



# CONGRESSO TÉCNICO

INTERNACIONAL - 2026



A EVOLUÇÃO DA EXPERIÊNCIA CERVEJEIRA



Nem sempre é contaminação....até ser!

Lígia Marcondes

ligia.santos@agraria.com.br

*Saccharomyces bayanus*

(24) 99868-8381

@ligia.marcondes.3





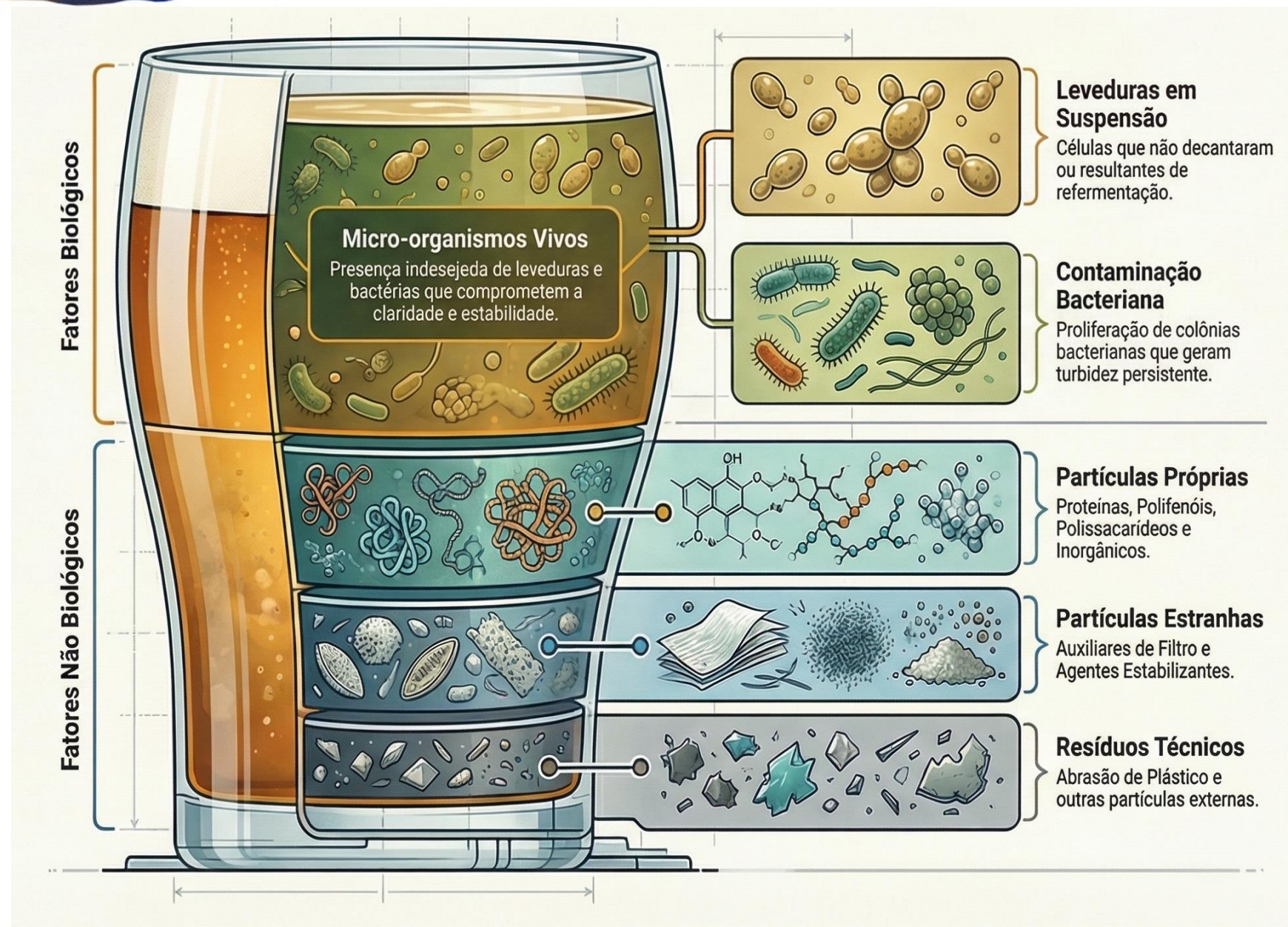
Imagine só...  
uma cerveja turva...

Dentro da fábrica

No barril



# Turbidez na Cerveja



# Outra situação...

Algumas garrafas no mercado começam a estourar ou o consumidor relata **MUITO** gás



# Outra situação...

- Cerveja turvando no barril antes do período de validade
  - Com ou sem alteração de sabor
- Em alguns casos, cerveja fica ácida (no paladar ou no pHmetro)

Mas afinal, será contaminação?



# Definindo a Contaminação

A contaminação em uma cervejaria vai muito além da acidificação evidente. É qualquer desvio microbiológico que comprometa o design da receita ou a eficiência da planta.



## Desvios Sensoriais (Flavor)

Severidade

- Aumento de Diacetil (manteiga) por *Pediococcus*.
- H<sub>2</sub>S e compostos sulfurosos (ovo podre) por *Zymomonas* ou *Pectinatus*.



## Desvios Físicos (Aparência)

Severidade

- Turbidez inesperada na garrafa/barril.
- Formação de ropiness (textura viscosa) por exopolissacarídeos de LAB.



## Desvios de Processo (Eficiência)

Severidade

- Fermentações lentas ou estagnadas.
- Floculação Prematura da Levedura (PYF).

# Será contaminação?

## Teste com KOH

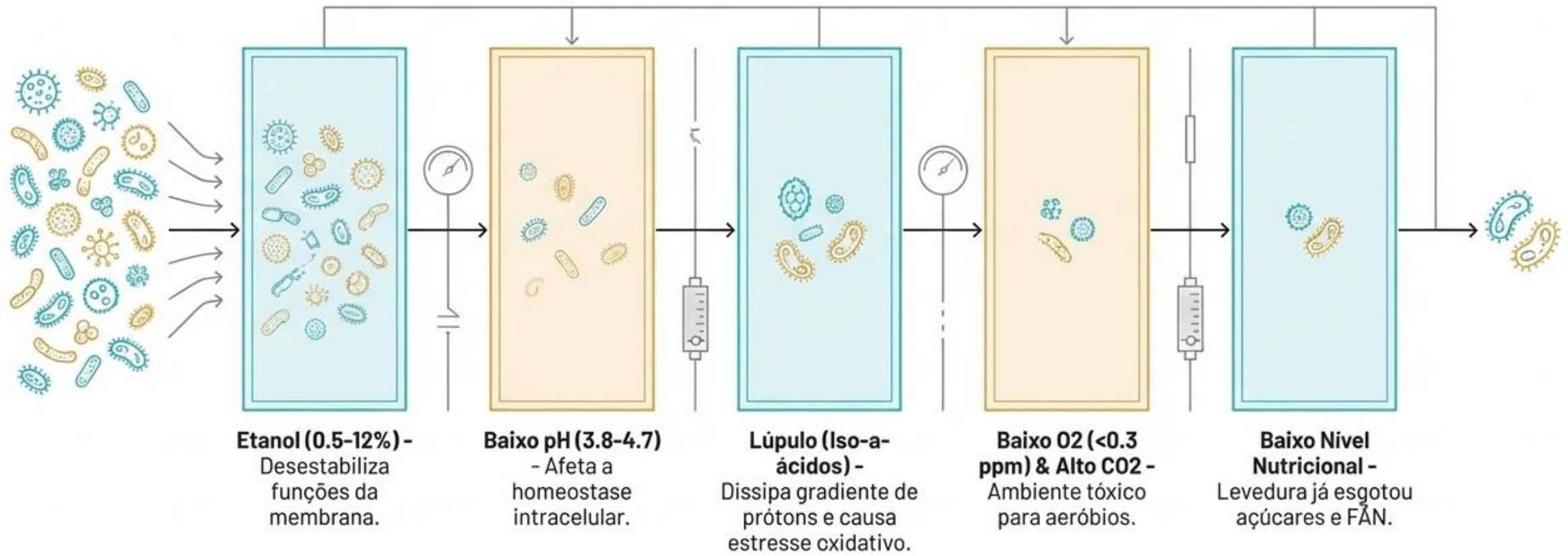
- Proteínas são solúveis e a turbidez desaparece (solução 1 mol/L ou 56 g/L)
- Leveduras e gram positivas não se alteram (solução 3% ou 30 g/L)
- Gram negativas formam fios viscosos (solução 3%)

## Medir pH

Padrão ouro: teste de contaminação de bancada ou pelo menos qualitativos e depois quantitativos

# A Matriz de Sobrevivência: O Efeito Obstáculo

A cerveja moderna é microbiologicamente estável por design. Apenas bactérias com resistência evolutiva extrema sobrevivem.



# O que fazer para evitar a contaminação?



Não tem fórmula mágica!

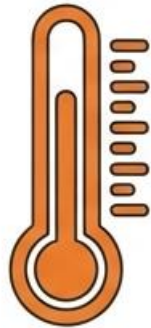


**CONSISTÊNCIA** nos processos e na limpeza e sanitização de equipamentos

\*\*Em alguns casos é preciso alterar estruturas, trocar equipamentos e mangueiras, entre outros

# Engenharia CIP: Os Parâmetros de Ouro

O sucesso do Cleaning-In-Place (CIP) depende do balanço absoluto da Matriz TACT.



**Temperatura**

**75-80°C**

Para soluções cáusticas (quebra orgânica/proteica). Essencial para desordenar o estado ordenado dos biofilmes.



**Ação Mecânica**

**Re > 4000**

Turbulência é obrigatória. Velocidade > 1.5 a 2.0 m/s garante atrito contra as paredes, rompendo o fluxo laminar.



**Concentração**

**2-3% Soda**

Para processos quentes (1% para áreas frias). Atenção: Soda degradada em carbonatos na presença de CO<sub>2</sub>. É sempre importante seguir o que diz o fabricante do produto na hora da diluição.



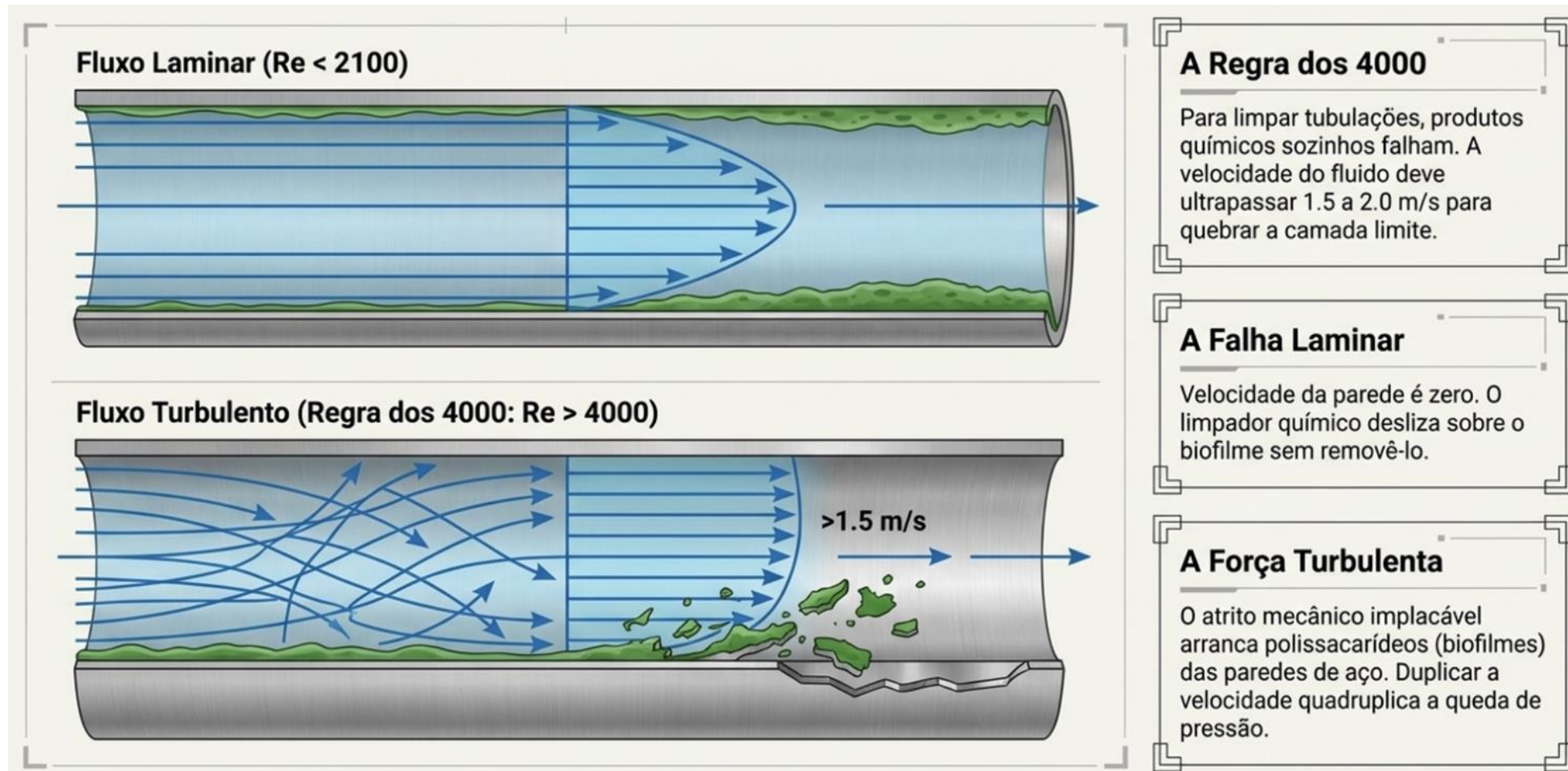
**Tempo**

**Rigoroso**

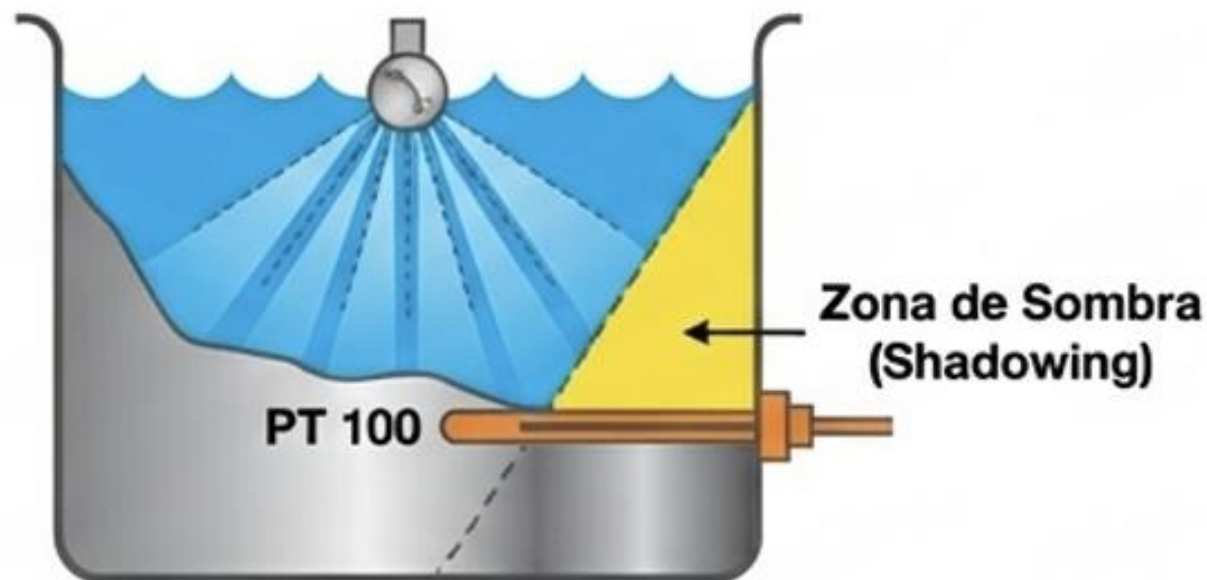
Pré-enxágue (10-20m) → Soda (30-40m) → Enxágue → Ácido (passivação) → Sanitização.



# A importância da ação mecânica

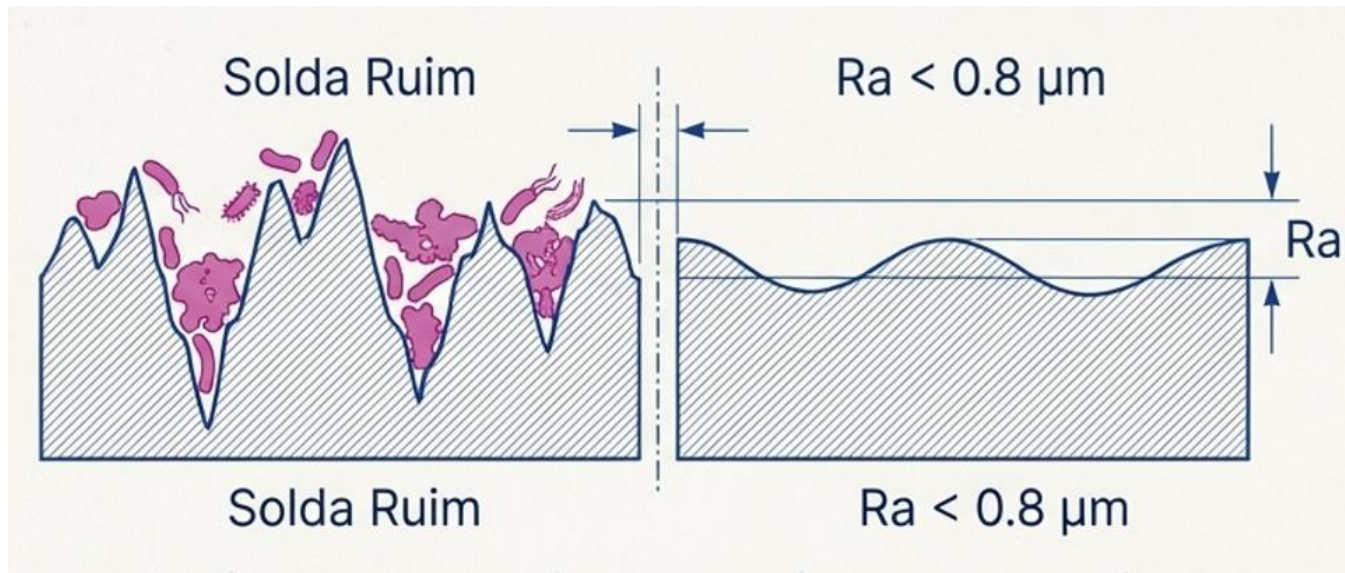


# Fazer inspeção visual é fundamental



**Zonas de Sombra (Shadowing):** Sensores (como PT 100) podem bloquear jatos do spray ball. Sem fluxo, a limpeza falha.

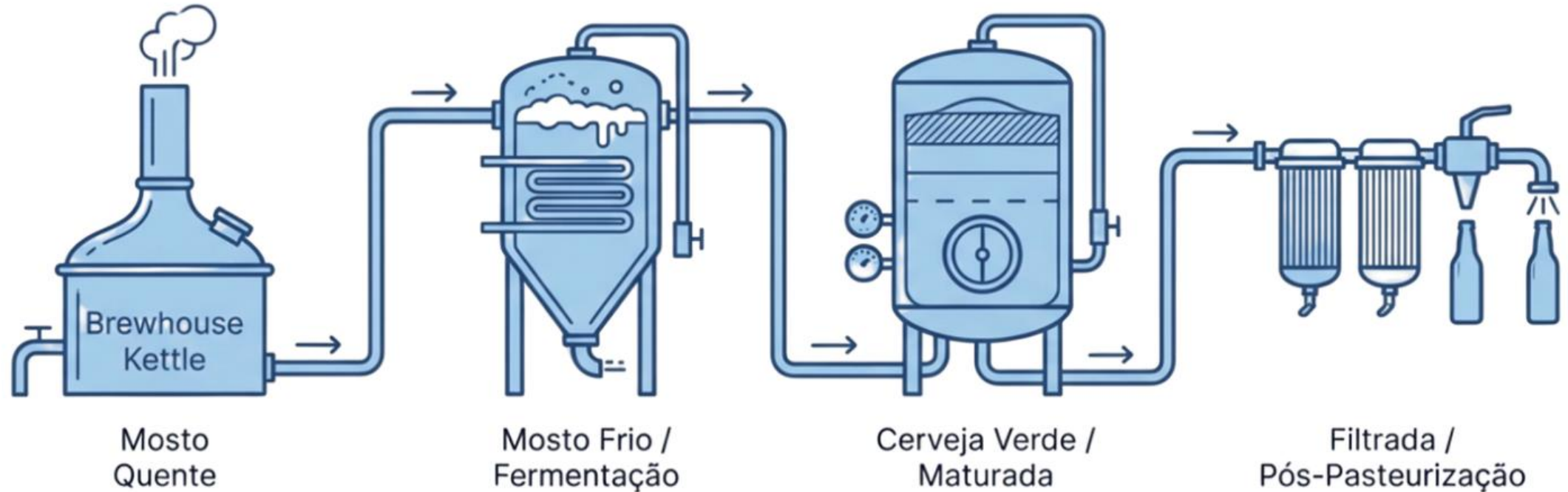
# Qualidade da solda



**Rugosidade (Ra):** O polimento do aço inox importa. Soldas mal feitas criam crateras microscópicas perfeitas para adesão orgânica.

**Padrão Ouro:** Rugosidade < 0.8 μm. Aço laminado a frio com descalcificação química é preferível.

# A Matriz do Processo: Onde o ataque acontece?



Mosto Quente

Mosto Frio / Fermentação

Cerveja Verde / Maturada

Filtrada / Pós-Pasteurização

Risco Baixo.  
(Fervura esteriliza).

Risco Crítico.  
(Buffet livre de nutrientes).

Risco Médio.  
(Queda de pH e lúpulo selecionam os sobreviventes).

Risco Alto de Contaminação Secundária.  
(Vulnerabilidade no maquinário de envase).

# Mosto Quente vs. Mosto Frio

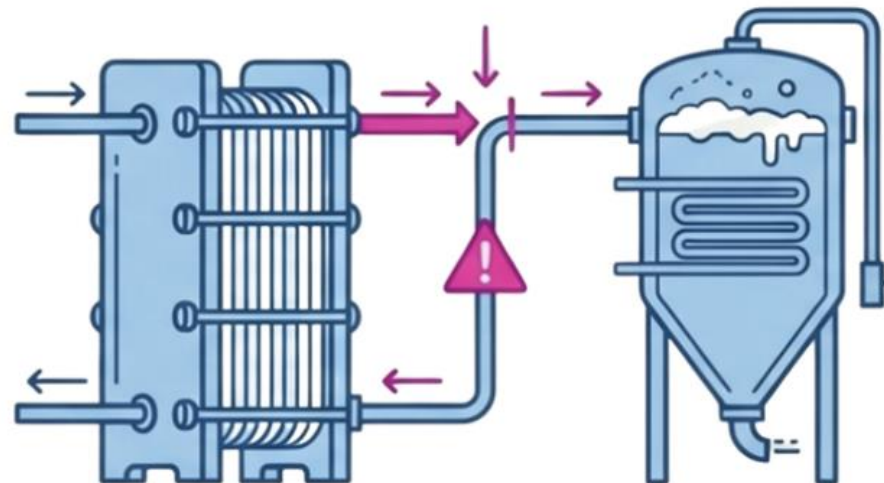
## Mosto Quente



Zona de Segurança.

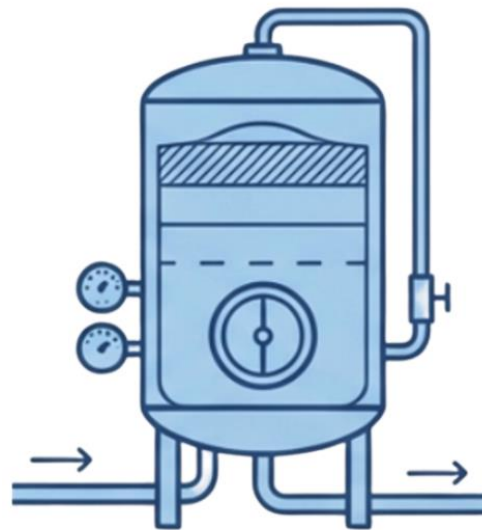
- **Única ameaça:** Esporos termorresistentes (*Bacillus*), que não germinam em cerveja lupulada normal.

## Mosto Frio - O Grande Banquete



Rico em FAN e açúcares.

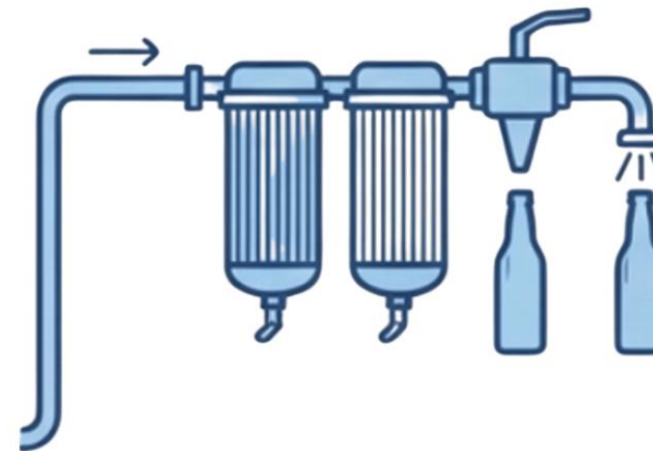
- **Ameaça Principal:** Enterobacteriaceae (*Obesumbacterium*, *Citrobacter*).
- **Impacto:** Produzem DMS, Diacetil e competem com a levedura no início da fermentação antes da queda do pH.



Cerveja Verde /  
Maturada

**Ambiente:** Frio (0°C), alta saturação de CO<sub>2</sub>.

**Invasores:** Leveduras selvagens e *Pediococcus* (crescimento lento, turbidez invisível).



Filtrada /  
Pós-Pasteurização

**Ambiente:** Sem levedura de proteção. Vulnerável a O<sub>2</sub>.

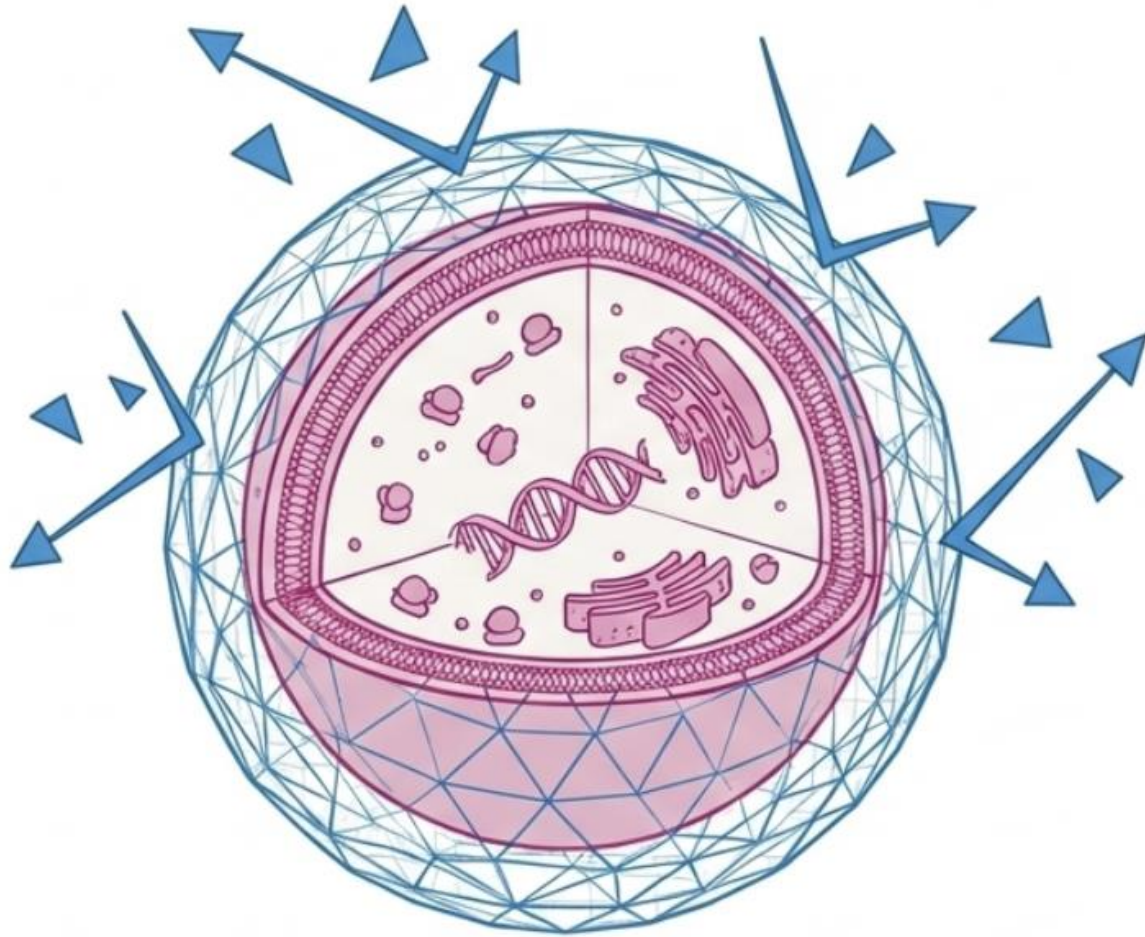
**Invasores:** Bactérias do Ácido Acético (AAB - *Acetobacter*) se houver falha de purga (sabor avinagrado).

**Ambiente:** Estritamente anaeróbico. Biofilmes crônicos em válvulas.

**Invasores Absolutos:** Anaeróbios estritos (*Pectinatus*, *Megasphaera*). Odor severo de H<sub>2</sub>S (ovo podre). Sobrevivem em nichos.

# Cerveja Verde & Maturada

O domínio das Gram-Positivas resistentes.



## O ambiente muda drasticamente:

O oxigênio acaba, o pH cai, o álcool sobe.

## Ameaça: *Lactobacillus* & *Pediococcus*.

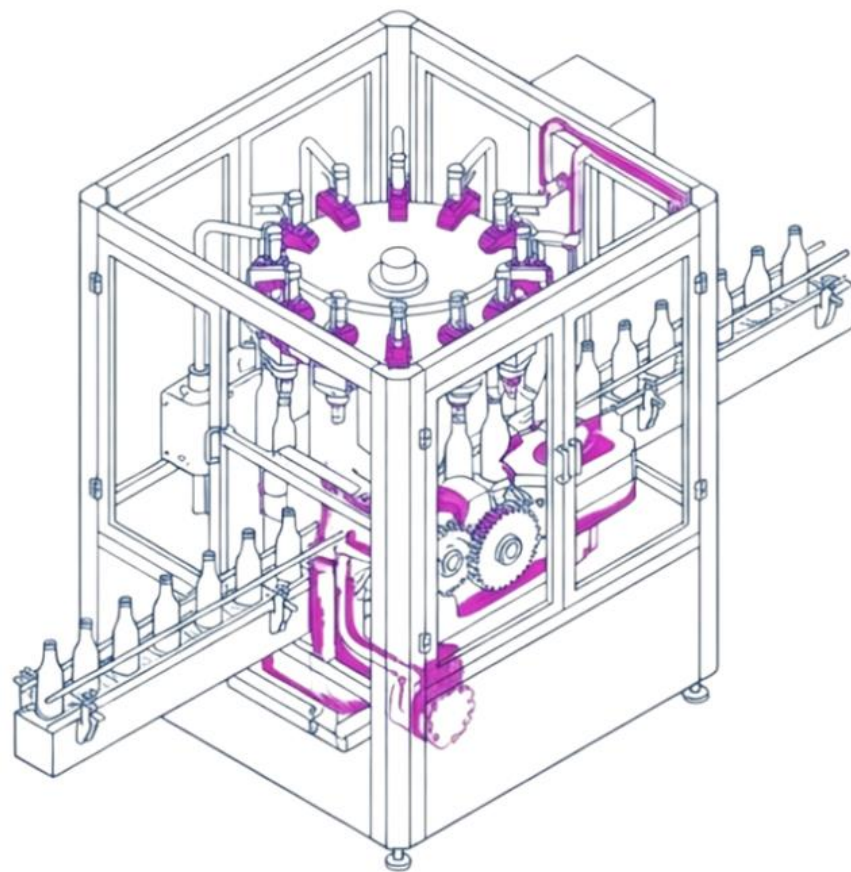
As bactérias lácticas (LAB) são o maior pesadelo do cervejeiro.

**Mecanismo:** Cepas como *L. brevis* e *L. lindneri* possuem genes específicos (HorA) que conferem resistência aos iso-alfa-ácidos do lúpulo.

**Consequência:** Produção severa de Diacetil, turbidez e queda excessiva de pH. Penetram filtros com facilidade devido ao seu tamanho reduzido no álcool.

# Cerveja Filtrada & Pós-Pasteurização

O ataque dos anaeróbicos estritos no envase.



**A Ameaça:** Pectinatus e Megaspheara.

**O Ambiente:** Exigem ambiente quase zero oxigênio. Só se tornaram um problema com tecnologias modernas de envase de baixo O<sub>2</sub>.

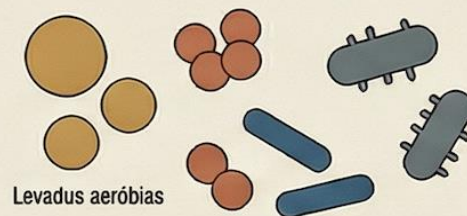
**O Esconderijo:** Sobrevivem em biofilmes crônicos nas engrenagens das enchedoras e ralos.

**O Impacto:** Destroem cervejas não-pasteurizadas na própria garrafa/lata, gerando turbidez extrema e o temido odor de ovo podre / fezes. Contaminação primariamente secundária (ocorre na máquina, não no mosto).

## LINHA DO TEMPO DA CONTAMINAÇÃO

### CEVADA E MALTE

Presença predominantemente de bolores, leveduras aeróbias, bactérias lácticas, acéticas e enterobactérias.



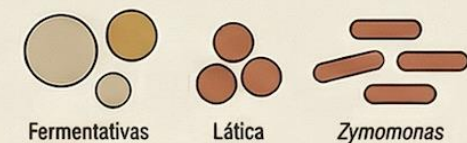
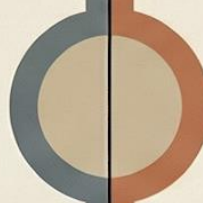
### INÍCIO DA FERMENTAÇÃO

Estágio crítico para leveduras (aeróbias e fermentativas), bactérias lácticas, acéticas e enterobactérias.



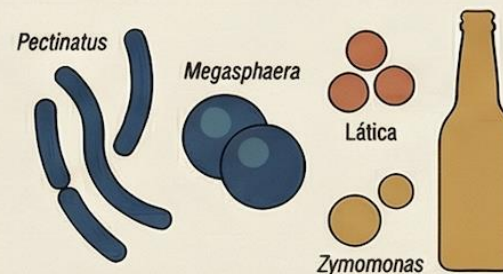
### FINAL DA FERMENTAÇÃO E MATURAÇÃO

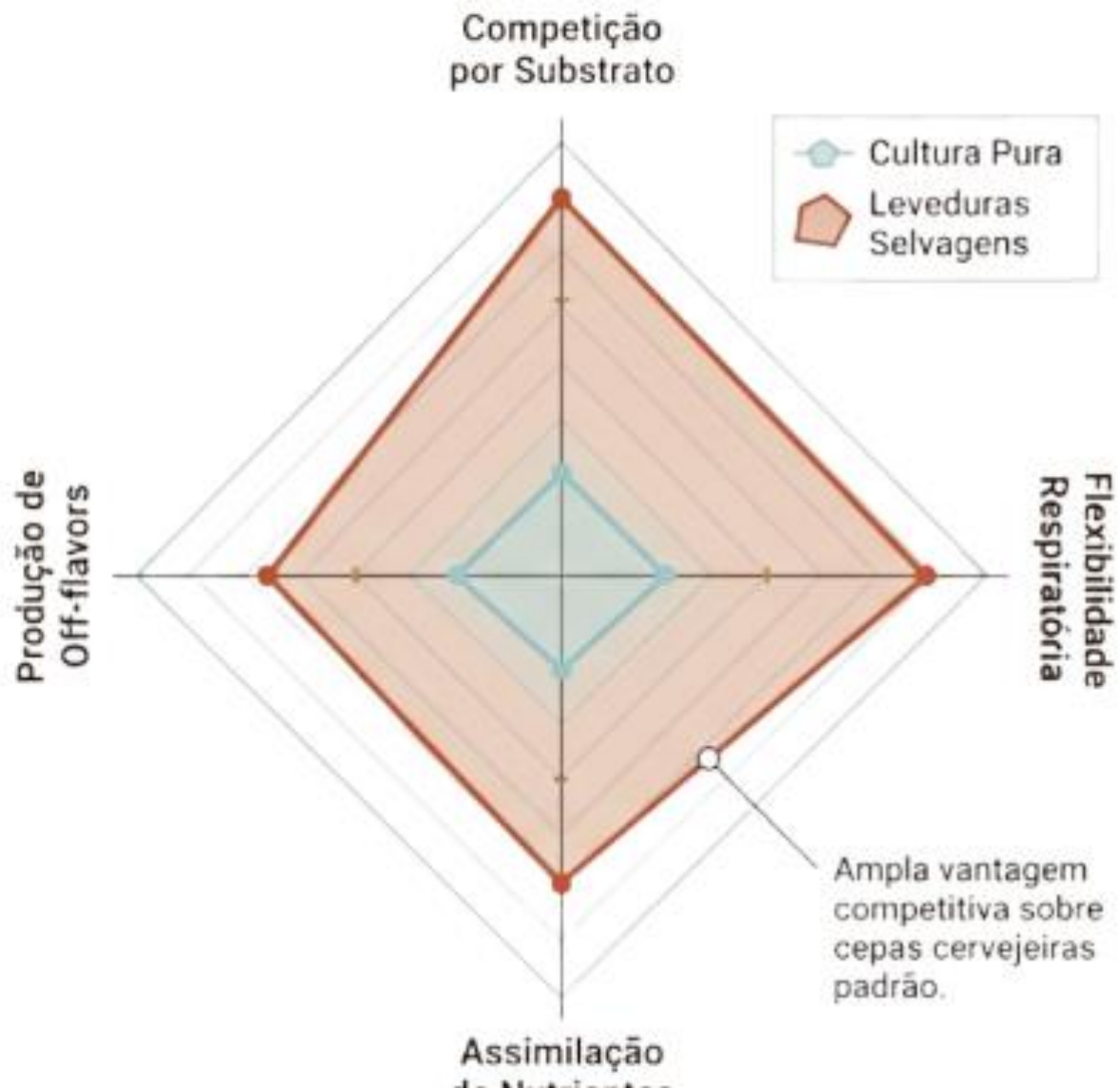
Sobrevivência de leveduras fermentativas, bactérias lácticas e o surgimento de *Zymomonas*.



### PÓS-FERMENTAÇÃO E ENVASE

Presença de bactérias anaeróbias estrictas, além de lácticas, acéticas, *Zymomonas* e leveduras.





# Leveduras selvagens

- Exemplos:
  - *Saccharomyces diastaticus*
  - *Saccharomyces bayanus*
  - *Brettanomyces* spp.

# Bactérias Gram-Positivas: O Risco Resistente ao Lúpulo

Frequentes devido à resistência aos alfa-ácidos do lúpulo. Causam turbidez e acidificação severa.

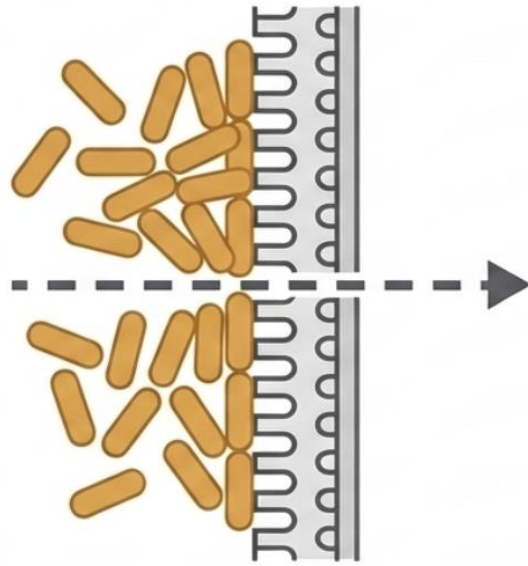


- *L. brevis*: Causa turbidez sem produzir diacetil.
- *L. lindneri*: Altamente resistente ao lúpulo, muito difícil de detectar.

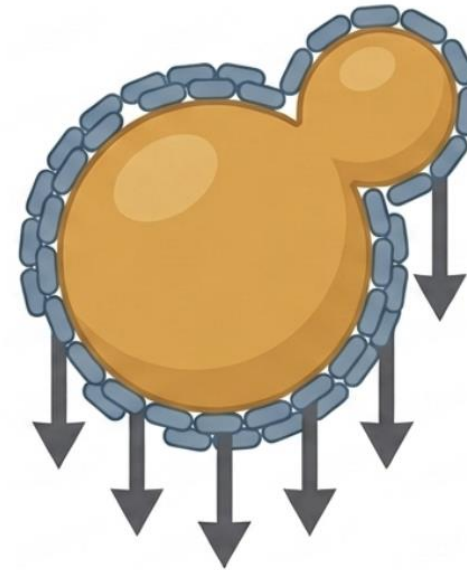


- *Pediococcus damnosus*: Grande produtor de ácido e diacetil (acima do limiar da levedura).
- Cresce bem em baixas temperaturas; risco crítico em leveduras de reuso.

# *Lactobacillus* e *Pediococcus*



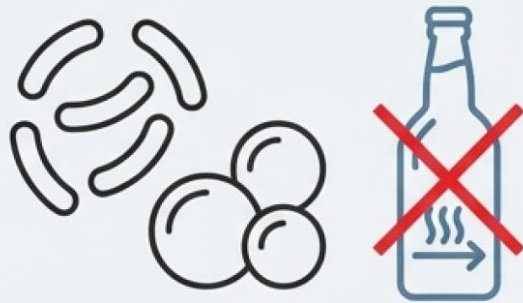
Uma referência cita que o *L. brevis* e o *L. lindneri* que crescem na cerveja apresentam tamanho celular menor e passam através de filtros microbiológicos



**Adesão Celular:** Induz a sedimentação precoce da levedura e o atraso ou parada na fermentação.

# Bactérias Gram-Negativas: Indicadores de Higiene e Oxigênio

## Anaeróbias Estritas



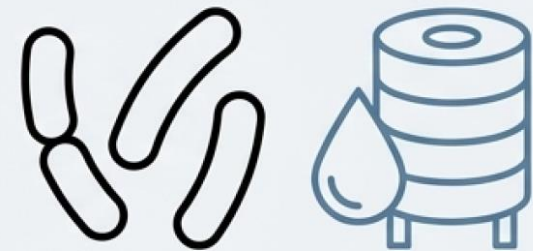
*Pectinatus* e *Megasphaera*.  
Comuns em cervejas não pasteurizadas e áreas úmidas de envase. Aroma: Ovo podre ( $H_2S$ ) e ranço.

## Bactérias Acéticas



*Acetobacter* e *Gluconobacter*.  
Aeróbias estritas (produzem vinagre). Indicam falha de CIP ou excesso de oxigênio.

## Aromas e Água



*Zymomonas* (aroma de frutas podres).  
*Enterobacteriaceae* (ex: *Citrobacter*) indicam má higienização da água/mosto.

Você diria que estas cervejas  
estão contaminadas só de olhar  
pra elas?



**Anaeróbias Estritas:**

Sobrevivem apenas em  
cervejas NÃO pasteurizadas  
(ou flash pasteurizadas).  
Células viáveis restritas ao  
estágio de envase.

JUVONEN, Riikka. Strictly anaerobic beer-  
spoilage bacteria. In: **Brewing Microbiology**.  
Woodhead Publishing, 2025. p. 155-173.



# Resumindo

<b>Sintoma / Problema</b>	<b>Microrganismo Suspeito</b>	<b>Origem / Falha no Processo</b>
Turbidez severa (sem diacetil)	<i>Lactobacillus brevis</i> / <i>L. lindneri</i>	Resistência ao lúpulo; Entupimento na filtração
Diacetil alto e acidez extrema	<i>Pediococcus damnosus</i>	Leveduras de reuso; Baixas temperaturas
Aroma de Vinagre (Ácido acético)	<i>Acetobacter</i> / <i>Gluconobacter</i>	Falha de CIP; Excesso de Oxigênio (O <sub>2</sub> )
Ovo podre (H <sub>2</sub> S) / Ranço	<i>Pectinatus</i> / <i>Megasphaera</i>	Áreas úmidas de envase; Cervejas não pasteurizadas
Aroma de frutas podres / Acetaldeído	<i>Zymomonas</i>	Problemas com açúcares de priming

Se a contaminação estiver na fábrica como tirar?

---

Rever todos os procedimentos de limpeza e sanitização

---

Integridade das vedações

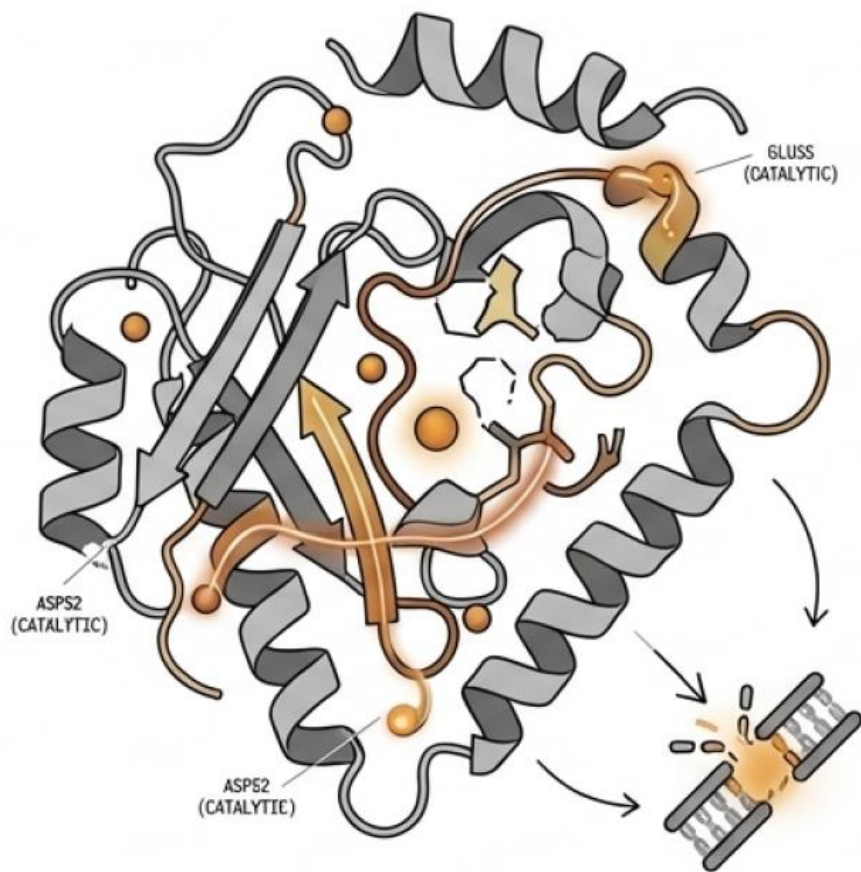
---

Uso de enzimas

---

Pasteurização

# Enzima para aumentar shelf life



A Natureza da Enzima: Lisozima Pura

**Um agente antimicrobiano natural de grau alimentício desenvolvido para garantir a estabilidade microbiológica sem alterar o perfil sensorial da cerveja.**



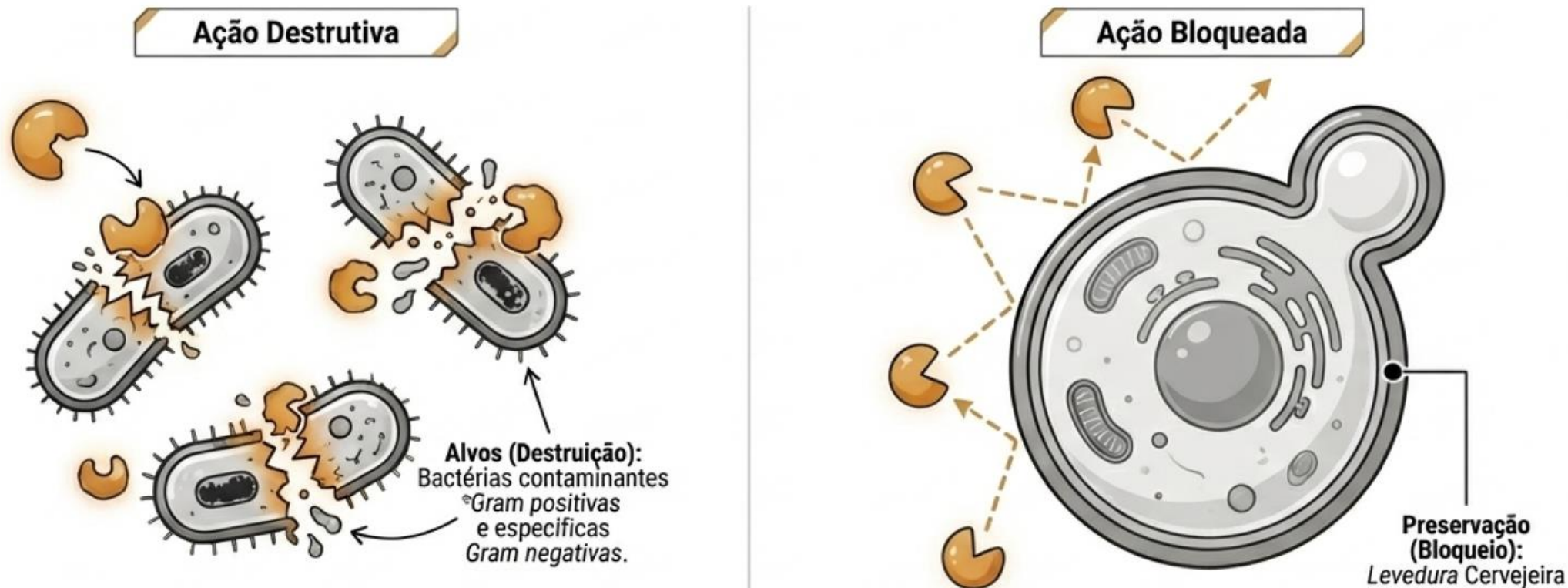
**Base Ativa:** Lisozima (aspecto em pó, coloração de branco a marrom claro).



**Função Principal:** Ação bactericida de alta eficiência para prolongar o shelf life de chopes e cervejas não pasteurizadas.



## Mecanismo de Ação Seletiva e Preservação da Levedura



**A enzima atua exclusivamente sobre as bactérias contaminantes. O perfil de fermentação a viabilidade da *levedura* cervejeira a permanecem 100% inalterados.**

## Benefícios Diretos na Produção Cervejeira



### **Aumento do Shelf Life**

Proteção robusta para chopes e cervejas não pasteurizadas, mantendo o frescor por mais tempo nas gôndolas e barris.



### **Ação de Alta Eficiência**

Desempenho bactericida rápido e direcionado contra as principais ameaças de deterioração da cerveja.



### **Solução Clean Label**

100% natural. Considerado um coadjuvante de tecnologia em alimentos, eliminando a necessidade de declaração no rótulo final.



### **Preservação Sensorial**

Não interfere na cor, aroma, amargor ou na formação e retenção de espuma.

# Protocolo de Preparação e Diluição

Regras Base:

- **Dosagem Recomendada:** 6 a 10 g/hL (Ideal: 10 g/hL).
- **Regra de Diluição:** Dissolver o pó em água tratada na proporção de até 1:50.



# Pasteurização: Ajuda, mas não faz milagres

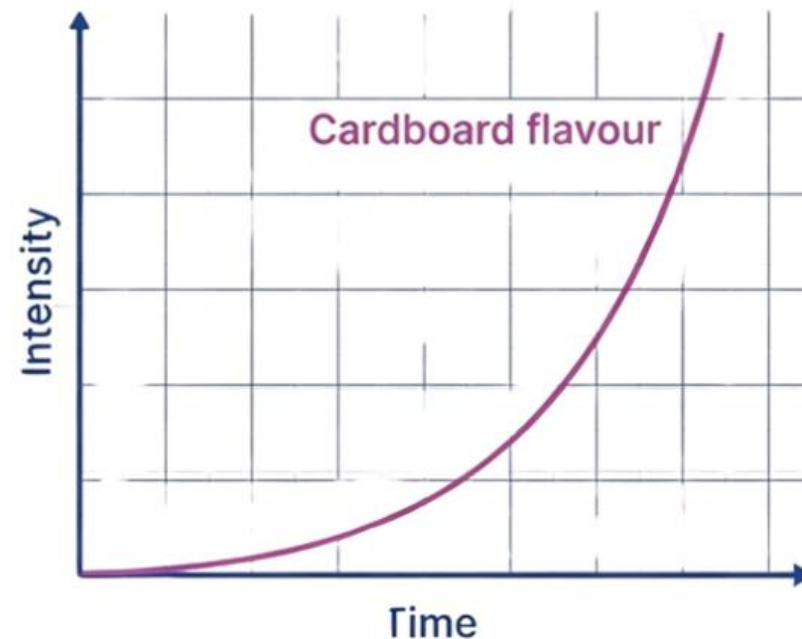
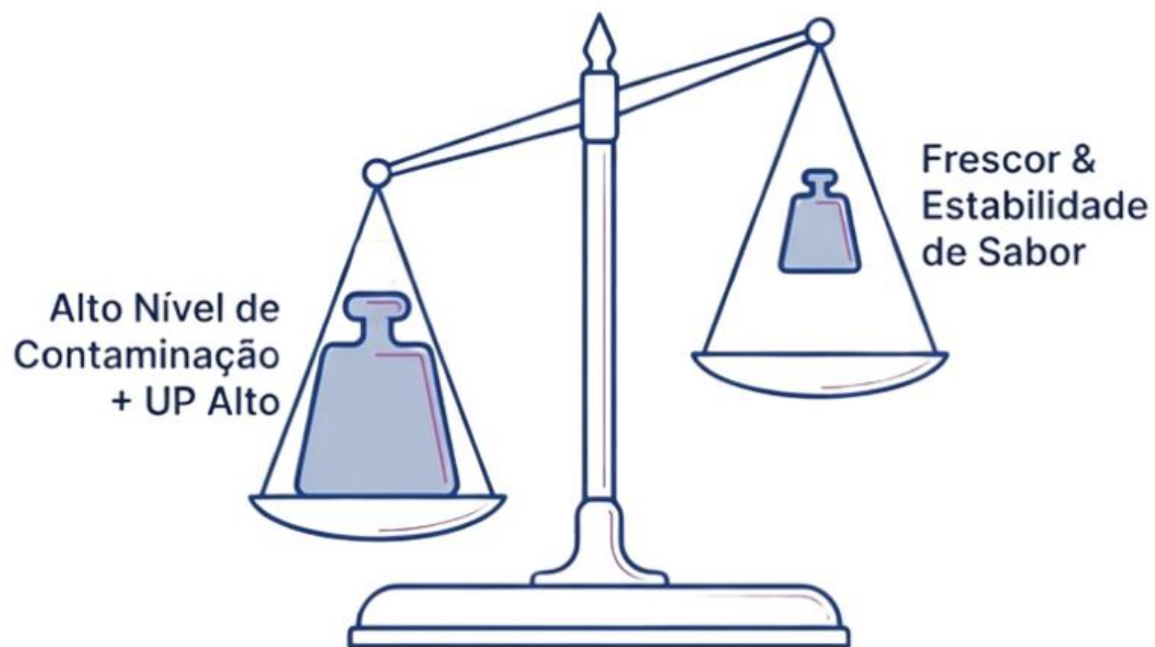


O Conceito: Pasteurização 'para o relógio', mas não retrocede o tempo.

A Realidade: A aplicação de calor mata as bactérias vivas (ex: *Lactobacillus*, *Pectinatus*), garantindo estabilidade microbiológica na prateleira.

O Limite: Ela não remove off-flavors preexistentes. Se a sua cervejaria suja gerou diacetil, sulfeto ou micotoxinas antes da pasteurização, a cerveja continuará com sabor defeituoso na garrafa, mesmo sendo microbiologicamente estéril.

# Pasteurização: Ajuda, mas não faz milagres



**A Dinâmica:** Alto nível de contaminação basal na microcervejaria exige aumento drástico da exposição ao calor para garantir esterilidade

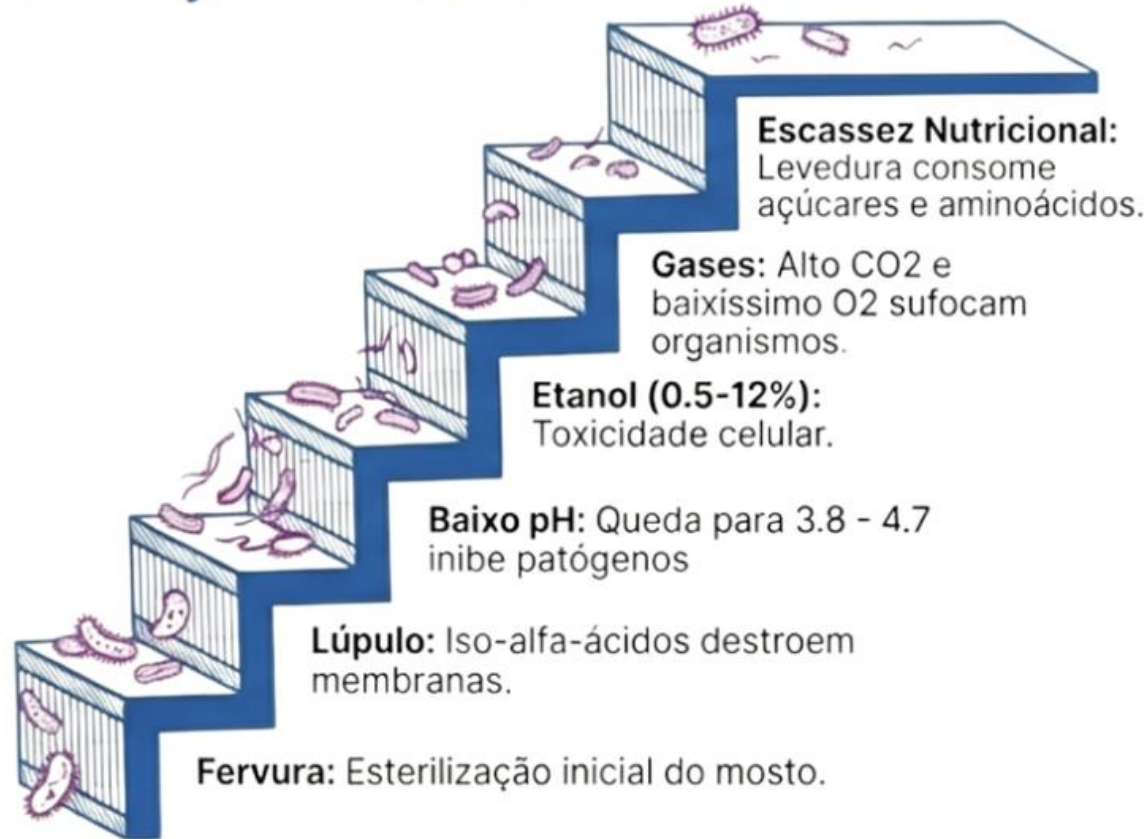
**O Preço do Calor Alto:** Desnaturação de proteínas (Turbidez Permanente) e oxidação acelerada, antecipando severamente o sabor de velhice/papelão (Cardboard flavor).

**Conclusão:** Você não consegue corrigir uma cervejaria suja apenas aumentando a temperatura do pasteurizador sem destruir a qualidade.

# A Vulnerabilidade das Cervejas Sem / Low Álcool

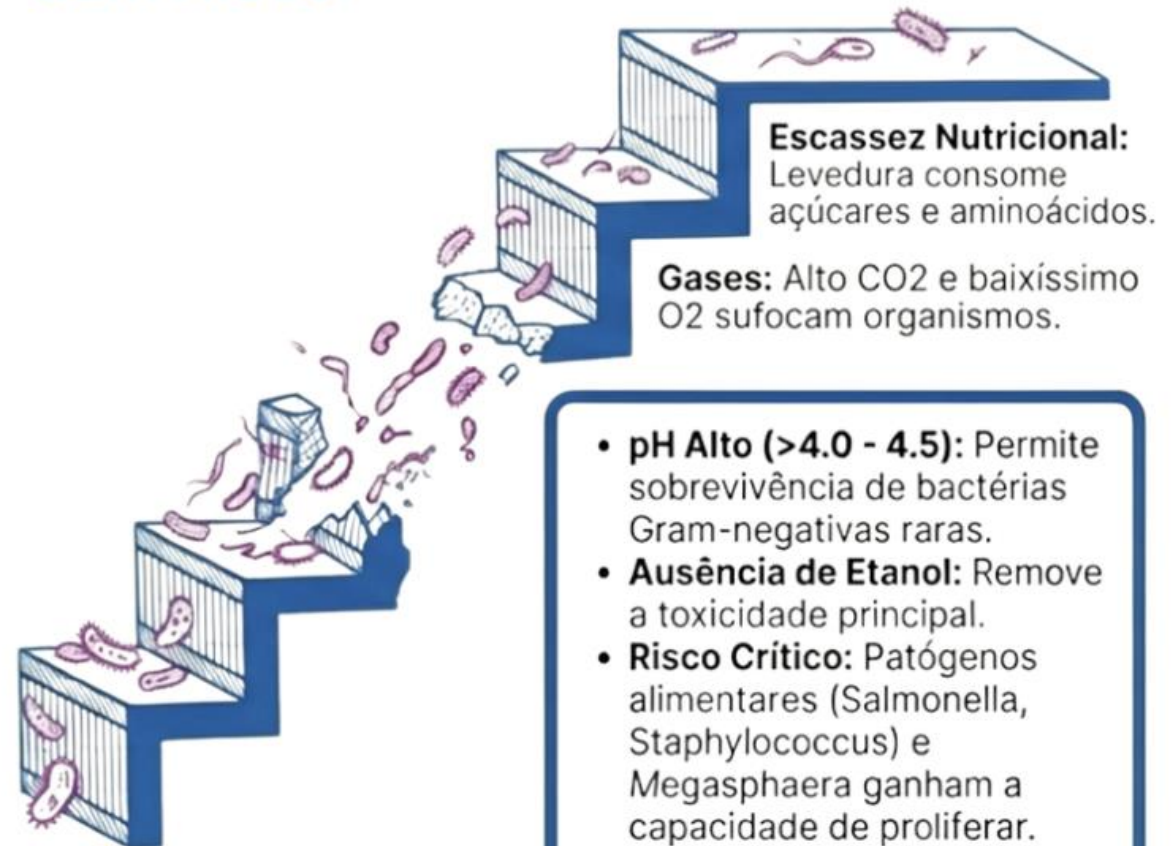
Quando removemos os muros, o inimigo entra.

## Cerveja Tradicional



pH < 4.5, Etanol presente. Patógenos entéricos e esporos não sobrevivem.

## Sem Álcool



O inimigo entra.

- **pH Alto (>4.0 - 4.5):** Permite sobrevivência de bactérias Gram-negativas raras.
- **Ausência de Etanol:** Remove a toxicidade principal.
- **Risco Crítico:** Patógenos alimentares (Salmonella, Staphylococcus) e Megasphaera ganham a capacidade de proliferar. Exige controle de pasteurização drástico.

# O Paradoxo do Álcool: Quando os Obstáculos Caem



## Cerveja Tradicional (pH <4.5, Etanol presente)

- **Patógenos:** Patógenos de origem alimentar (*Salmonella*, *Staphylococcus*) não sobrevivem.
- **Deteriorantes:** Restrito a cepas específicas de LAB (*Lactobacillus*, *Pediococcus*) com genes de resistência ao lúpulo (HorA).



## Low / Sem Álcool (pH 4.0-4.5+, Zero Etanol)

- **O Colapso da Defesa:** Sem etanol e com pH mais alto, a suscetibilidade à infecção dispara.
- **Novos Inimigos:** Bactérias entéricas, aeróbicas e formadoras de esporos (ex: *Bacillus*) tornam-se ameaças.
- **Contra-ataque:** Exige pasteurização agressiva (Altas UP).

# Cervejas sem álcool e a pasteurização obrigatória

## O Escudo Térmico: Elevando a Carga de Pasteurização



Bactérias (como *Lactobacillus delbrueckii* e *Pediococcus*) demonstram tolerância térmica significativamente maior em cervejas sem álcool. Tratamentos químicos (sorbatos/benzoatos) são ineficazes e não eliminam as colônias contaminantes.

# Cerveja sem álcool e o controle de pH

## O Fator Multiplicador: Controle Rigoroso de pH

A **pasteurização** atinge sua eficácia máxima quando apoiada **pela acidez**. Um pH baixo amplifica a **mortalidade celular** dos patógenos, bloqueando a captação de nutrientes.



# Referências


- Essa apresentação contém slides com design criado por IA. No entanto, o conteúdo foi retirado das referências abaixo:
- Asano, S., Suzuki, K., Iijima, K., Motoyama, H., Kuriyama, H. and Kitagawa, Y., Effect of morphological changes in beerspoilage lactic acid bacteria on membrane filtration in breweries. *J. Biosci. Bioeng.*, 2007, 104, 334-338.
- BAMFORTH, Charles W. **Beer a quality perspective**. Elsevier, 2009.
- Briggs, J.S. et al., *Brewing Science and Practice*, CRC Press LLC, 2004, 863p.
- Ficha Técnica e manual de aplicação Lisobeer, Prozyn, 2026.
- JUVONEN, Riikka. Strictly anaerobic beer-spoilage bacteria. In: **Brewing Microbiology**. Woodhead Publishing, 2025. p. 155-173
- KAHLE, Eva-Maria; ZARNKOW, Martin; JACOB, Fritz. Beer turbidity part 1: A review of factors and solutions. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v. 79, n. 2, p. 99-114, 2021. <https://doi.org/10.1080/03610470.2020.1803468>
- Kunze, W., *Technology Brewing and Malting*, 5a ed. internacional, Ed. VLB, Berlin, Alemanha, 2014
- NABLAB Best Practices Lallemand. Disponível em: <https://admin.lallemandbrewing.com/wp-content/uploads/2023/08/NABLAB-BP-ENG-Digital-LalBrew.pdf>
- OLŠOVSKÁ, Jana et al. Non-microbiological turbidity of beer: Part 2-a case study. **Fermentation Industry/Kvasný Průmysl**, v. 67, n. 6, 2021. <https://doi.org/10.18832/kp2021.67.523>
- PARADH, Ashtavinayak D. Gram-negative spoilage bacteria in brewing. In: **Brewing microbiology**. Woodhead Publishing, 2025. p. 139-153.
- RUSSELL, Inge; STEWART, Robert. microbial spoilage. **Brewing Microbiology**, p. 267, 2011.
- White, Chris; Zainasheff, Jamil, *Yeast: The practical guide to beer fermentation*, Brewers publication, 2010

# Obrigada!!

Lígia Marcondes



 [ligia.santos@agraria.com](mailto:ligia.santos@agraria.com)

 (24) 99868-8381

 @ligia.marcondes.3

