



# ATUAÇÃO DAS ENZIMAS NA LIMPEZA DE ARTIGOS HOSPITALARES

CURITIBA  
09/12/2011

Bruno Rafael A. da Silva  
Especialista em soluções enzimáticas para detergentes  
[bruno.silva@quimisa.com.br](mailto:bruno.silva@quimisa.com.br)



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
*Desde 1959*



“ Entregas o teu caminho ao Senhor,  
Confia nEle, e o mais ele fará. “

Davi, rei de Israel, ~1000 A.C.



HÁ MAIS DE 10 ANOS  
ENZIMAS NOVOZYMES  
BRASIL. DISTRIBUINDO AS  
PARA TODO O



Matriz - Brusque (SC)  
18.000 m<sup>2</sup> de área construída



Filial - Sorocaba do Sul (RS)  
4.000m<sup>2</sup> de área construída



Filial - Jandira (SP)  
4.106m<sup>2</sup> de área construída



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959

“Um artigo que não for rigorosamente limpo, inviabiliza os processos de desinfecção e de esterilização.

A matéria orgânica presente impede que o agente esterilizante ou desinfetante entre em contato com o instrumental.”



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# O PROCESSAMENTO....

É obtido através da lavagem\* dos artigos / instrumentais.

\***Lavagem:** Limpar banhado, tirar com **ÁGUA** as impurezas de....

\*Fonte: (<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/>)



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



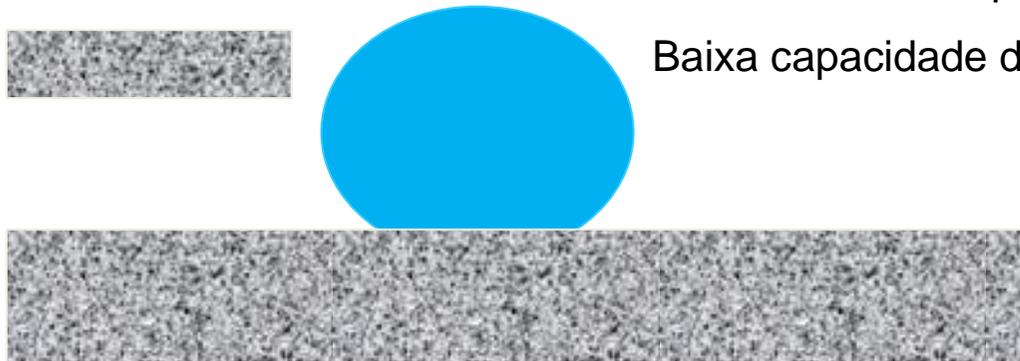
# POR QUÊ NÃO LAVAR SOMENTE COM ÁGUA?

Por causa da tensão superficial !

Força que dificulta a penetração.

Alta tensão superficial

Baixa capacidade de 'molhar'

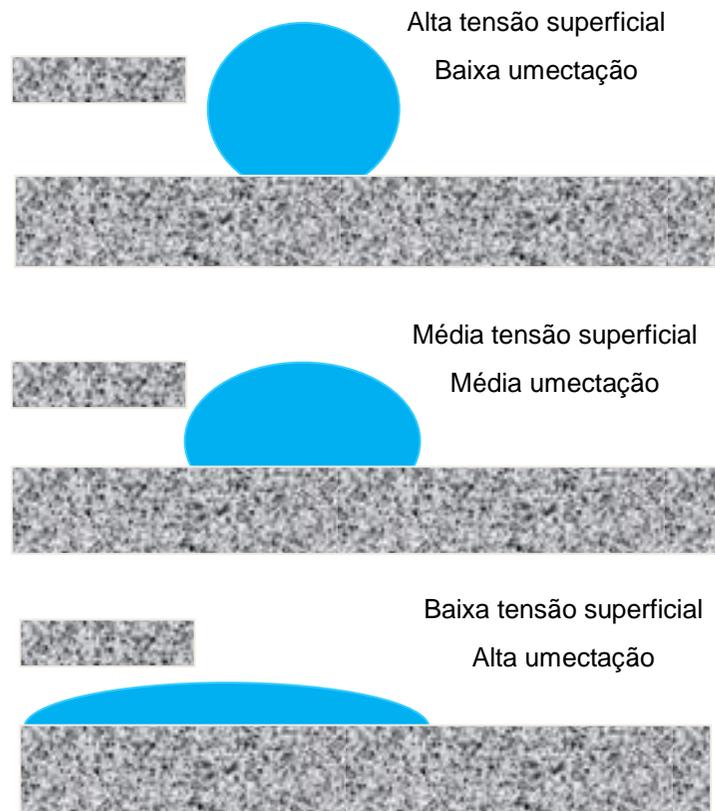


Exemplo: Tensão superficial



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959

# DETERGENTES



COM O AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE TENSOATIVO

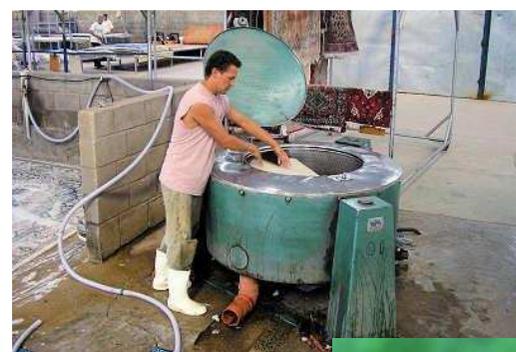
ÁGUA 'MOLHA' MAIS



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# DETERGENTES COMUNS



# DETERGENTES PROFISSIONAIS PARA PROCESSAMENTO DE ARTIGOS HOSPITALARES

## DETERGENTE ENZIMÁTICO – pH: 6 – 8

Limpeza efetuada pelos tensoativos + Enzimas  
Indicado para: Processo manual e automatizado

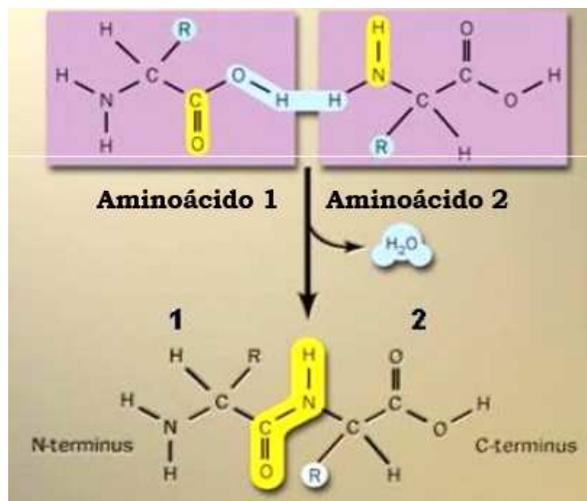


**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
*Desde 1959*



# ENZIMAS SÃO: PROTEÍNAS

- ✓ Polímeros de **aminoácidos** ligados entre si por ligações peptídicas



- ✓ Aumentando o número de aminoácidos na seqüência – formam-se estruturas complexas.

**Aminoácidos** – Compostos químicos que apresentam em sua fórmula um grupo amina e um carboxílico.

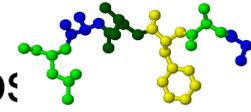


**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# PROTEÍNAS

- ✓ Estrutura primária: Seqüência dos aminoácidos
- ✓ Estrutura secundária: Organização espacial dos aminoácidos



(Interações de curta distância);

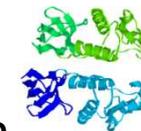


- ✓ Estrutura terciária: Enrolamento das cadeias, devido interações internas como pontes de 'H' ou de 'S'. (Interações de longa distância).

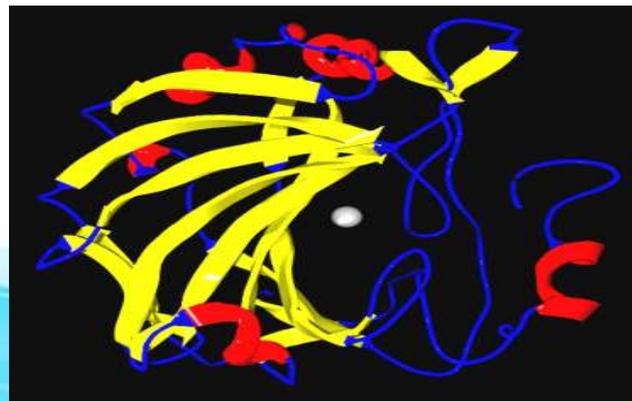
Esta estrutura traz propriedades biológicas.



- ✓ Estrutura quaternária: A junção de 2 ou mais cadeias polipeptídicas traz um desenho tridimensional específico para cada enzima.



Esta estrutura é guiada e estabilizada pela estrutura terciária.



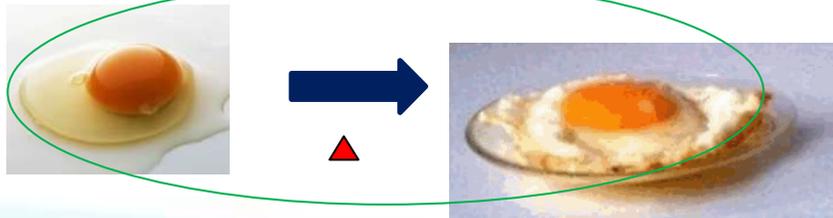
**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# DESNATURAÇÃO DE PROTEÍNAS

- Interações estruturais são muito sensíveis.
- Alterações bruscas do meio como temperatura, força iônica e pH podem proporcionar alteração deste equilíbrio, ocasionando rompimento das estruturas tridimensionais da Proteína, precipitando-a.
- A precipitação forma um composto de característica sólida.

Exemplo: Ovo Frito.



# ENZIMAS

Não são vivas.

Presentes em todos os organismos vivos, responsáveis por:

Converter nutrientes em energia;

Formar novas estruturas celulares;

Facilitar absorção de nutrientes;

...



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# ENZIMAS PARA DETERGENTE ???

## ENZIMAS QUE FACILITAM ABSORÇÃO DE NUTRIENTES.

Os nutrientes são proteínas, gorduras ou carboidratos.

Possuem cadeias grandes, difíceis de serem metabolizadas.

As enzimas fragmentam esta matéria orgânica, facilitando a absorção.

Na limpeza temos que remover sujeira composta por proteína, gordura...

A fragmentação desta sujeira, facilita sua remoção.

Assim, conjuga-se enzimas na limpeza.

**AS ENZIMAS SÃO FACILITADORES DA LIMPEZA !**



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# ENZIMAS PARA DETERGENTES

- Catalisadores:  
Aceleram a fragmentação da matéria orgânica – Tesouras;  
Sem serem consumidas no processo.
- São facilitadores da limpeza.
- São Específicas – Atuam somente sobre o seu substrato 
- Não são corrosivas ao instrumento.
- São extremamente eficientes, se tratadas corretamente – cuidados.
- São Biodegradáveis;



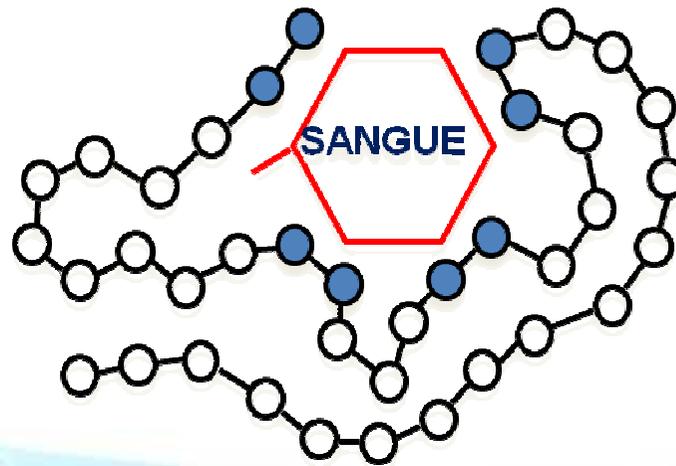
# ENZIMAS SÃO ESPECÍFICAS

- Capacidade catalisar somente um tipo de reação.
- Devido ao sítio de ligação ao substrato, ou 'Sítio Ativo'.
- Sistema 'Chave-fechadura'.

Assim como a fechadura 'reconhece' a chave correta, a enzima também o faz com seu substrato.



Exemplo: Enzima protease e seu substrato sangue – proteína.



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

- Eficiência se tratadas corretamente.
- As enzimas trabalham em condições brandas e abrangentes de pH e temperatura:
  - ✓ Temperatura ~ 0 à 60°C
  - ✓ pH ~ 5 à 10,5

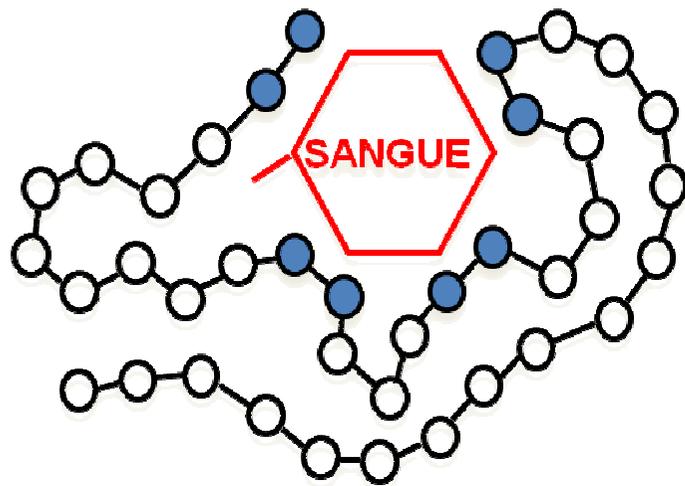


**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959

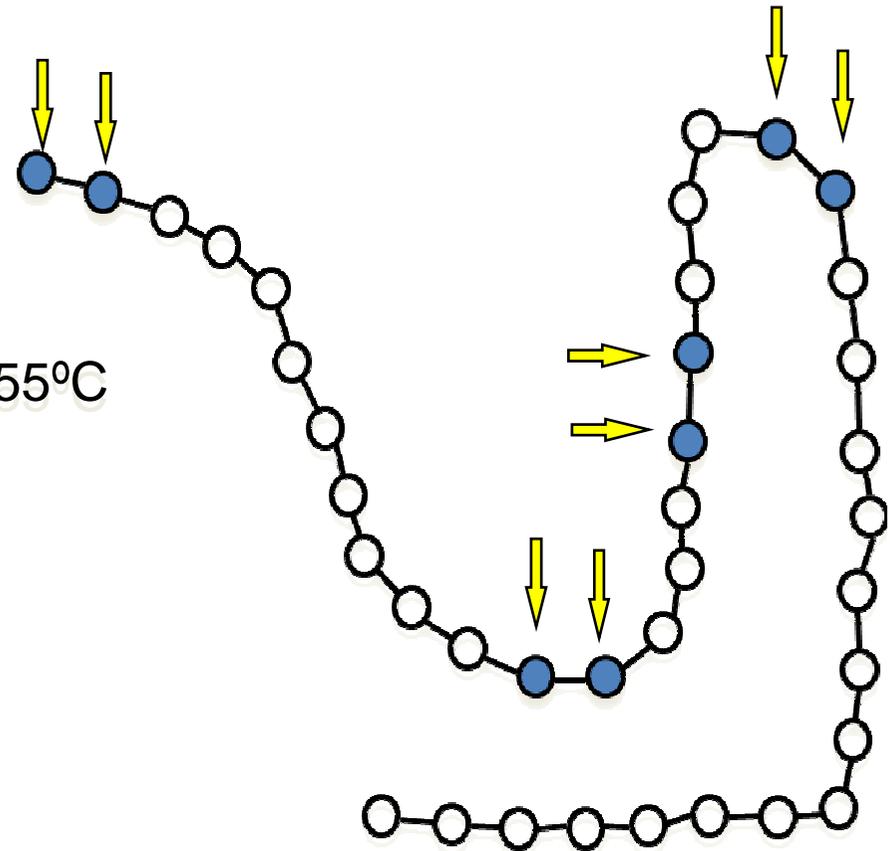


# PORQUE ESTAS CONDIÇÕES ?

Os aminoácidos em azul estão localizados perto uns dos outros na forma ativa, porém não estão assim na forma desnaturada.



Temperatura  $> 55^{\circ}\text{C}$   
 $5 > \text{pH} > 10,5$



A integridade da enzima é imperativa para sua utilidade !



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959

# DETERGENTES ENZIMÁTICOS



- Possuem enzimas em conjunto com os tensoativos;
- Compatível em:  
  
Processo manual e automático;  
  
Qualquer tipo de instrumento, contendo silicone, borracha, vidro, alumínio..
- Não interagem com a dureza/sais presentes na água, não proporcionando manchas;
- Proporcionam maior vida útil aos instrumentais;
- Agem como ‘Tesouras’ - Cortam o substrato – facilitando a remoção. \*
- Possui ação em espaços ‘micro’.\*

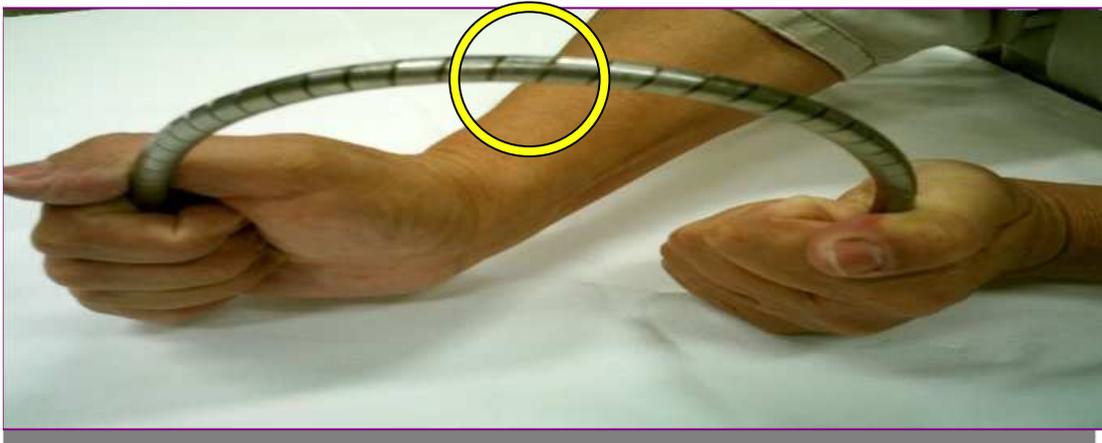
\* Mais detalhes a seguir



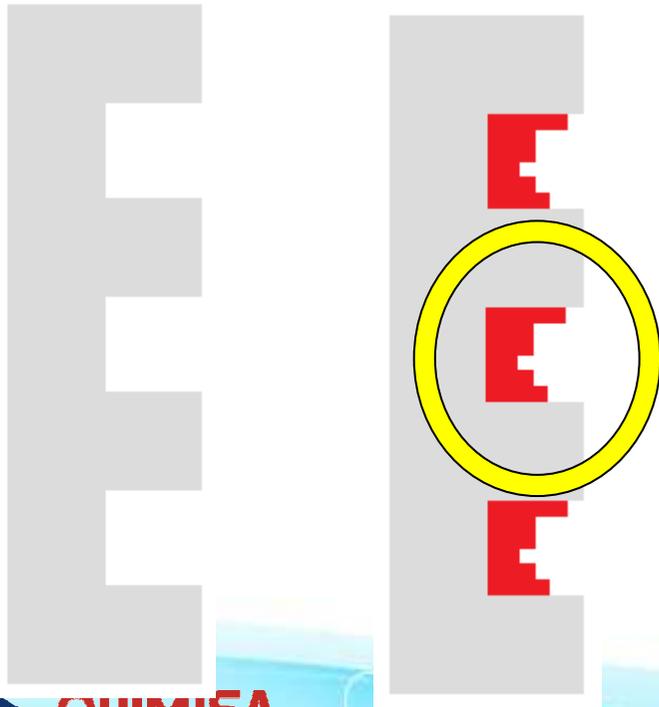
**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# DETERGENTES ENZIMÁTICOS – AÇÃO / ESPAÇOS 'MICRO'



Artigos usados para cirurgias minimamente invasivas, tais como, tesouras e pinças possuem estrutura tubular com lumens internos. Infelizmente, esse design dificulta a limpeza caso não possam ser desmontados (ALFA; NEMES, 2004).

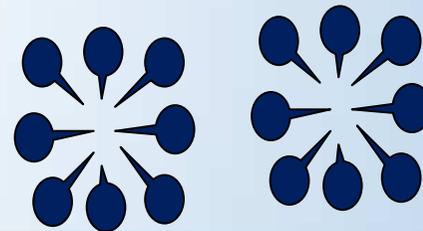


**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959

# Detergentes Enzimáticos – Ação / Espaços ‘micro’

! OU SEJA, ARTIGO  
TOTALMENTE LIMPO!

E AS ENZIMAS  
CONTINUAM ATIVAS



# ENZIMAS CONTINUAM ATIVAS !

No próprio procedimento de lavagem !

À medida que são recolocadas cargas (ultrassônica)

Enzimas não escolhem que 'sujeira' atacar,

Se na limpeza no novo instrumental colocado

Se no material orgânico removido da limpeza anterior...

Lavagens subsequentes = contaminações subsequentes.

**NÃO INDICA-SE REUTILIZAÇÃO DO DETERGENTE ENZIMÁTICO !**



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# BIOFILME

Segundo Murdoch et al, (2006), a presença de resíduos de tecidos e outros fluidos corporais após o processamento pode resultar na **formação de biofilme**, que é muito mais difícil de ser removido.



O biofilme é uma forma de organização de vida, onde o microorganismo adere rapidamente às superfícies úmidas e formam colônias organizadas de células envoltas por uma matriz, composta de polissacarídeos – ‘EPS’. Murdoch et al, (2006)



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959

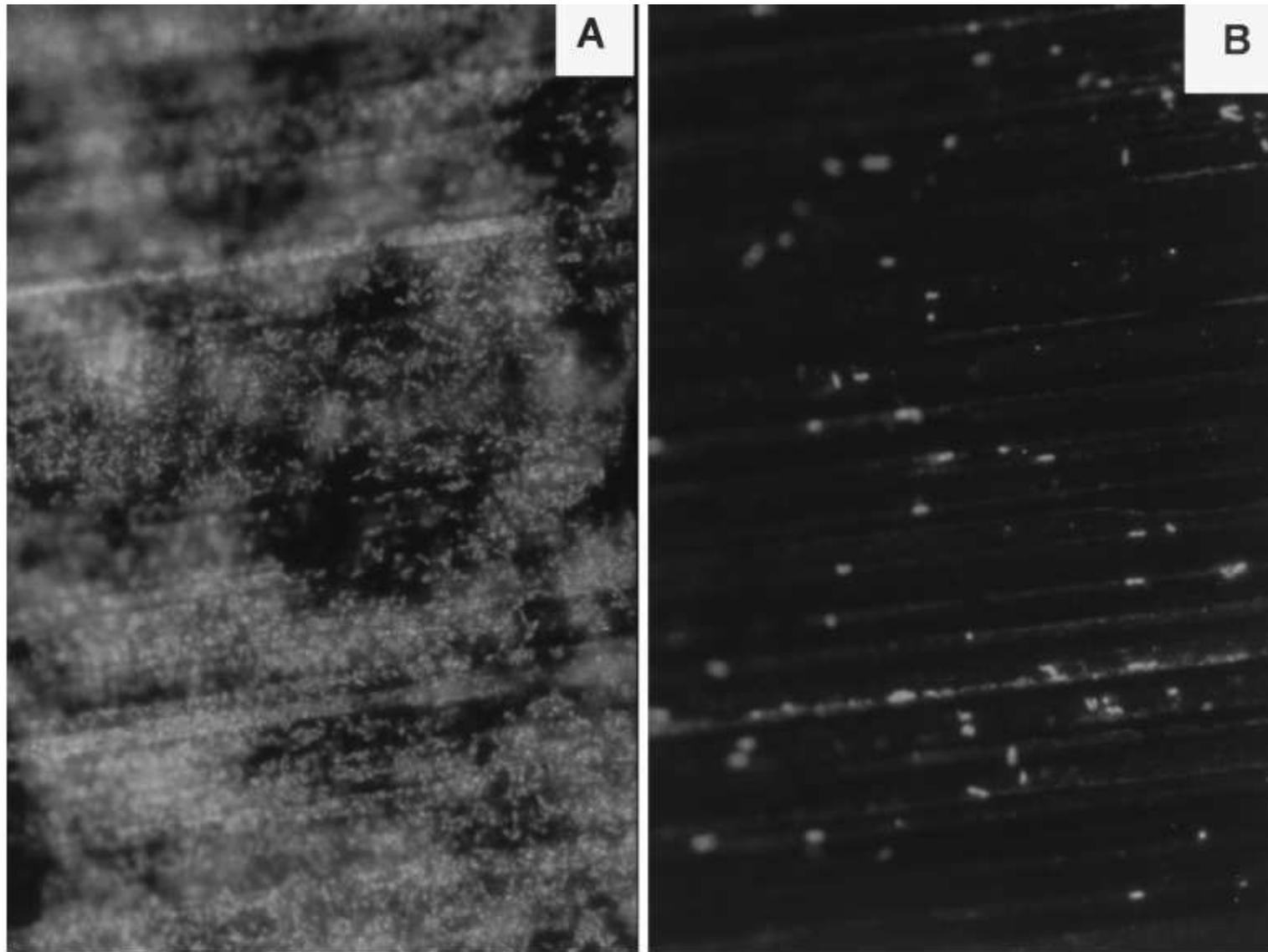


# BIOFILME E A 'EPS'

Matriz polimérica de biofilmes para diferentes microorganismos.  
Polissacarídeos = Carboidratos.

EPS Polymer	Linkage	Bacteria
Alginates	$\beta$ -1,4 mannuronic acid $\alpha$ -1,4 guluronic acid	Pseudomonas
Amylopectin	$\alpha$ -1,4 & $\alpha$ -1,6 glucose	Ecoli
Celluloses	$\beta$ -1,4 glucose	Acetobacter
Colanic Acids	Glucose, galactose, fucose, glucuronic acid, pyruvic acid	Salmonella, Ecoli
Dextrans	$\alpha$ -1,6 & $\alpha$ -1,4 glucose	Streptococcus, Acetobacter
Glycogen	$\alpha$ -1,4 & $\alpha$ -1,6 glucose	Bacillus, Pneumococci
Levans	$\beta$ -2,6 fructose	Pseudomonas, Bacillus, Aerobacter
Polymannans	$\beta$ -1,4 mannose	Desulfovibrio desulfuricans

# REMOÇÃO DE BIOFILME



A - Tratamento não enzimático

B – Tratamento enzimático



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959

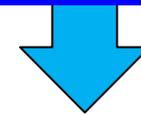
CHARLOTTE JOHANSEN,<sup>1\*</sup> PER FALHOLT,<sup>1</sup> AND LONE GRAM<sup>2</sup>, 1997

# QUANTAS ENZIMAS USAR?

Qual é a matéria orgânica presente nos artigos hospitalares?

PROTEÍNA	SANGUE / PELE / TECIDOS
AMIDO Carboidrato	SECREÇÕES / BOLO ALIMENTAR/ BIOFILME
CELULOSE Carboidrato	BOLO ALIMENTAR / BOLO FECAL / BIOFILME
LIPÍDEOS	GORDURA

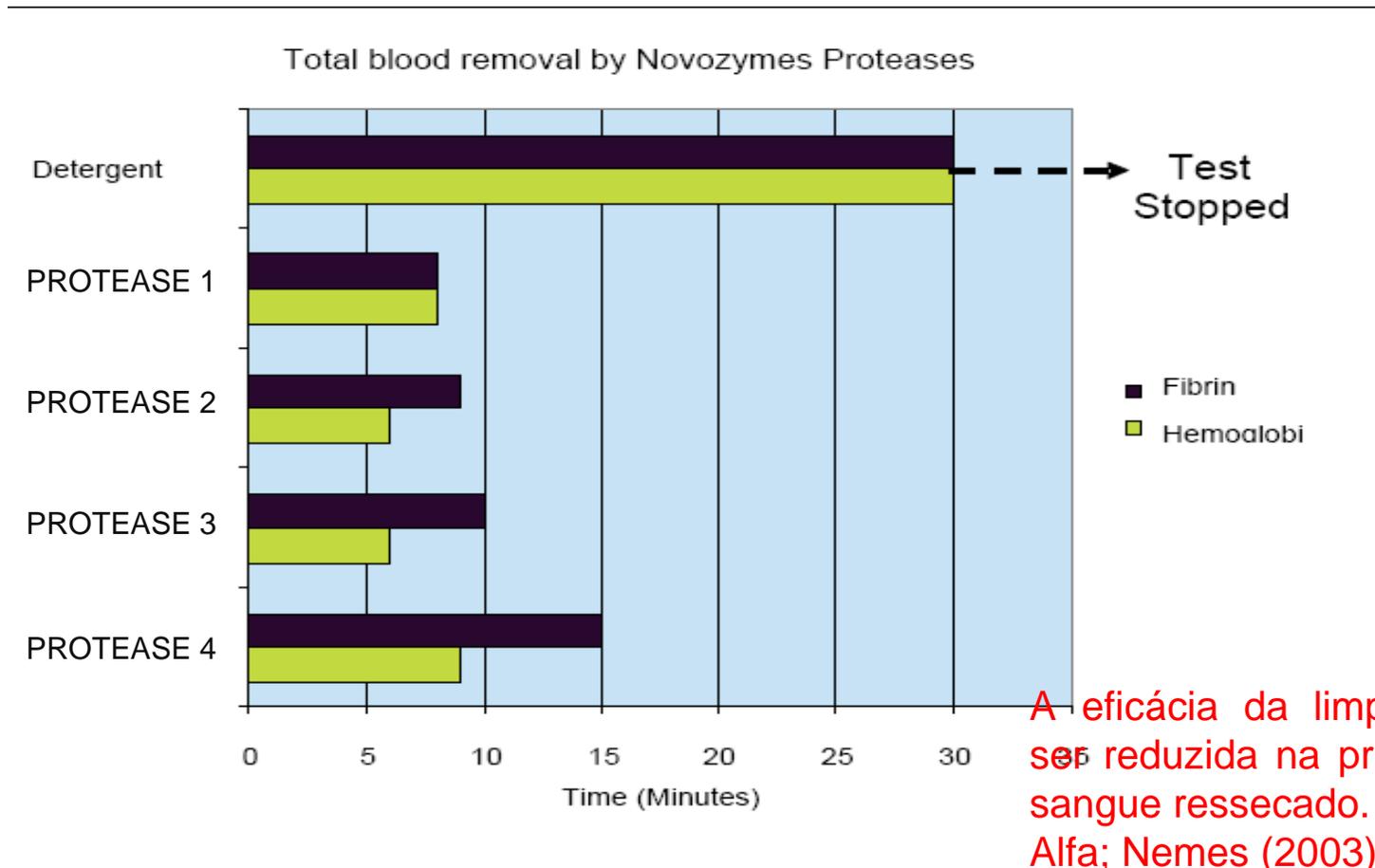
A MAIOR QUANTIDADE DE MATÉRIA  
ORGÂNICA É ORIUNDA DE SANGUE –  
PROTEÍNA.



O SANGUE É COMPOSTO POR  
DIFERENTES TIPOS DE PROTEÍNAS  
ex.: FIBRINA E HEMOGLOBINA



# DIFERENTES PROTEASES...



TEM AÇÃO  
MA  
CA-SE A  
S  
IDO  
FICAZ DE

Different Novozymes proteases were tested at room temperature (22C) for blood removal efficiency using the TOSI test. The test was carried out in buffered water at pH8 and detergent pH8. After 30 minutes the test was stopped as the time for removal of blood was considered too long. The test was carried out under accelerated conditions with a in use concentration of proteases of 10% Fibrin and hemoglobin removal was assessed by Hemocheck test.



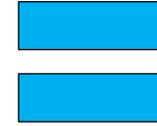
**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959

# CARBOHIDRASES – SLIDE ESPECIAL

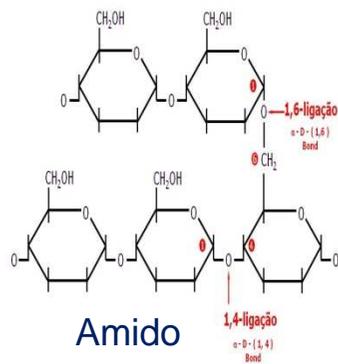
AMILASES /  
CELULASES



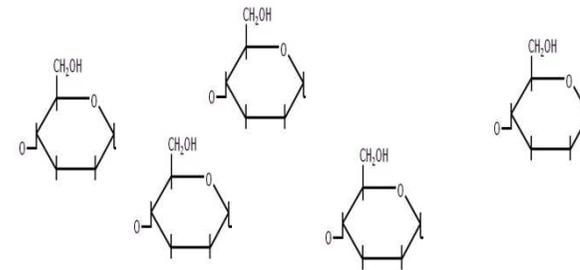
CARBOHIDRASES



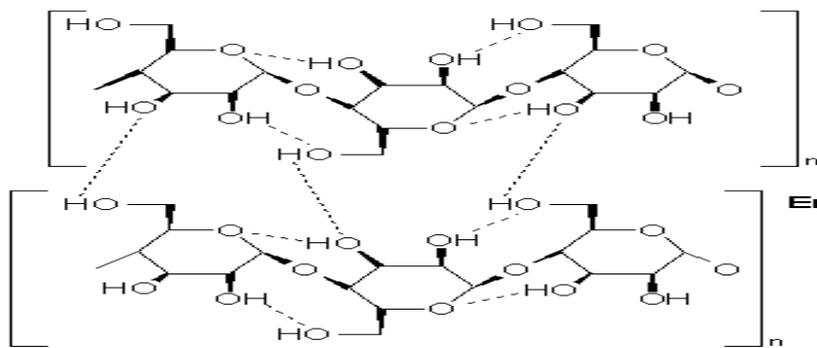
DEGRADAM  
CARBOHIDRATO  
S



Amilase



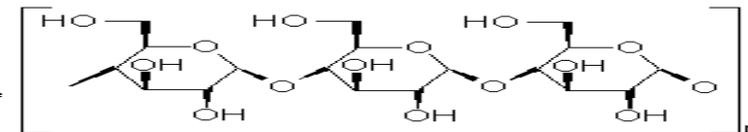
Monossacarídeos solúveis em água



Celulose (insolúvel em água)

Endocellulase

Celulase



Celulose (solúvel em água)



A sobrevivência de microrganismos nos instrumentais cirúrgicos está relacionada com a transmissão de infecções hospitalares. Estima-se que essa condição contribui para a ocorrência de 90.000 mortes por ano, por infecção hospitalar. **O efetivo processo de limpeza pode interferir nesse problema.**

(HOWIE; ALFA; COOMBS, 2008)



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



# COMO AVALIAR UM DETERGENTE

## ENZIMÁTICO? Quantidade

- 15% de enzimas; 20% de enzimas?
- 3 enzimas; 4 enzimas; 5 enzimas ?

A Quantidade deve vir acompanhada  
da Qualidade !

## Qualidade

- Atividade enzimática
  - Pastilhas para rápida avaliação
- Estabilidade enzimática
- Performance de limpeza



# COMO AVALIAR UM FORNECEDOR DE DETERGENTE?

- Conhecimento do mercado;
- Preocupação com a correta utilização do detergente;
- Treinamento para quem utilizará;
- Interesse/apoio na validação do processo de limpeza;

Se o fornecedor do detergente se preocupar com o processo de limpeza, significa que ele confia em seu próprio detergente.



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
Desde 1959



MUITO OBRIGADO !!!



**QUIMISA**  
Produzindo Soluções  
*Desde 1959*

