

SEMINÁRIO SOBRE RECICLAGEM

27 e 28 de julho de 2004 / Juiz de Fora - MG

**PROGRAMAS APLICADOS A RECICLAGEM DE PAPEL :
TRATAMENTO MICROBIOLÓGICO, DISPERSANTES,
ENZIMAS E ANÁLISES DE MONITORAMENTO.**

**APRESENTADO POR: LUIZ WANDERLEY PACE - BUCKMAN
LABORATÓRIOS**

APOIO:



PATROCÍNIO:



Nosso Objetivo

Não é dar uma aula sobre reciclagem,
mas propiciar a troca de experiências
sobre as novas tecnologias utilizadas no processo de
reciclagem do papel; envolvendo enzimas,
dispersantes e microbicidas.

Os tópicos de maior relevância serão abordados
durante a apresentação.

Compartilhando nossos conhecimentos,
estaremos crescendo a cada dia
e assim mais preparados para vencer
os desafios da modernidade!

Sucesso!

Enzimas

Dispersantes

Controle de depósitos

Enzimas

Introdução

• Passado



- O uso de enzimas na produção de celulose e papel não era considerado técnica e economicamente viável.
- Exceto: Modificação de amido

• Presente



- Institutos de pesquisa e indústrias desenvolveram enzimas que oferecem benefícios significativos.
- Conhecimento do técnico de fabricação de papel e uso de enzimas
- Processo x Produto

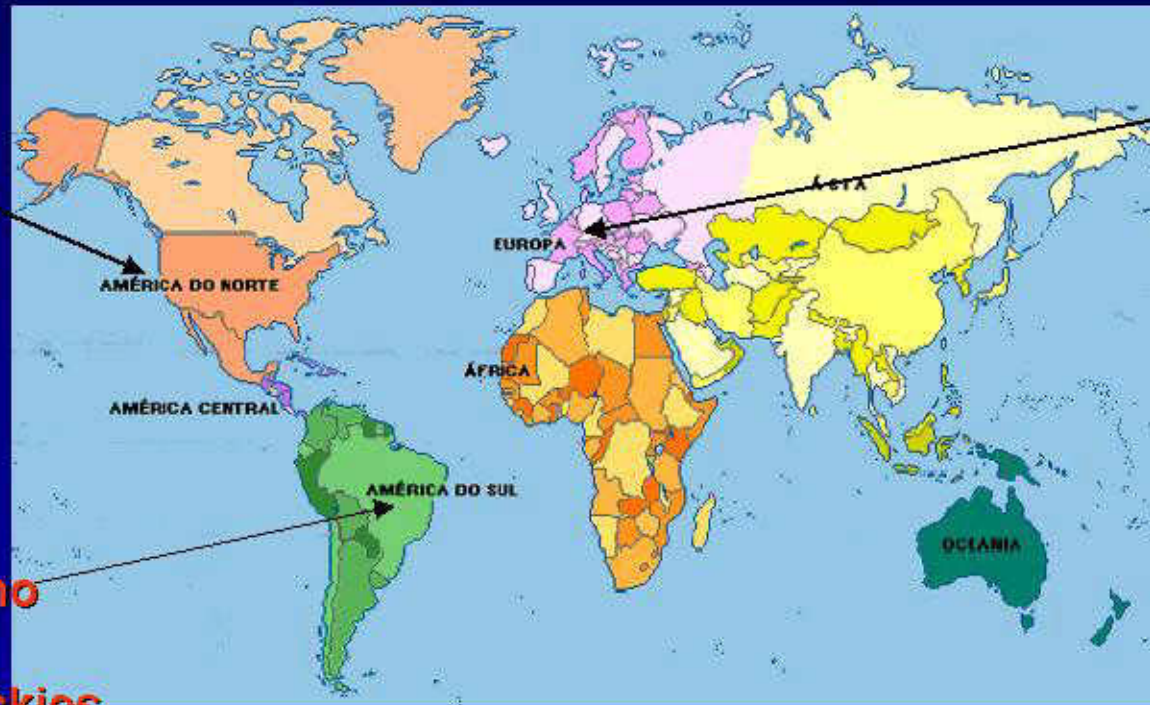
Enzimas para Celulose e Papel

Desenvolvimento de Aplicações

Boilout

**Stickies
e
Pitch**

**Auxiliar de refino
Boilout
Controle de stickies**



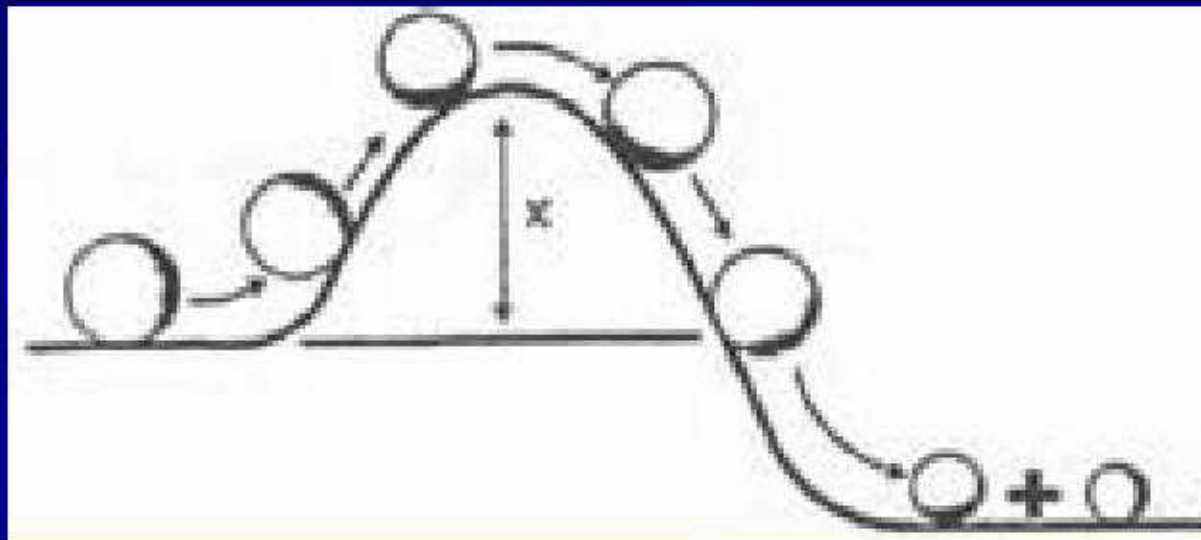
**Tratamento
Contínuo**

**Controle
de stickies**

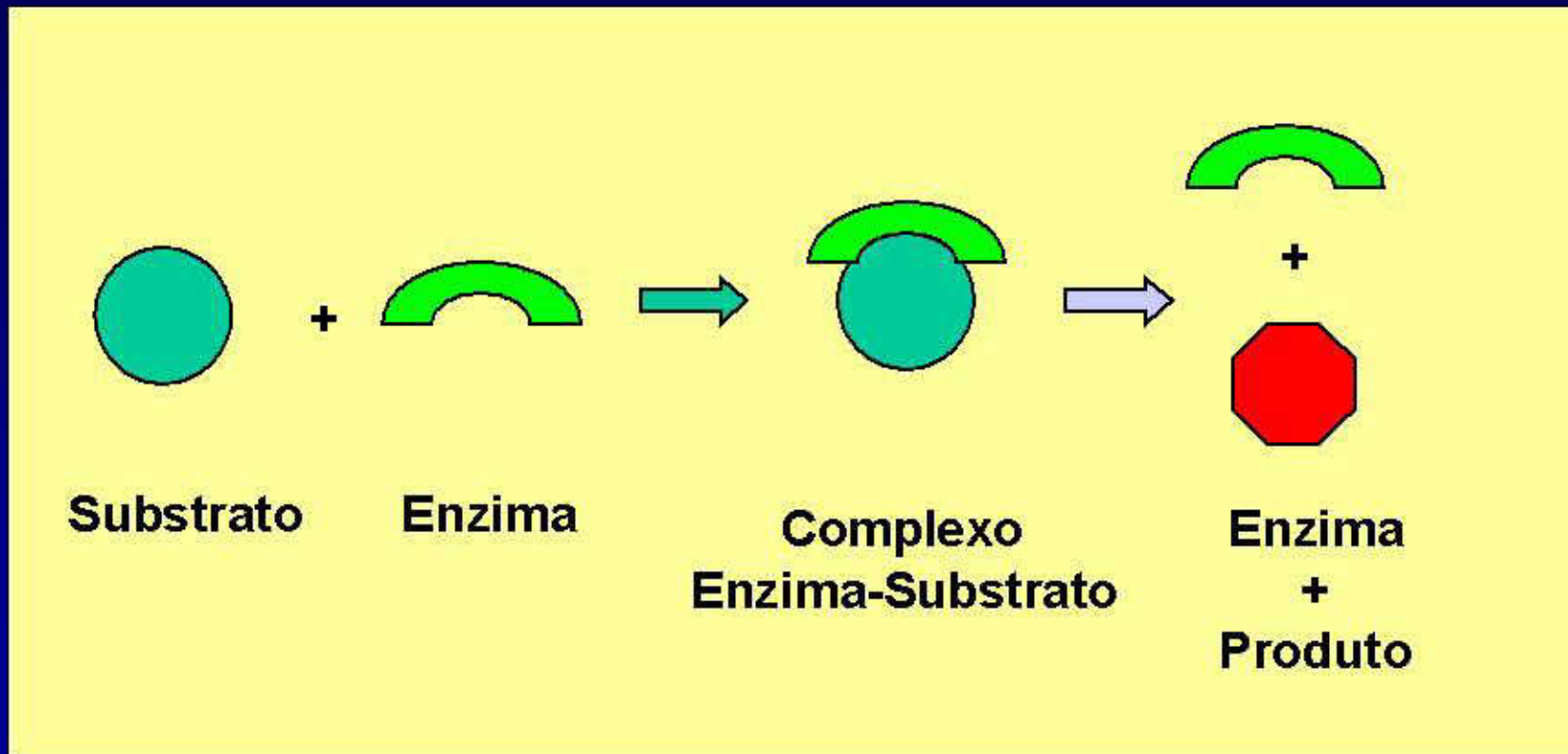
- Definição
- **Estrutura das enzimas**
- Reação enzimática
- **Atividade enzimática**
- Especificidade
- Inibição enzimática
- Principais fatores que influenciam as reações enzimáticas

Definição

- Enzimas são catalisadores biológicos.



Reação enzimática



Especificidade (amido)



sem enzima

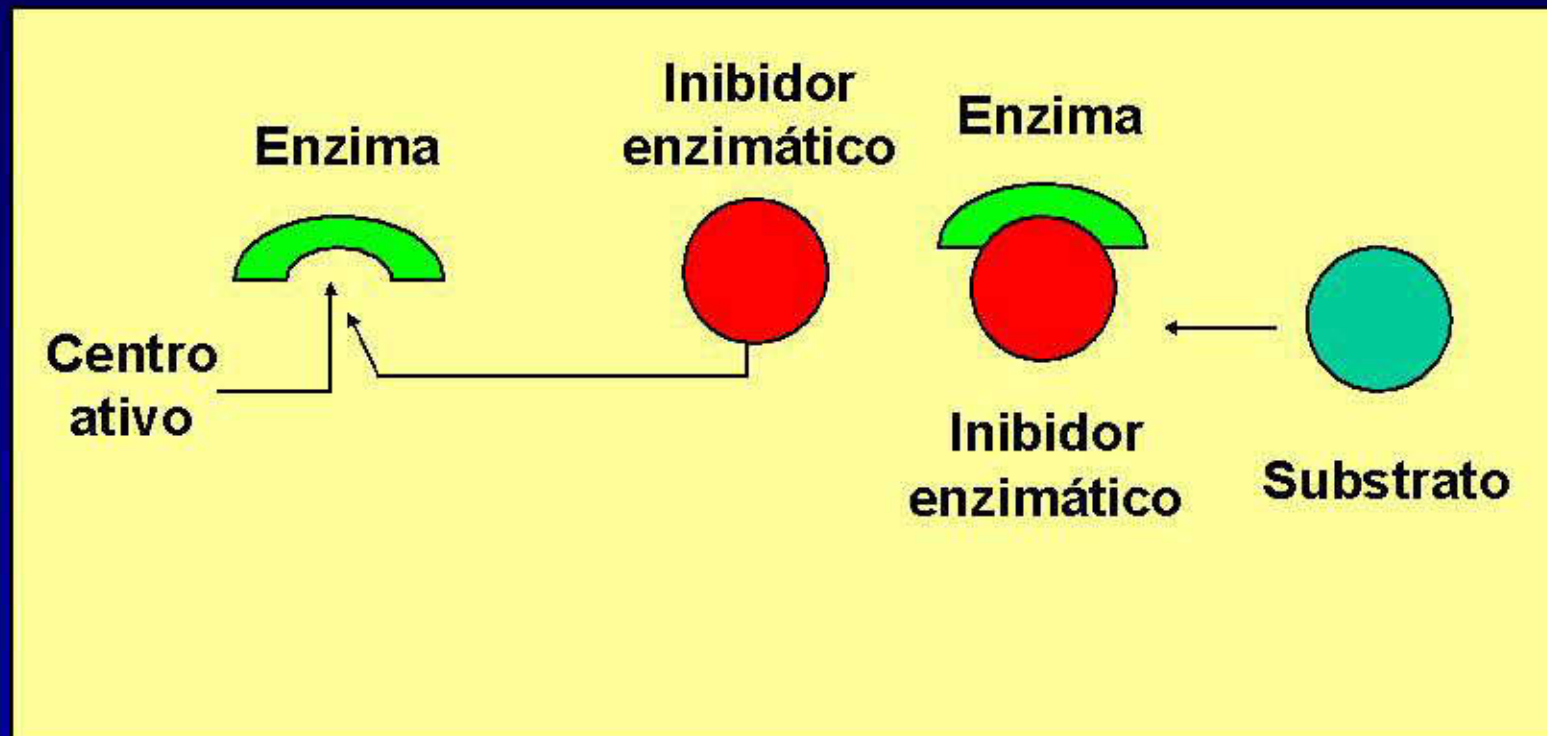


protease



amilase

Exemplo de inibição enzimática



Reação Enzimática

- A velocidade da reação enzimática é influenciada principalmente por:
 - pH;
 - temperatura;
 - concentração de enzima;
 - concentração de substrato;
 - atividade de água.

Produção de enzimas

- A obtenção de enzimas pode ser feita a partir de:
 - microrganismos.
 - vegetais superiores.
 - animais.
- As enzimas são produzidas através de processo fermentativo em grandes vasos.

Estabilização

A tecnologia de estabilização, também confere maior atividade ao produto nas condições sob as quais será aplicado.

As enzimas e a segurança

- Enzimas são utilizadas:
 - nas indústrias de alimentos;
 - em detergentes e preparações para limpeza;
- Reduzem os problemas ambientais (efluentes).
- São de manuseio seguro.

Enzimas

aplicadas ao processo de reciclagem de papel

Modificação de fibras

Enzimas e refino

- Principais enzimas:
 - celulases
 - hemicelulases
 - xilanases.

Modelo de ação das celulases sobre a celulose



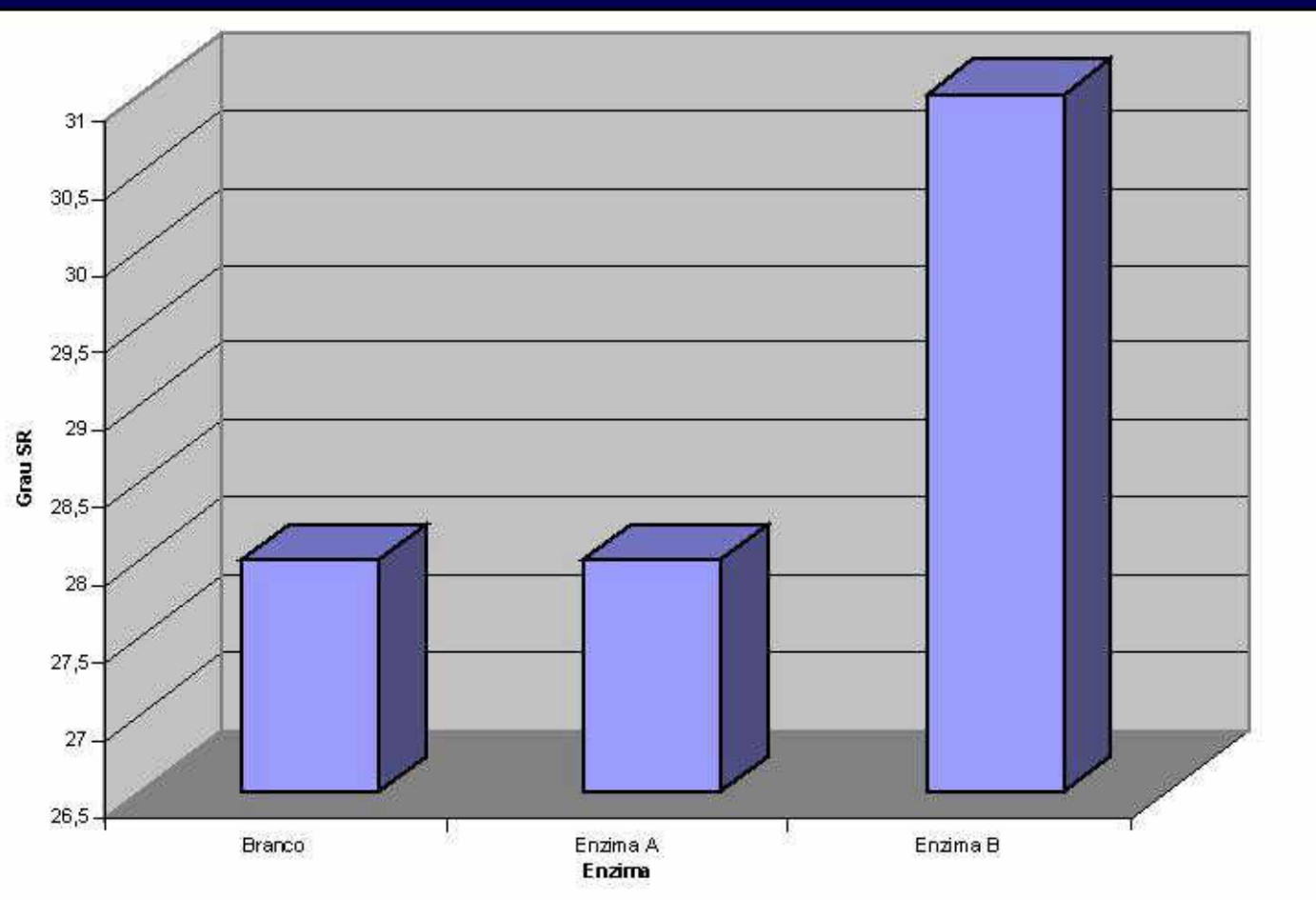
Características

- Aumenta as propriedades das fibras;
- Aumenta a resistência;
- Melhora o refinamento;
- Melhora retenção e drenagem.

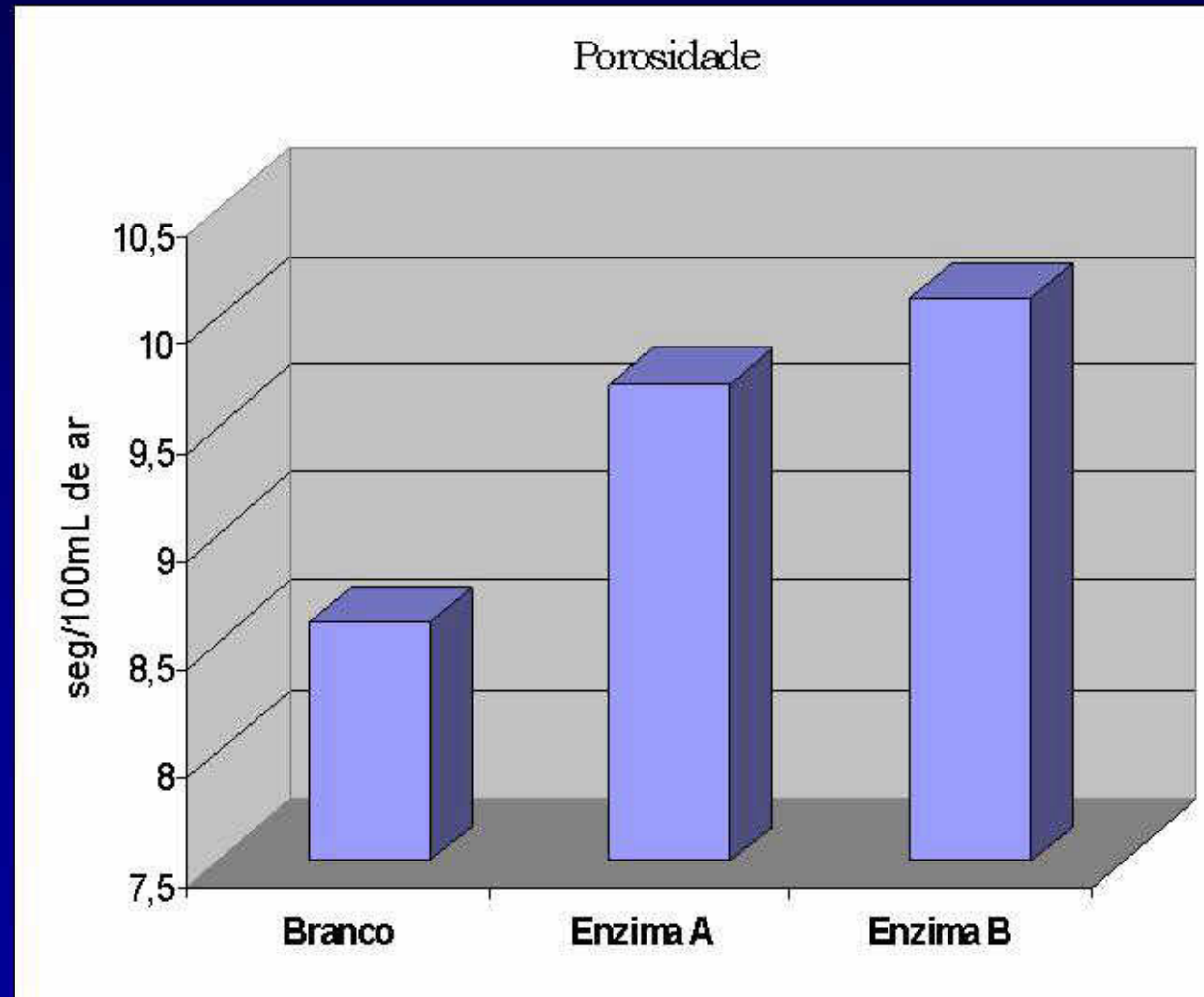
Avaliações em laboratório

- Condições do teste:
 - Concentração: 400g/ton
 - pH= 5,0
 - Tempo de contato: 4h.
 - Temperatura: 45°-50°C.

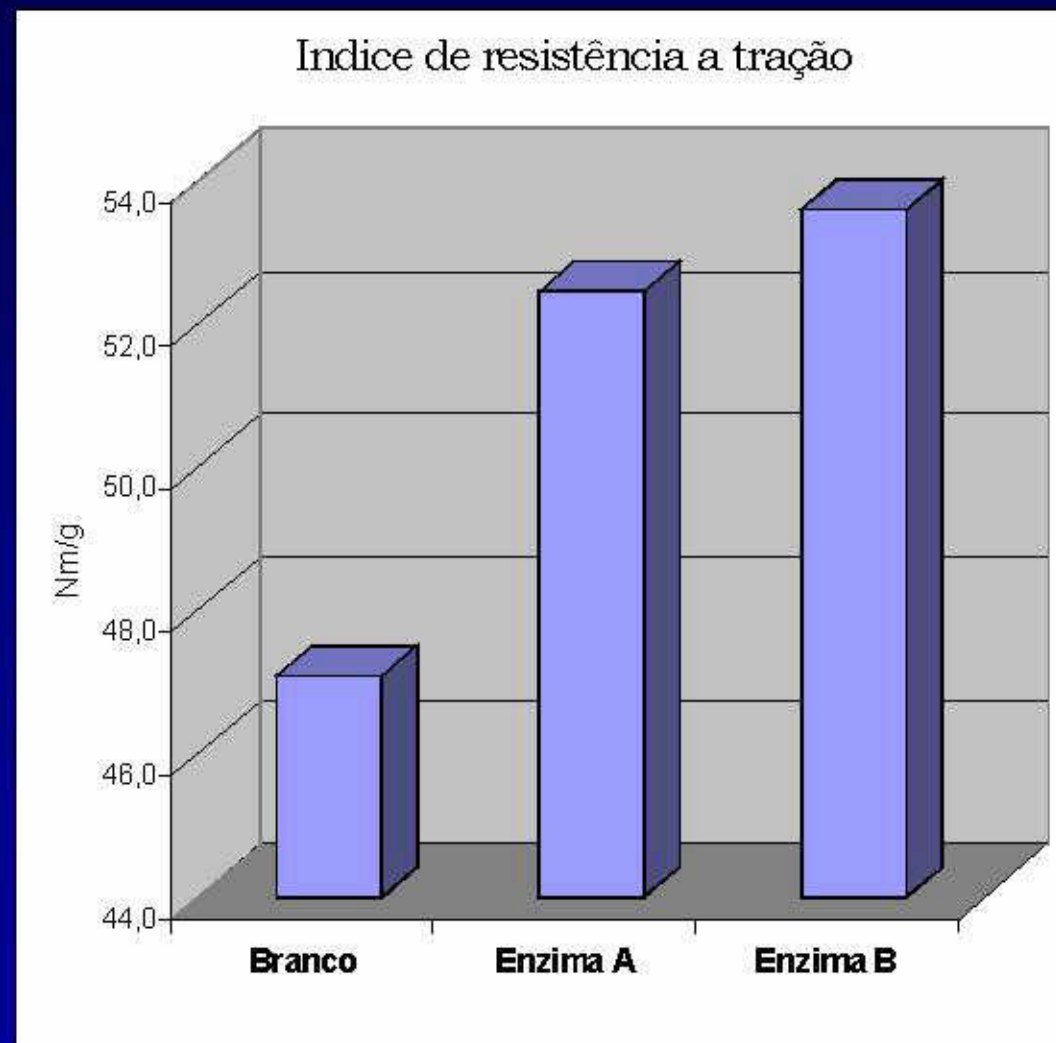
Grau de refino



Porosidade



Índice de resistência à tração



Celulases & Hemicelulases

Aplicação industrial - reciclagem - OCC

- Objetivo:
 - Melhorar a eficiência do processo de refinação:
 - eliminar o uso de soda;
 - estabilizar o pH do sistema;
 - reduzir o acúmulo de stickies na secaria.

Celulases & Hemicelulases

Aplicação industrial - reciclagem - OCC

- Conclusões:
 - Tempo de avaliação: superior à 15 dias com acompanhamento de todo o processo.
 - Estabilização do processo;
 - Redução de stickies e quebras na secaria;
 - Manutenção das características físicas do papel;
 - Aplicação economicamente viável.

Celulases & Hemicelulases

Aplicação industrial

- Outras aplicações:
 - Papel Tissue
 - Papéis especiais:
 - redução de poeira (finos).

Controle de pitch

Principais problemas causados pelo pitch

- **Perda de produção**
- **Redução da vida útil dos feltros**
- **Defeitos nas folhas - Manchas e Furos**
- **Quebras**
- **Redução da vida dos refinadores**
- **Aumento do custo de produção**

Composição química das resinas da madeira

- Triglicerídeos
- Ácidos graxos
- Ácidos resínicos (somente em fibras curtas)
- Alcóois superiores, ceras
- Componentes menores

Características do pitch

- **Partículas de pitch podem ser observadas ao microscópio**
- **Pitch tem tendência de aglutinar novamente**
- **Muito insolúvel em água**

Fatores que facilitam a aglomeração do pitch

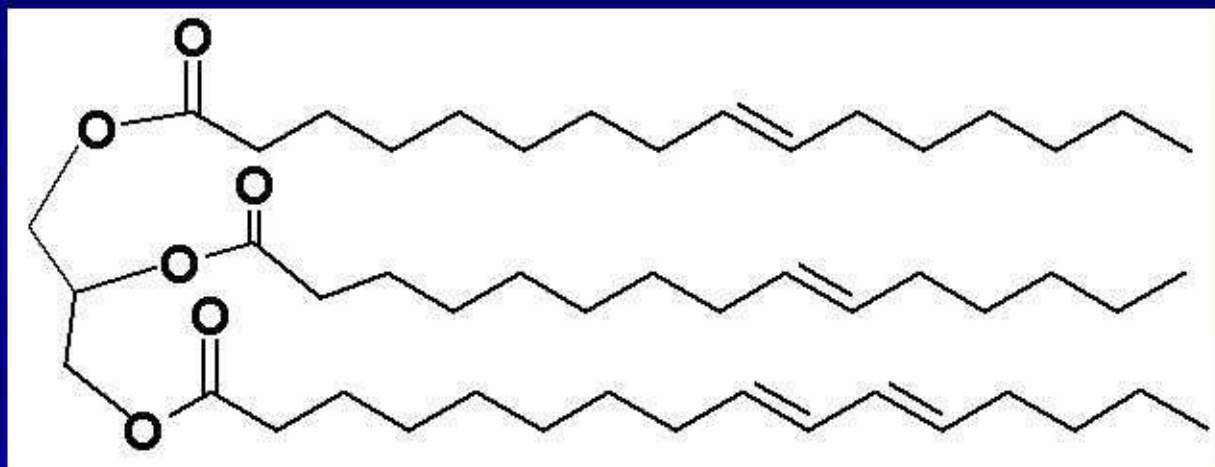
- **Cisalhamento**
- **Temperatura**
- **pH**
- **Aumento da concentração – Circuitos fechados**
- **Madeiras de espécies diferentes**
- **Madeira verde (não envelhecida)**

Controle de pitch

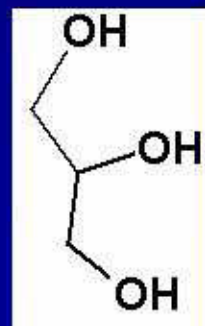
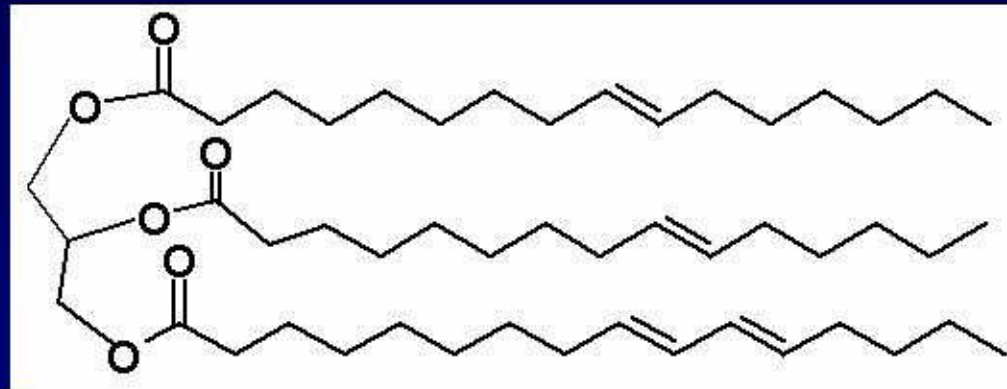
- **Sistema menos fechado – utilizam mais água.**
- **Dispersantes**
- **Talco – adsorvem as partículas de pitch**
- **Alumínio & Aluminato**
 - **Material catiônico precipitam as partículas de pitch**
- **Polímeros catiônicos**
- **Enzimas**

Enzimas para controle de pitch

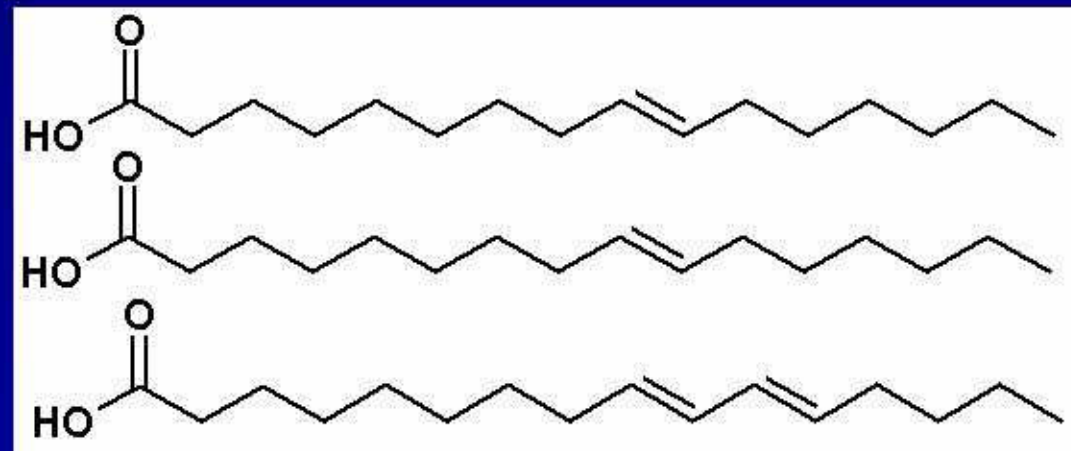
- **Lipases hidrolisam os triglicerídeos**



Hidrólise enzimática dos triglicerídeos

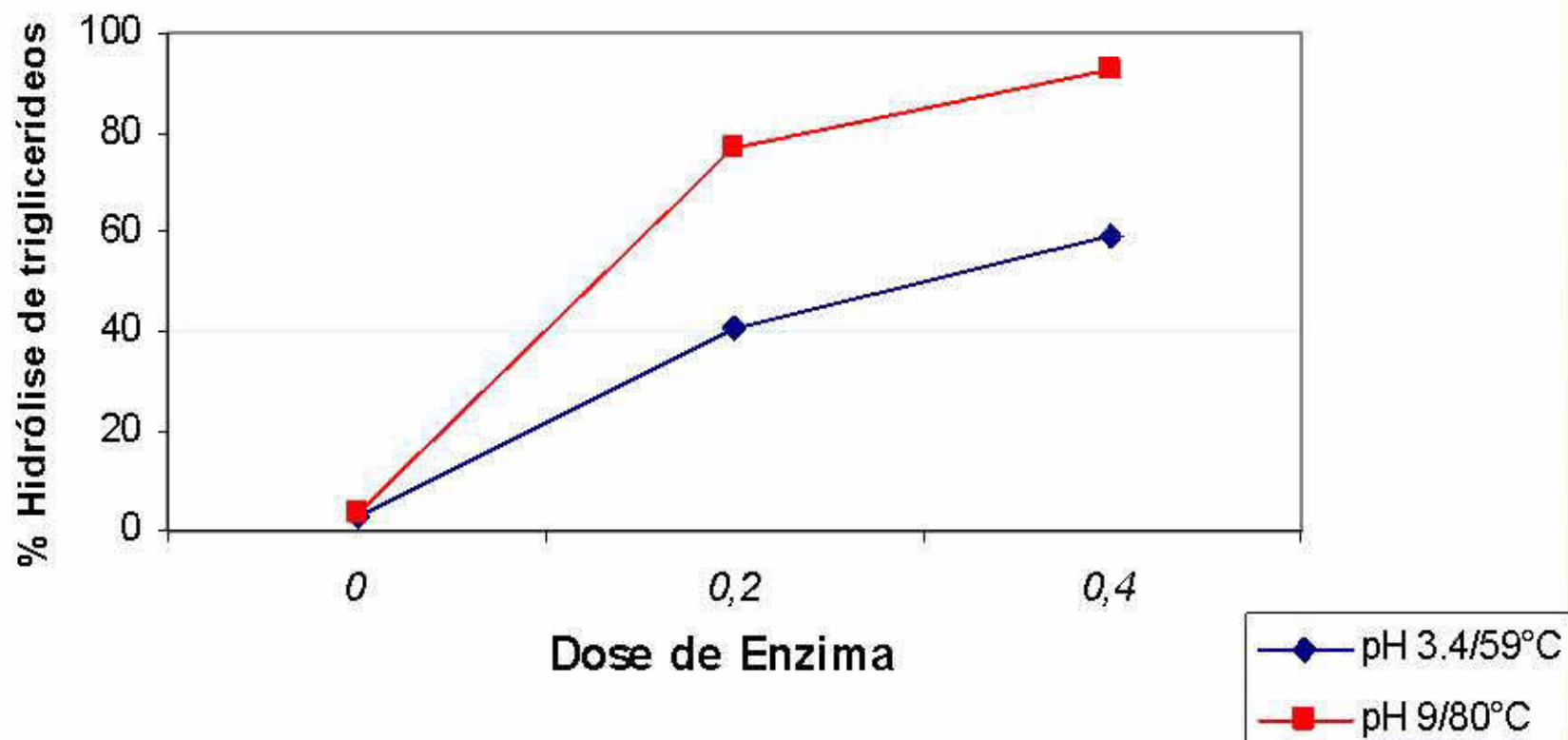


+

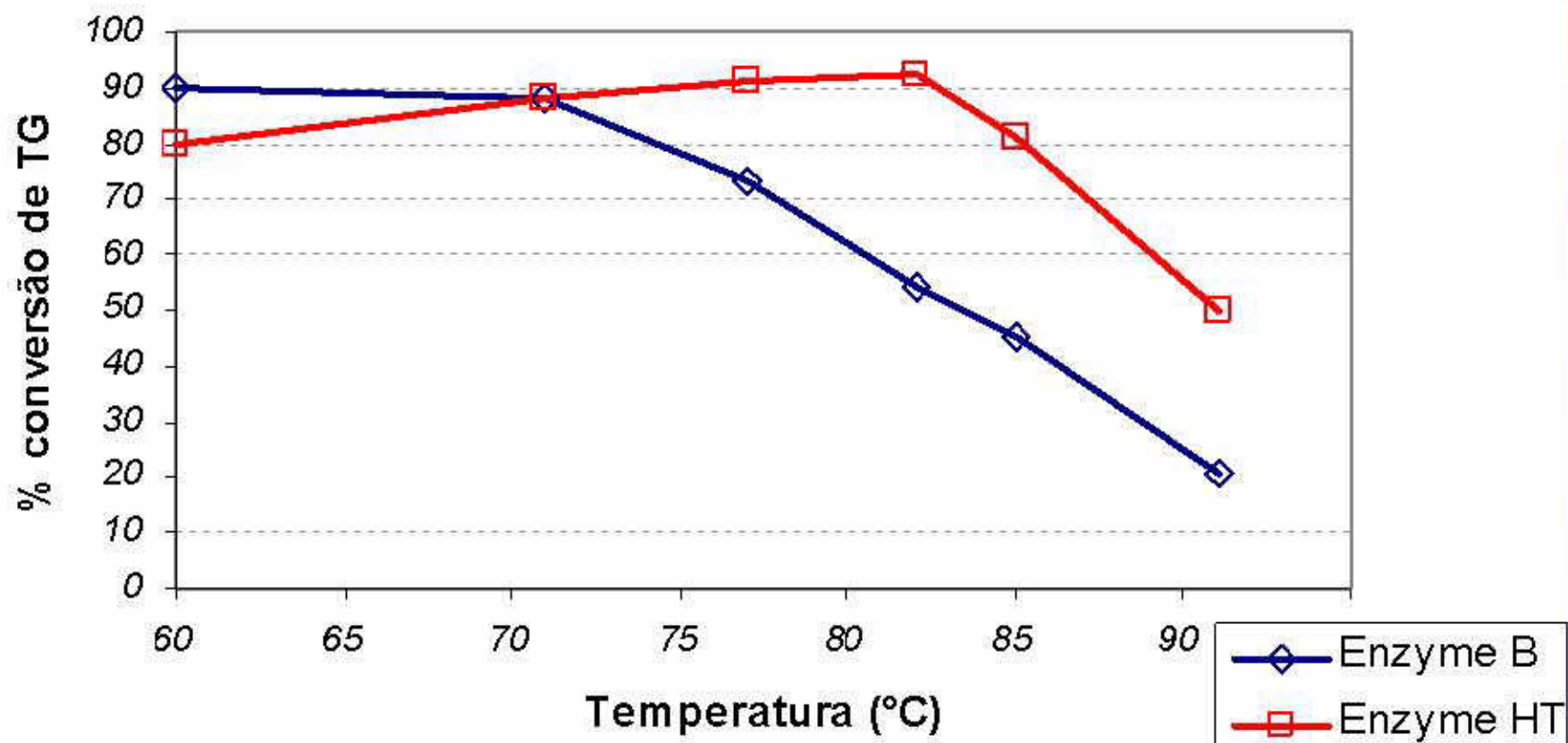


Lipase & celulose sulfito

Tratamento enzimático de celulose sulfito

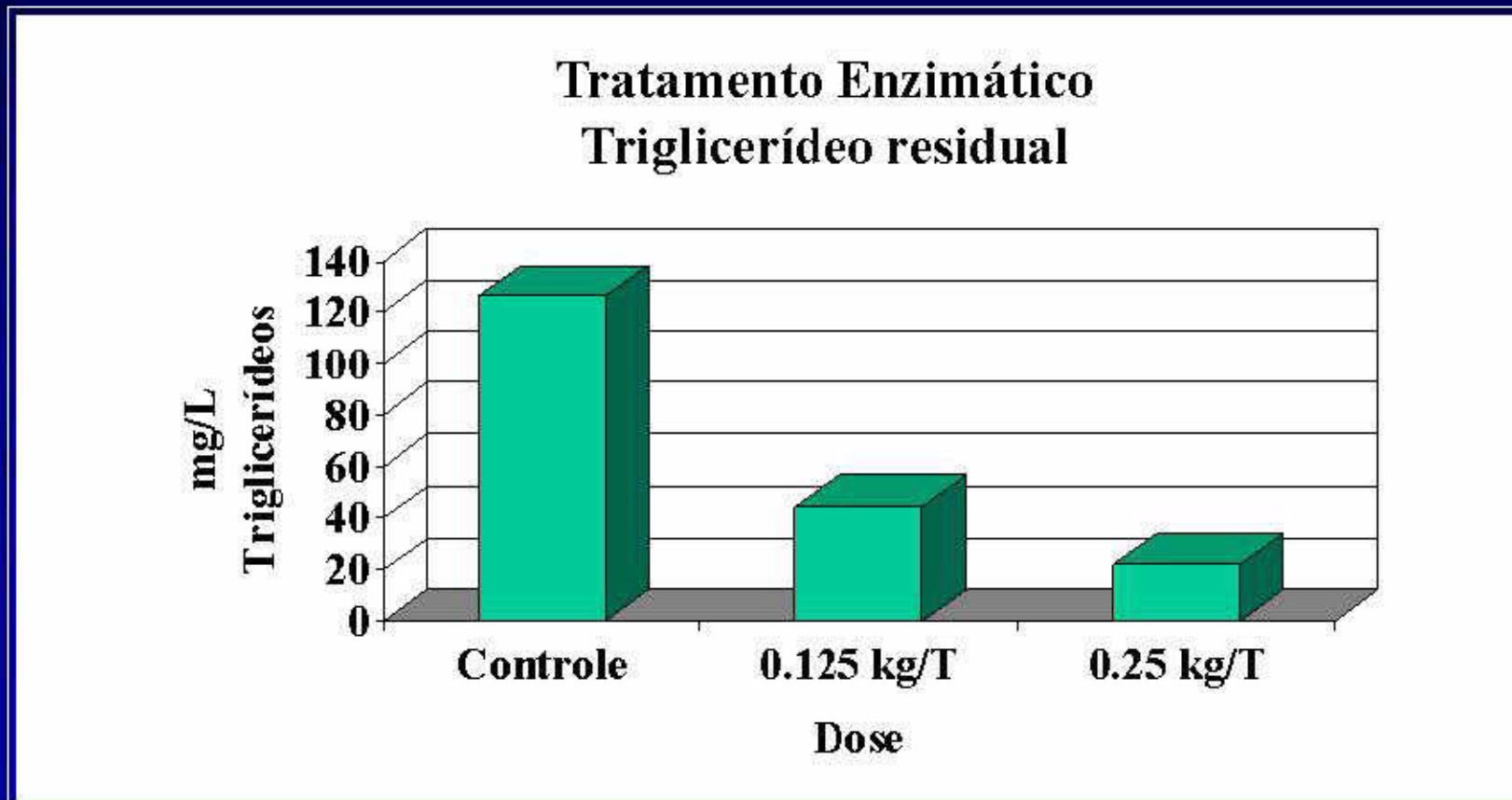


Avaliação da temperatura - Lipases



Tratamento enzimático

Avaliação em laboratório



Amostra de pitch Tratamento convencional



Amostra de pitch Tratamento com enzima



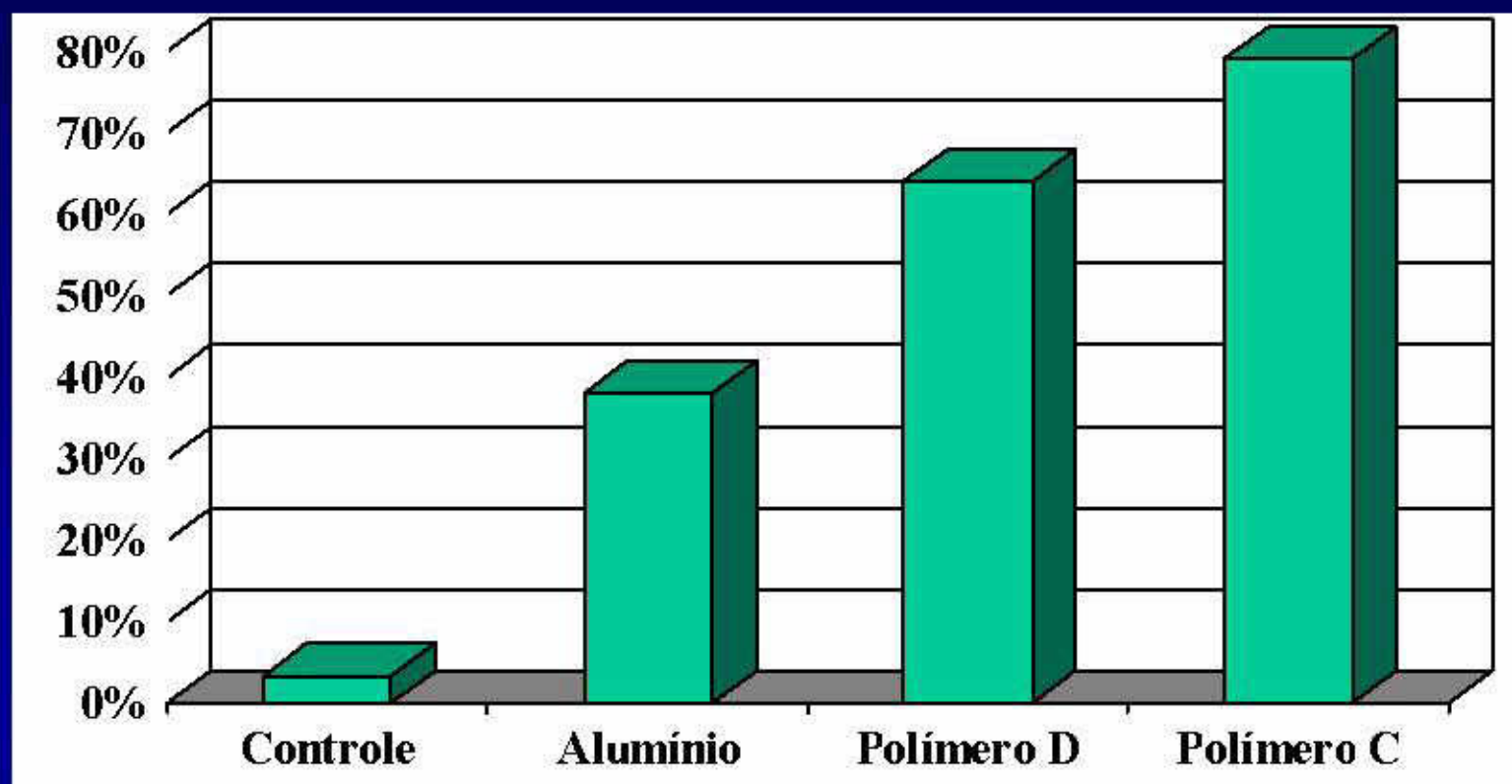
Controle enzimático de pitch

- **Redução dos problemas relacionados com pitch**
- **Aumento do coeficiente de fricção**
- **Aumento da resistência**

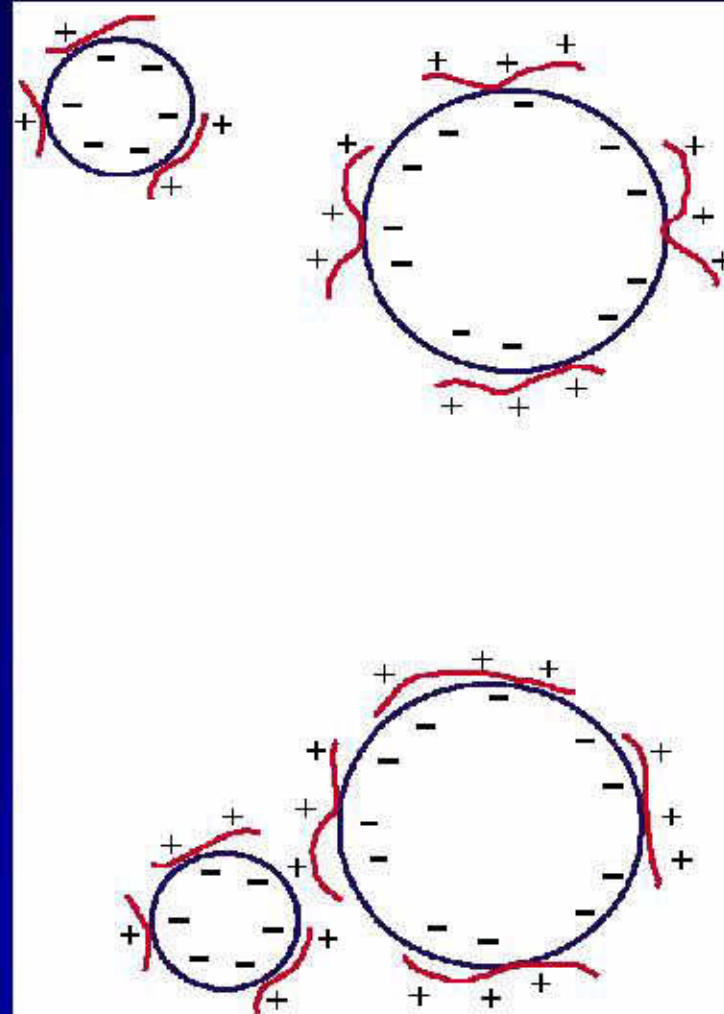
Controle químico adicional de pitch

- **Tratamento enzimático produz mais ácidos graxos**
- **Em alguns casos é necessário o uso de alguns produtos químicos adicionais**
- **Polímeros catiônicos podem ser utilizados**

Polímeros para redução de ácidos graxos



Adsorção do polímero na partícula de pitch



Estratégia para controle de pitch com polímeros

- **Polímero dificulta aglomeração e deposição do pitch**
- **Partículas de pitch são fixadas às fibras e removidas do sistema**

O futuro do controle de pitch

- **Enzimas mais efetivas**
- **Melhor conhecimento do mecanismo de ação**
- **Necessidade da melhoria da qualidade**
- **Aumento das restrições ambientais**

Controle de stickies

Stickies

- Constituídos de material orgânico:
 - aderente
 - hidrofóbico
 - ampla faixa de ponto de fusão

Stickies

- Depositam:
 - na superfície das máquinas
 - telas
 - feltros
 - rolos
- Depósitos causam:
 - quebras
 - defeitos nas folhas
 - furos
 - sujeiras elevadas

Controle de stickies

- Mecânico
- Térmico
- Químico

Controle químico

- Dispersantes
- Solventes
- Polímeros
- Boilouts
- Combinação

Controle enzimático

- Enzima: Esterase
- Ligação éster presente em vários stickies:
 - PVAc
 - Vinilacrilatos
 - Ink binders

Controle enzimático

- Quebra de PVAc por enzima



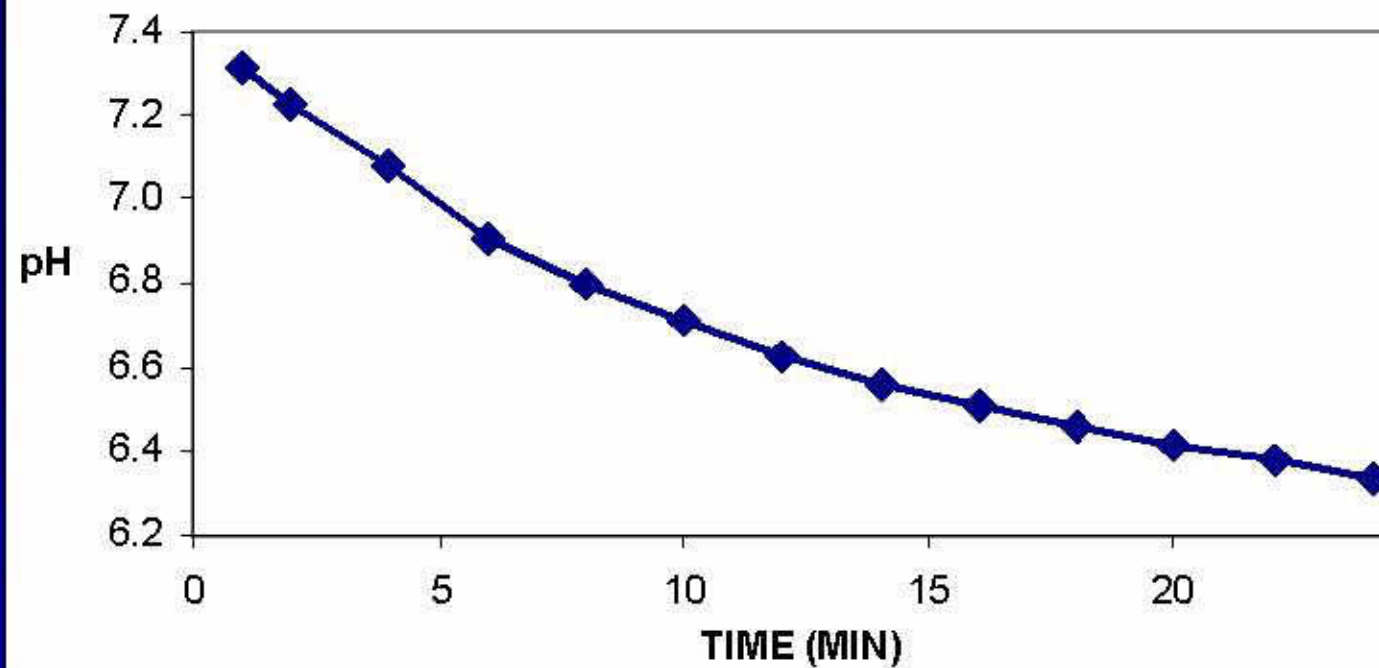
Enzima **Sem tratamento**



Enzima **Sem tratamento**

Controle enzimático

ENZYME + PVAc -- EFFECT ON pH

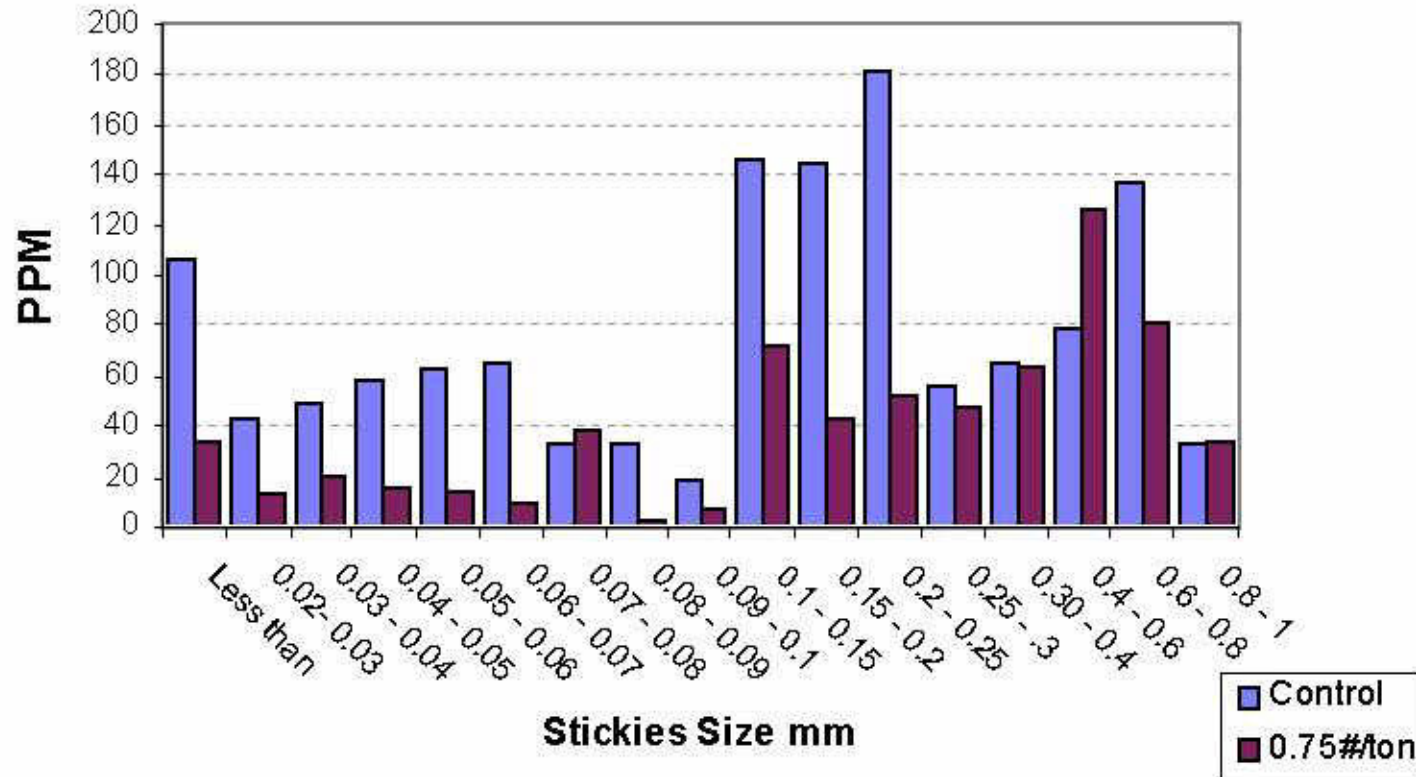


Depósito no secador + Enzima

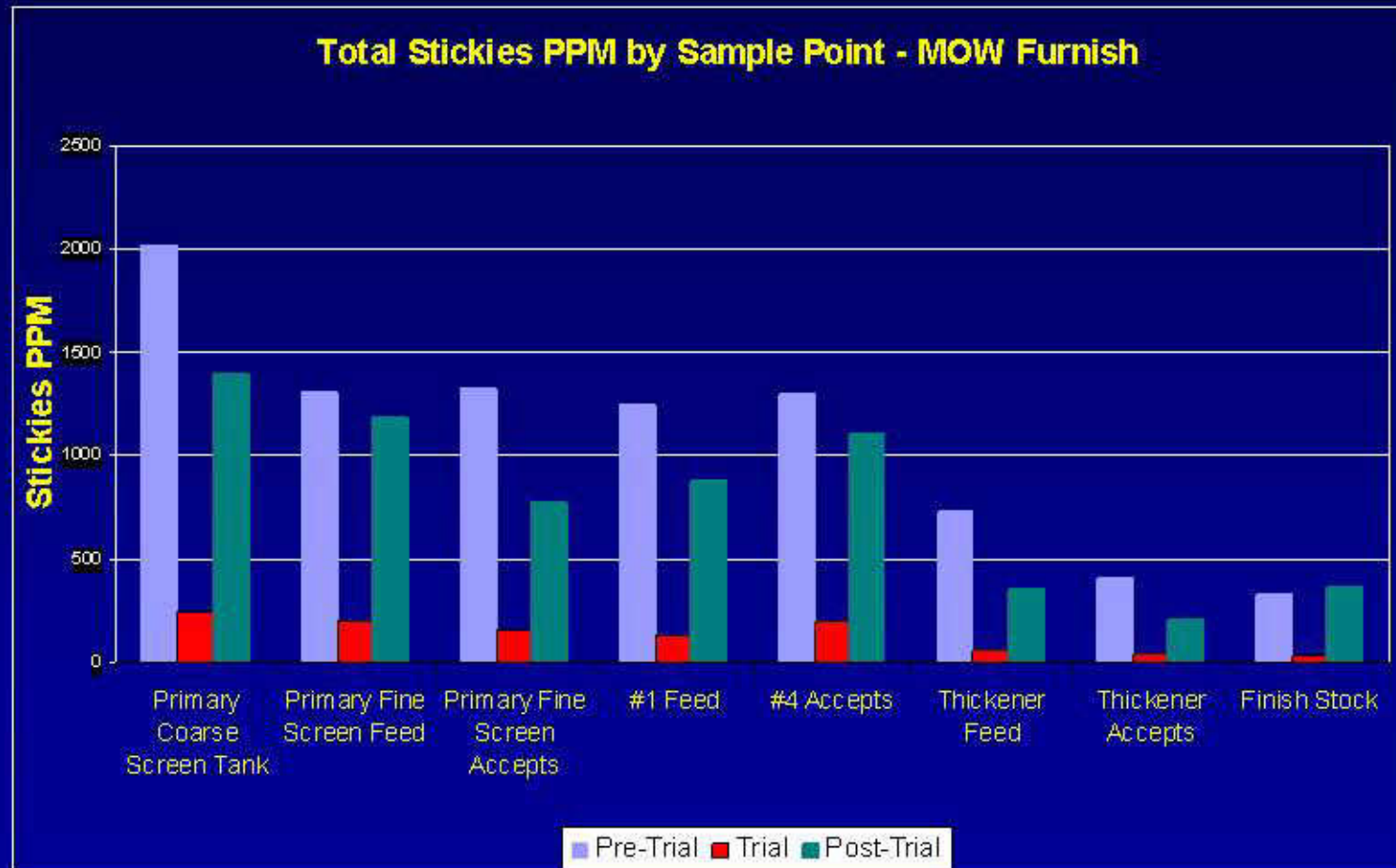


Avaliação - laboratório

ENZYME EFFECT ON STICKIES SIZE



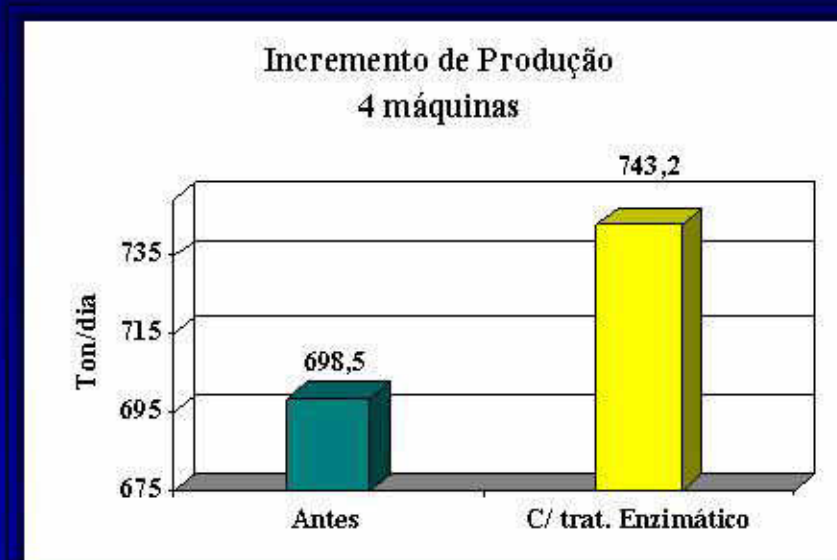
Avaliação – Planta Tissue (350 TPD – 100% MOW)



Controle de stickies com enzimas – Resultados

Fábrica de tissue – 700Ton/dia 100% (MOW +ONP)

- Redução dos stickies mensuráveis
- Aumento da produção
- Redução no uso de solventes

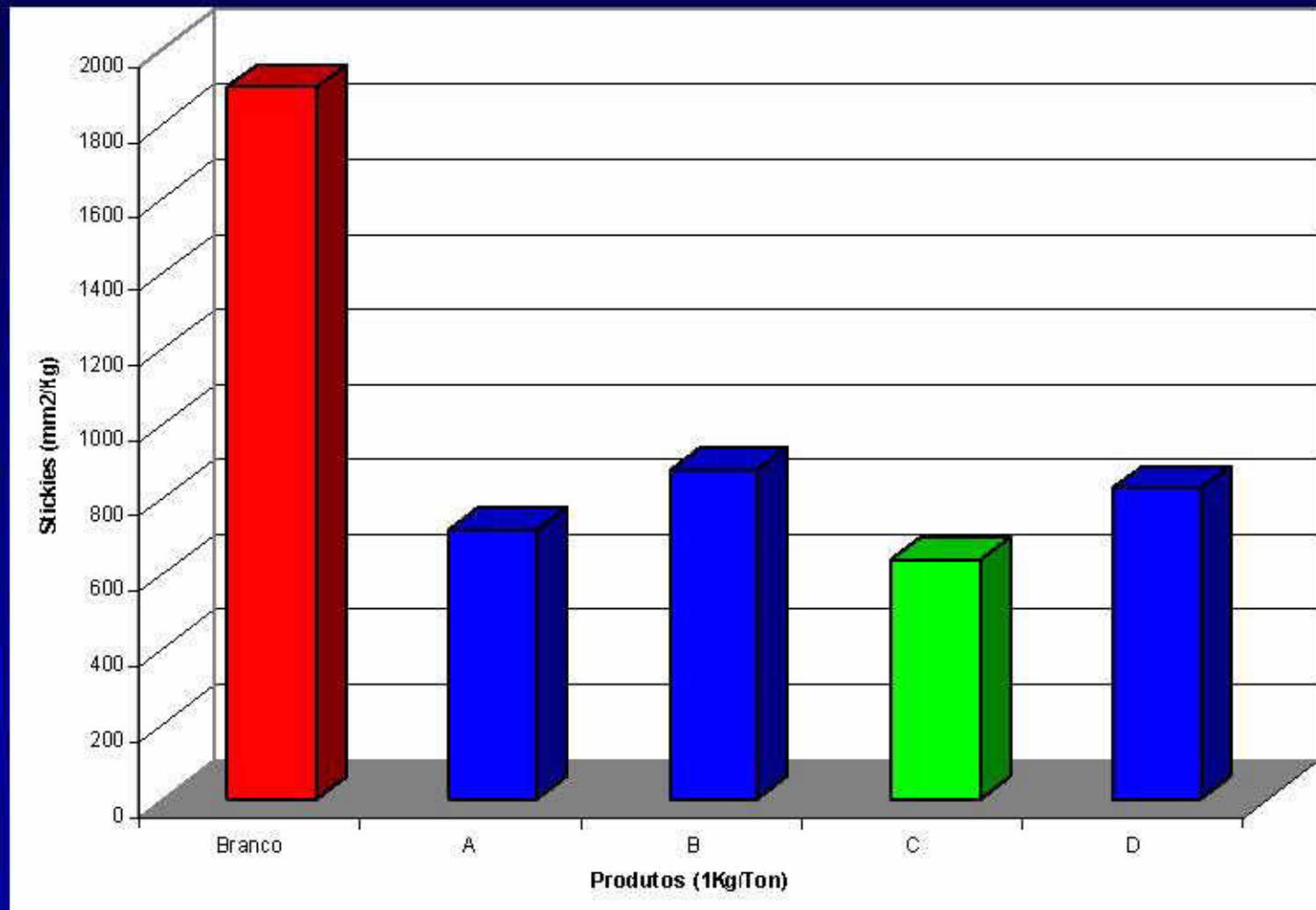


Dispersantes

Tipos de dispersantes

- Os dispersantes podem ser desenvolvidos para atuar sobre deposições de origem:
 - orgânica
 - inorgânica
 - combinação

Auxiliares para o programa de tratamento de stickies (dispersantes)



Diferenças entre tecnologias para controle de pitch e stickies

Enzimas

Dispersantes

Controle de depósitos

Evolução dos tratamentos microbiológicos

- Sistemas não oxidativos:
 - pentaclorofenol e seus derivados / mercuriais;
- Sistemas não oxidativos (menos tóxicos)
 - organoclorados;
 - organosulfurosos;
 - organobromados;
 - etc.
- Sistema oxidativo (brominação);
- Sistemas conjugados (oxidativos e não oxidativos);
- Sistema enzimático + biodispersantes

Controle de depósitos

- Depósito microbiológico:
 - material proteico;
 - polissacarídeos.
- Tratamento contínuo.

Microbicidas

- Ação:
 - atuação sobre os microrganismos:
 - bacteriostático
 - bactericida
 - apenas contra microrganismos
 - reduz - evita problemas de depósitos

Microbicidas

- Vantagens:
 - eficientes
 - automatizados
 - dirigidos a um alvo
 - preventivo/corretivo
 - algumas vezes a única solução

Biodispersantes

- Ação: formam camada monomolecular
 - penetram depósitos
 - >>> aumenta erosão
 - formação de filme
 - >>> diminuir aderência
 - espectro amplo
 - >>> orgânico e não-orgânico

Biodispersantes

- melhoram controle de depósitos
- controle indireto da contaminação
- reduzem problemas anaeróbicos
- podem reduzir a frequência de boilout

Biodispersantes

- Vantagens:
 - não-tóxicos e biodegradáveis
 - baixo risco de manipulação
 - sem restrição por órgãos regulamentadores
 - compatíveis com a qualidade ambiental

Enzimas

- Vantagens:
 - não-tóxicas
 - biodegradáveis
 - altamente específicas na ação
 - ideal em combinação com biodispersantes

Tratamento contínuo (enzimas + biodispersantes)

- Forma de atuação:
 - não atua diretamente sobre os microrganismos.
 - atua impedindo a formação do biofilme
 - pode ter aplicação conjugada com biodispersante

Programa para controle de depósitos

- Enzimas
 - Biodispersantes
 - Microbicidas



Boilout

Boilout alcalino

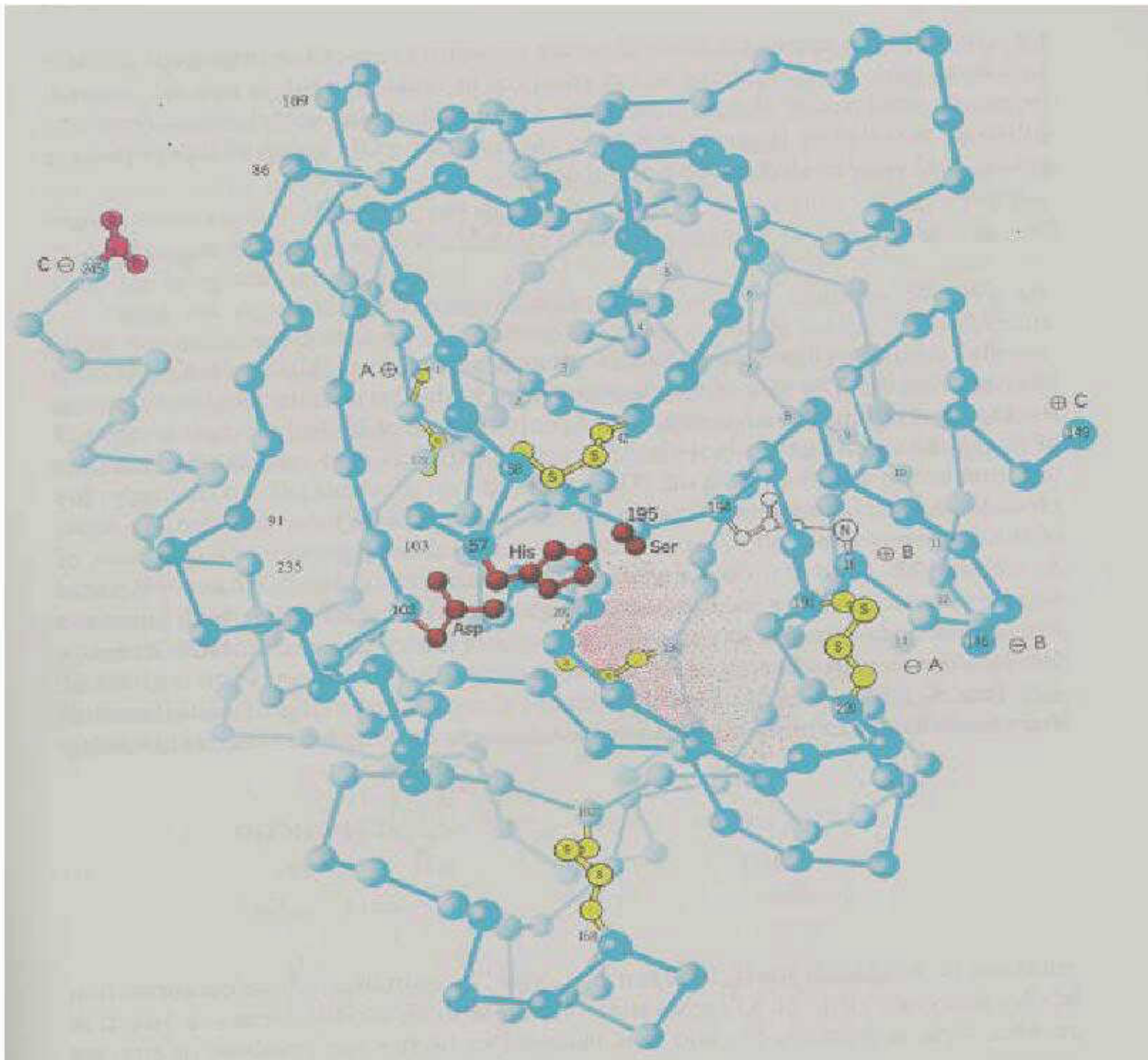
- Boilout alcalino geralmente é realizado em pH 12,0 - 12,5;
- Pode ser necessário correção de pH para descarte.

Boilout enzimático

- Produto seguro;
- Permite a realização de manutenção nas áreas próximas à máquina;
- Não utiliza álcalis ou ácidos;
- Não necessita de correção de pH para lançar na ETE.

Conclusão





Principais Referências bibliográficas

- **BAJPAI, P..** *Application of enzymes in the pulp and paper industry.* Biotechnol.Prog., 15: 147- 57, 1999.
- **BOCCHINI, D.A., TAVARES, V.B., GOMES,E., Da SILVA, R..** *Application of thermostable xylanase from Bacillus sp1 to the bleaching of Eucaliptus kraft pulp.* IBILCE/UNESP, 2003.
- **JEFFRIES, T. W..** *Enzymatic treatments of pulps: opportunities for the enzyme industry in pulp and paper manufacture.* USDA,FS, Forest products laboratory, 2001.
- **JONES, D. R., FITZHENRY, J. W..** *Esterase-type enzymes offer recycled mills an alternative approach to stickies control.* Pulp&Paper Magazine, 2003.

- Evento: Seminário sobre reciclagem
- Realização:
 - ABTCP
- Local: Juiz de Fora -Mg.
- Data: 27 e 28 de Julho/2004.