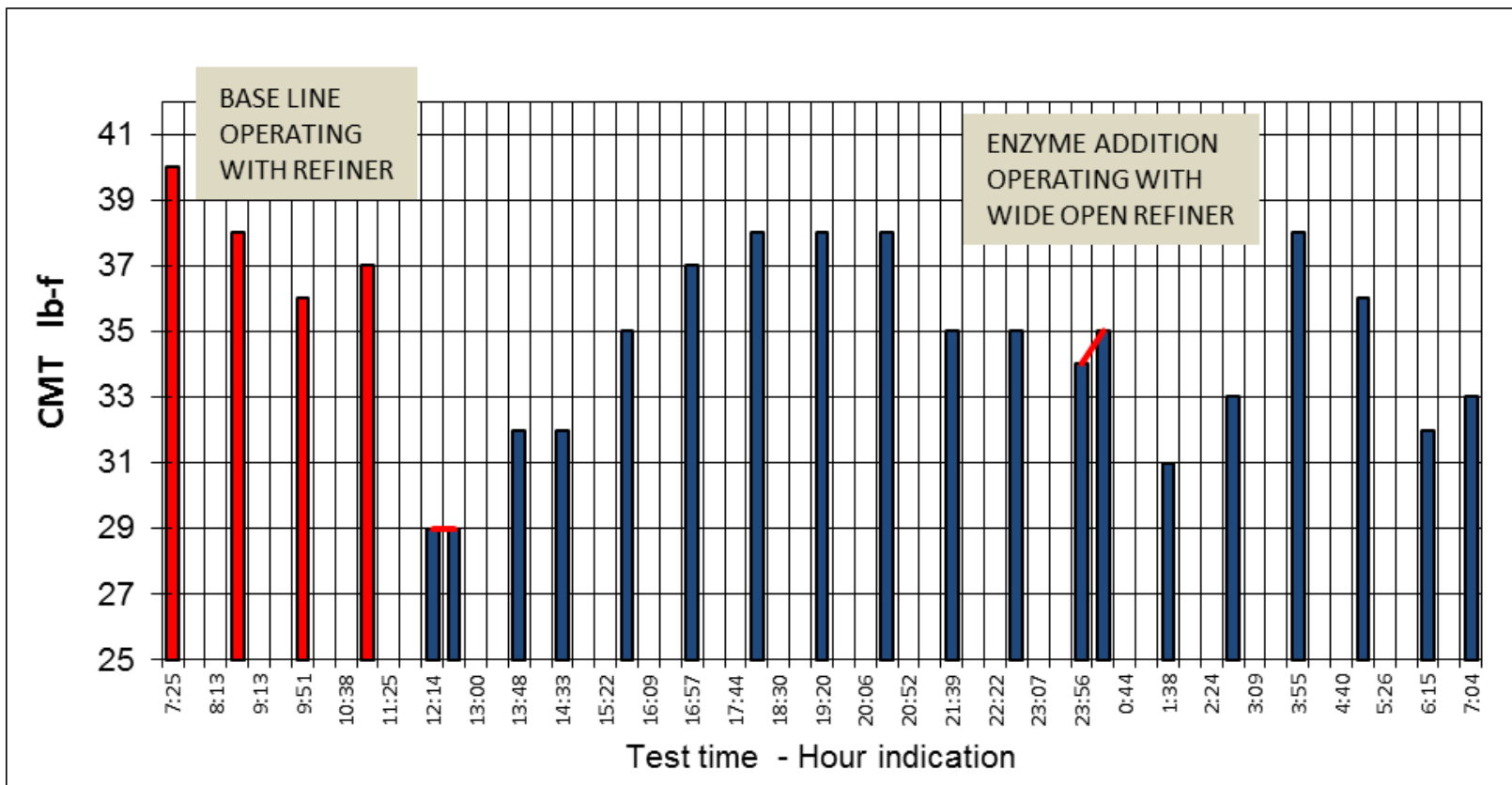
# CMT versus DOSAGEM DA ENZIMA (CMT = Concora Medium Test)



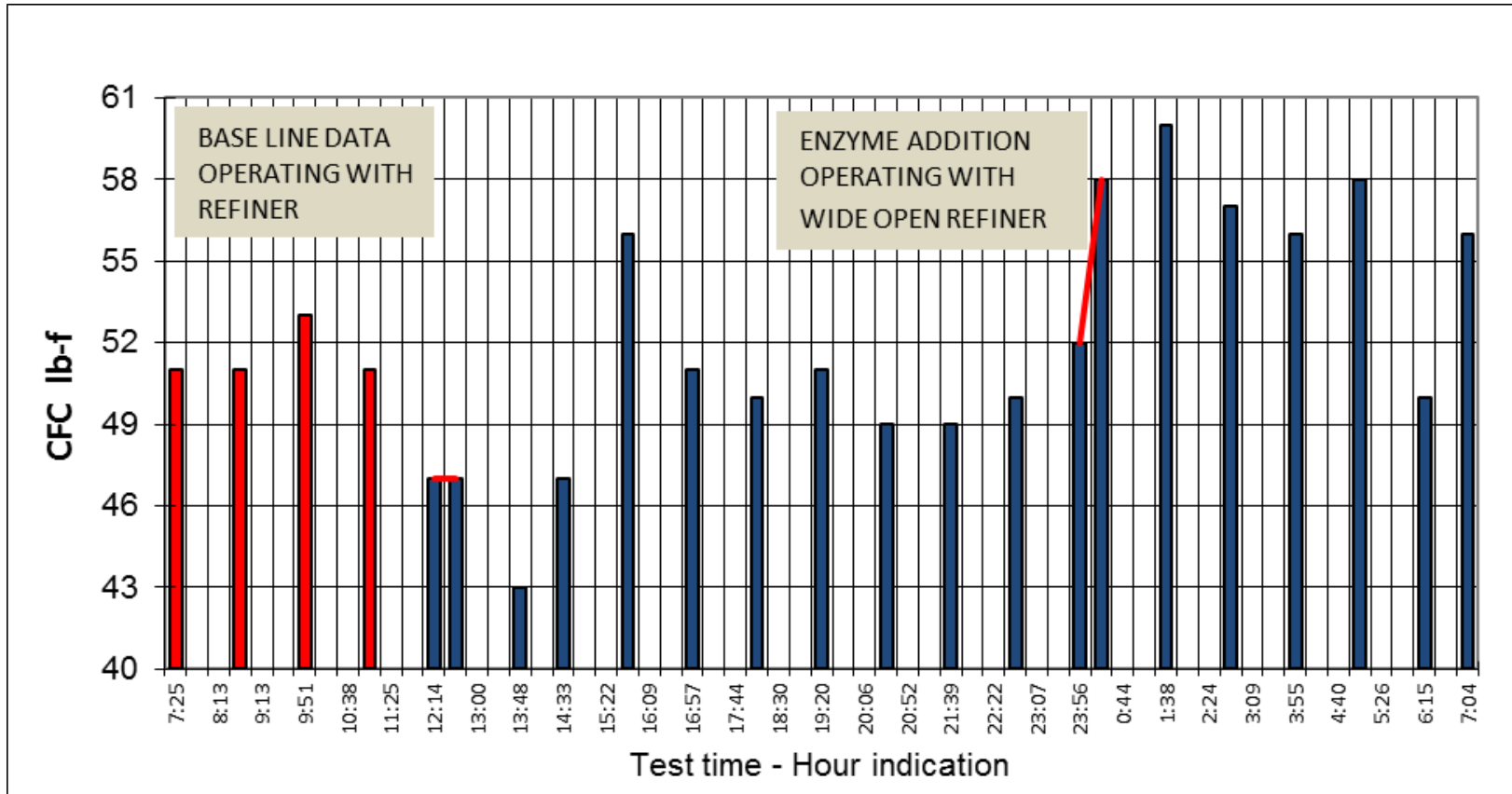
# TEMPO DE BATIDA PARA BATCHES DE TISSUE EMPREGANDO A ENZIMA



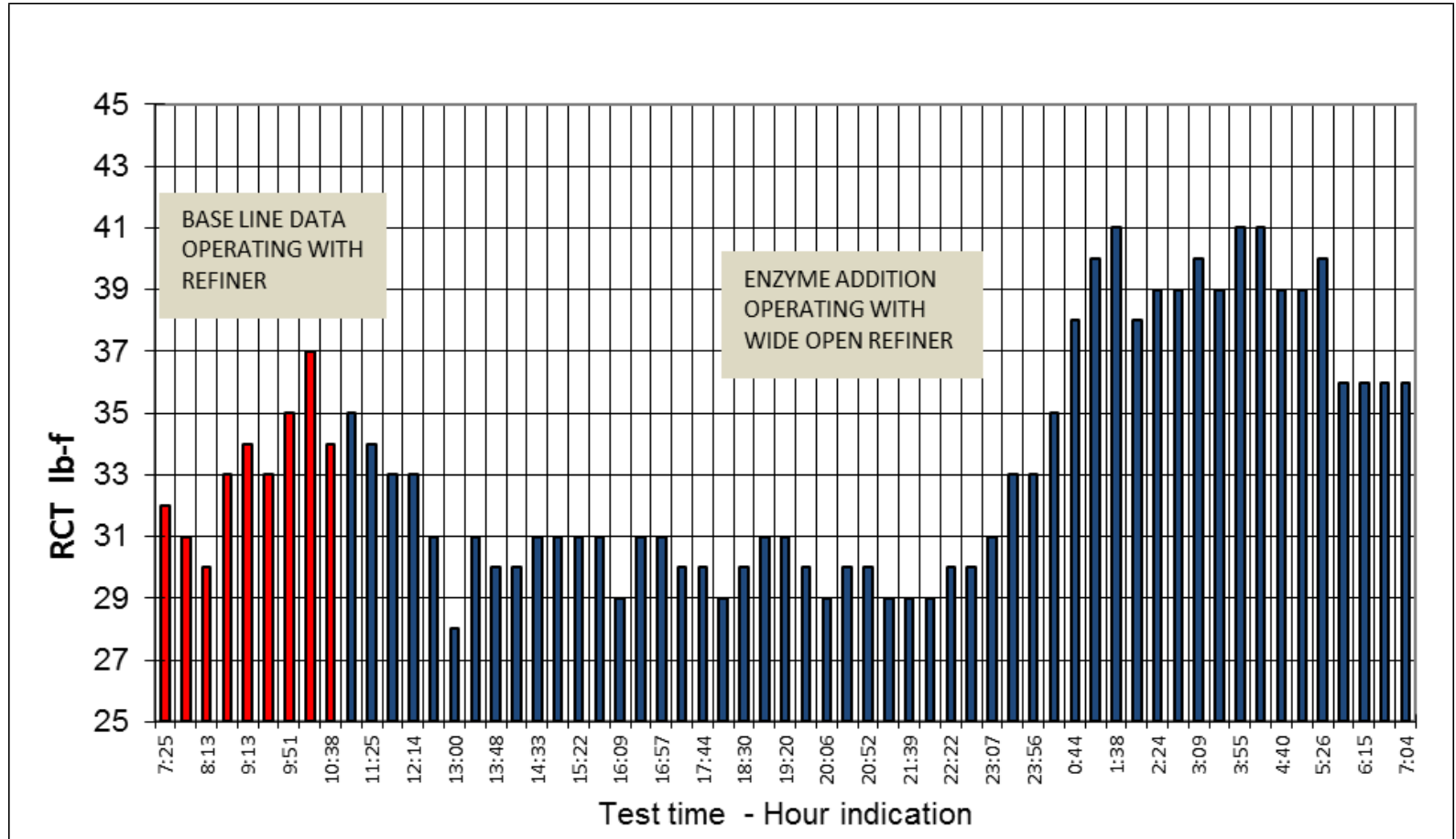
# CONCORA MEDIUM TEST versus DOSAGEM DA ENZIMA



# CONCORA FLUTED CRUSH versus DOSAGEM DA ENZIMA



# RING CRUSH TEST versus DOSAGEM DA ENZIMA





# CONCLUSOES

As tecnologias enzimáticas permitem aproveitar papeis difíceis de reciclar, desenvolver os processos de reciclagem com menos dificuldades, diminuindo os custos, simplificando a química do processo e reduzindo o inventário de produtos na fábrica, o lixo/demanda aniônico no circuito e a carga orgânica dos efluentes.