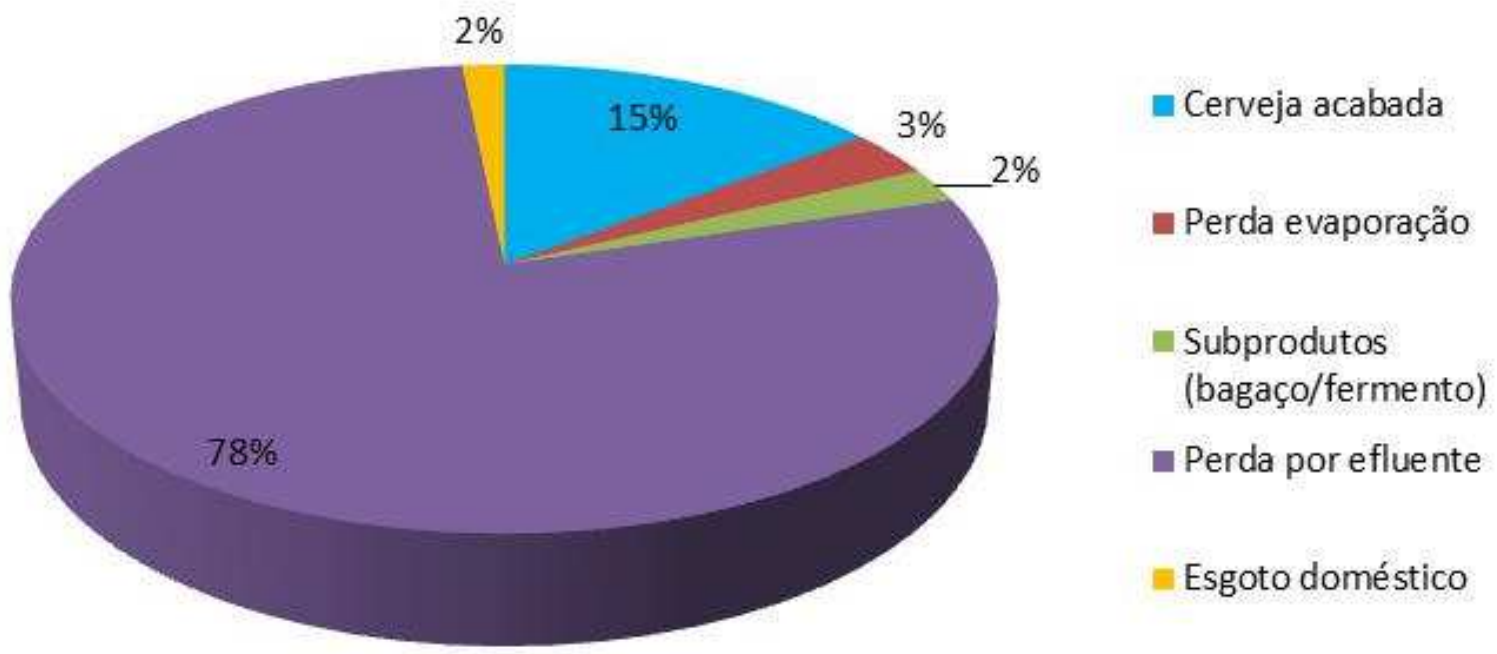
Água Cervejeira

Porque a água é tão importante?

- Critérios
  - Econômicos
  - Tecnológicos

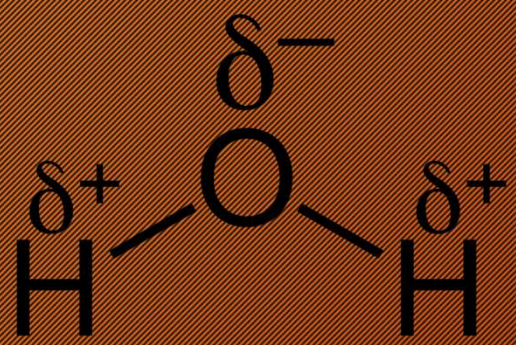


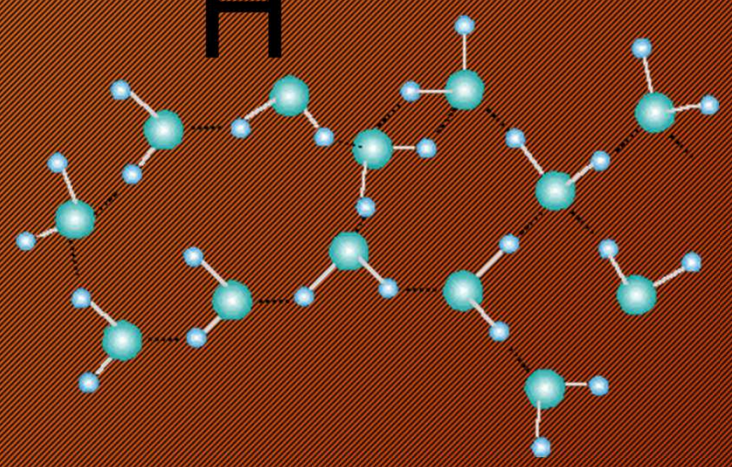
Relação água cerveja
3,5 – 12L H2O/L de cerveja

O que você está fazendo para reduzir este custo?

Qual o custo da sua água?

Mas afinal o que é a água?

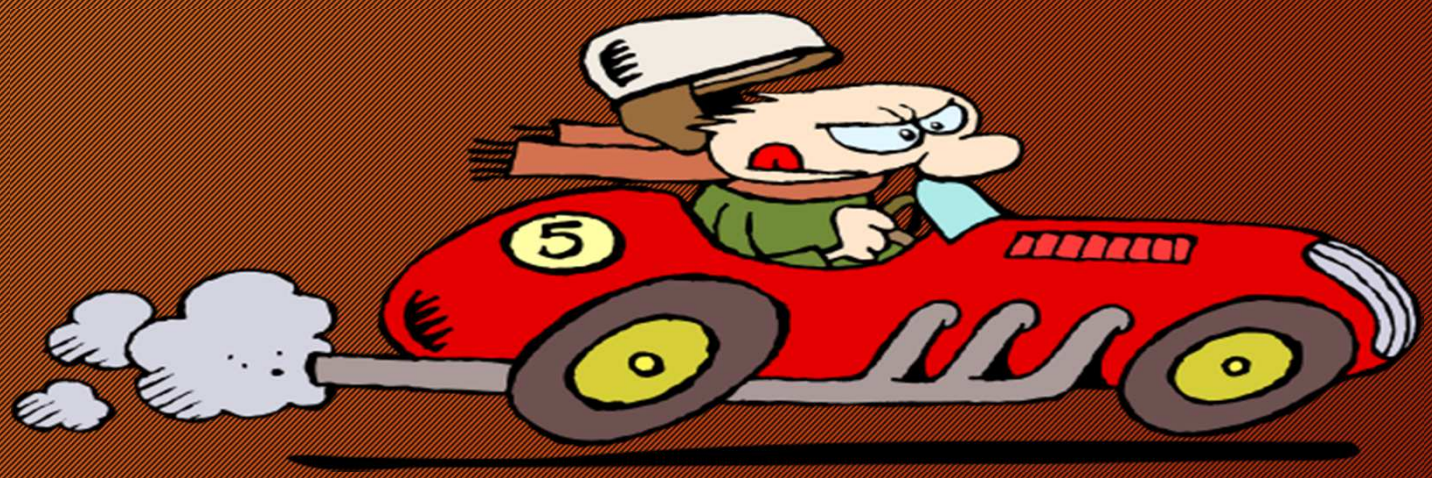




Propriedade	H_2O	H_2S
Peso molecular	18	34
Densidade	1,000	1,19 (líq.)
Viscosidade	1,002	-
PE (ºC)	100	- 60
PF (ºC)	0	- 83
Calor latente de vaporização (cal/mol)	9.750	4.500
Calor latente de liquefação (cal/mol)	80	-
Constante dielétrica	80,4 (20ºC)	5,75 (10ºC)
Momento dipolar	1,84	-

Ponto de Partida

Portaria 05/2017 do Ministério da Saúde



Água → Íons

Cátions

- Ca^{2+}
- Mg^{2+}
- Fe^{2+}
- Na^{+}

Ânions

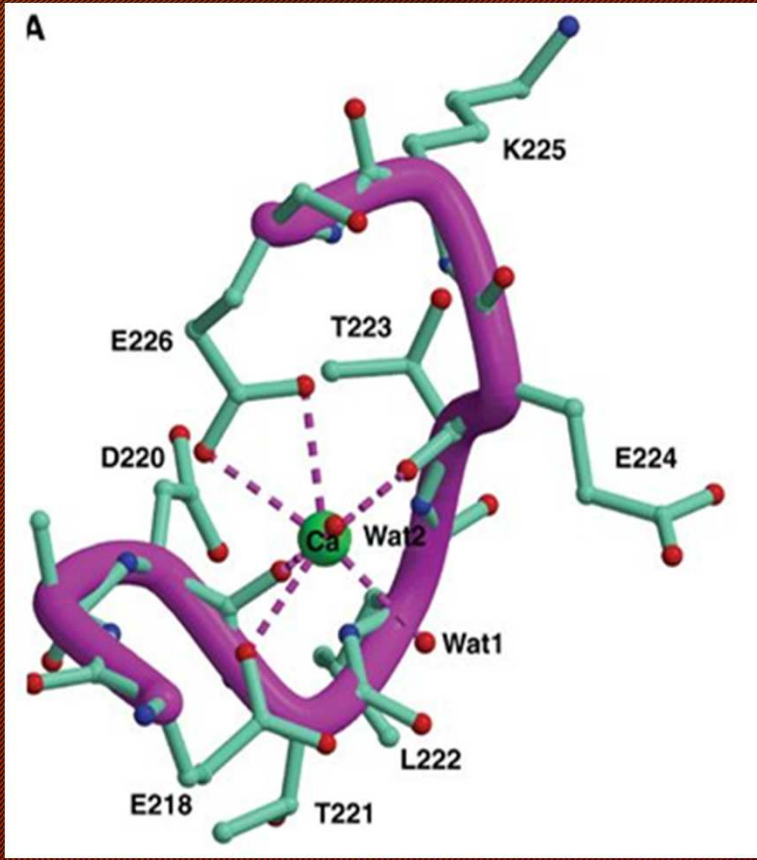
- HCO_3^-
- CO_3^{2-}
- Cl^-
- SO_4^{2-}

Cálcio

- Estabilização de enzimas (α-amilase)
- 100 ppm de Ca^{2+} reduzem 0,4 unidades pH

$$3Ca^{2+} + 2HPO_4^{2-} + 2OH^- \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 2H_2O$$

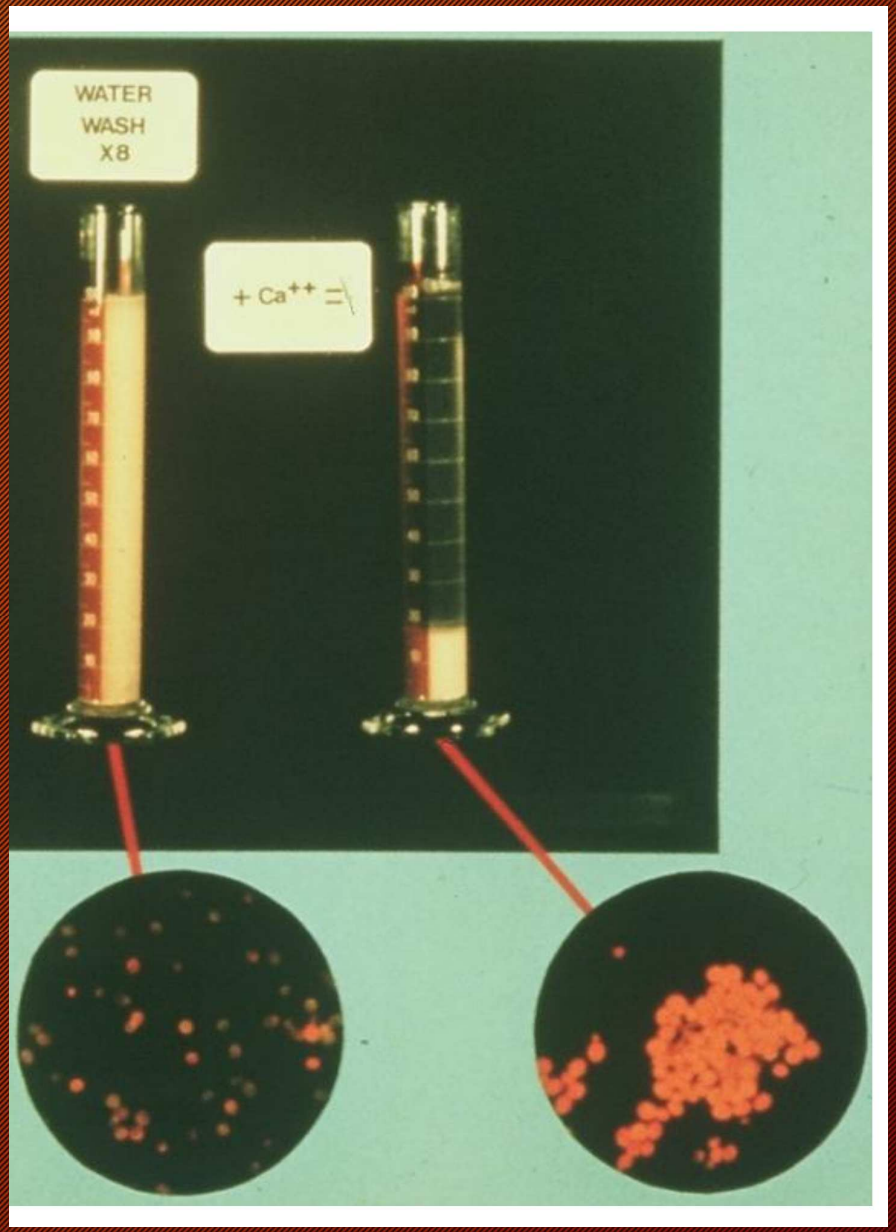
$$3Ca^{2+} + 2HPO_4^{2-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 2H^+$$



Cálcio

- Sugeridas quantidade de 20 – 150 mg/L ao longo do processo, dependendo do tipo de cerveja (Em cervejas valores no produto acabado na faixa de 40 – 60 mg/L)
- Adicionar – 2/3 na mostura, 1/3 fervura
- Cerca de 50% do cálcio presente no mosto é perdido ao longo do processo

Cálcio *vs.* Floculação



Magnésio

- Sugeridas concentrações máximas de 30 mg/L
- Além da água, malte também é fonte de magnésio
- Concentrações elevadas podem levar ao aparecimento de paladar que vai do azedo ao amargo
- Acima de 125 ppm – Efeito laxante e diuréticos

Dureza

- Água Dura – Rica em Íons de carga +2 e +3
  - Na Cerveja – Principais íons são cálcio e Magnésio
- Laudo
  - Dureza Cálcica = 90 mg/L $CaCO_3$
  - Target 50 mg/L de Cálcio = ?
  - Tenho ou não que adicionar Cálcio ??????????

- 90 mg/L $CaCO_3$ = 36 mg/L de Cálcio
- Sais de Cálcio
  - $CaCl_2$ = 38,85 mg/L
  - $CaCl_2.2H_2O$ = 51,45 mg/L

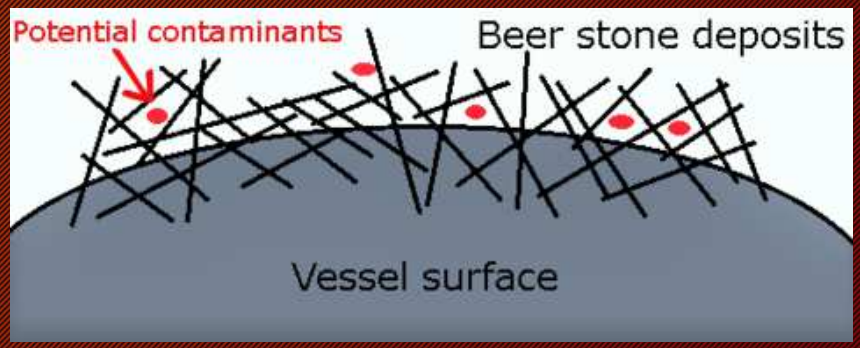
Carbonatos e Bicarbonatos

- Impacto no pH – Ação alcalinizante
- Interferência na ação enzimática
- Extração de Polifenóis da casca do malte
- Cor
- Formação de trub
- Recomendação valores máximos de 50 mg/L

Lab Wort pH (Congress Mash)

Malt	pH
Wheat	6.10
Pils	5.93
Helles	5.88
CaraPils	5.75
Munich	5.65
CaraHell	5.48
CaraDunkel	5.30
Roasted	5.07
Acidulated	3.50

Incrustações



Alcalinidade

- Quantidade de ácido em meq/L necessária para converter carbonatos e bicarbonatos na água em gás carbônico (pH = 4,3)
- Concentração < 50 ppm
- Alcalinidade ≠ pH
- Alcalinidade Residual = Alcalinidade Total – (Ca^{2+}/3,5 + Mg^{2+}/7)

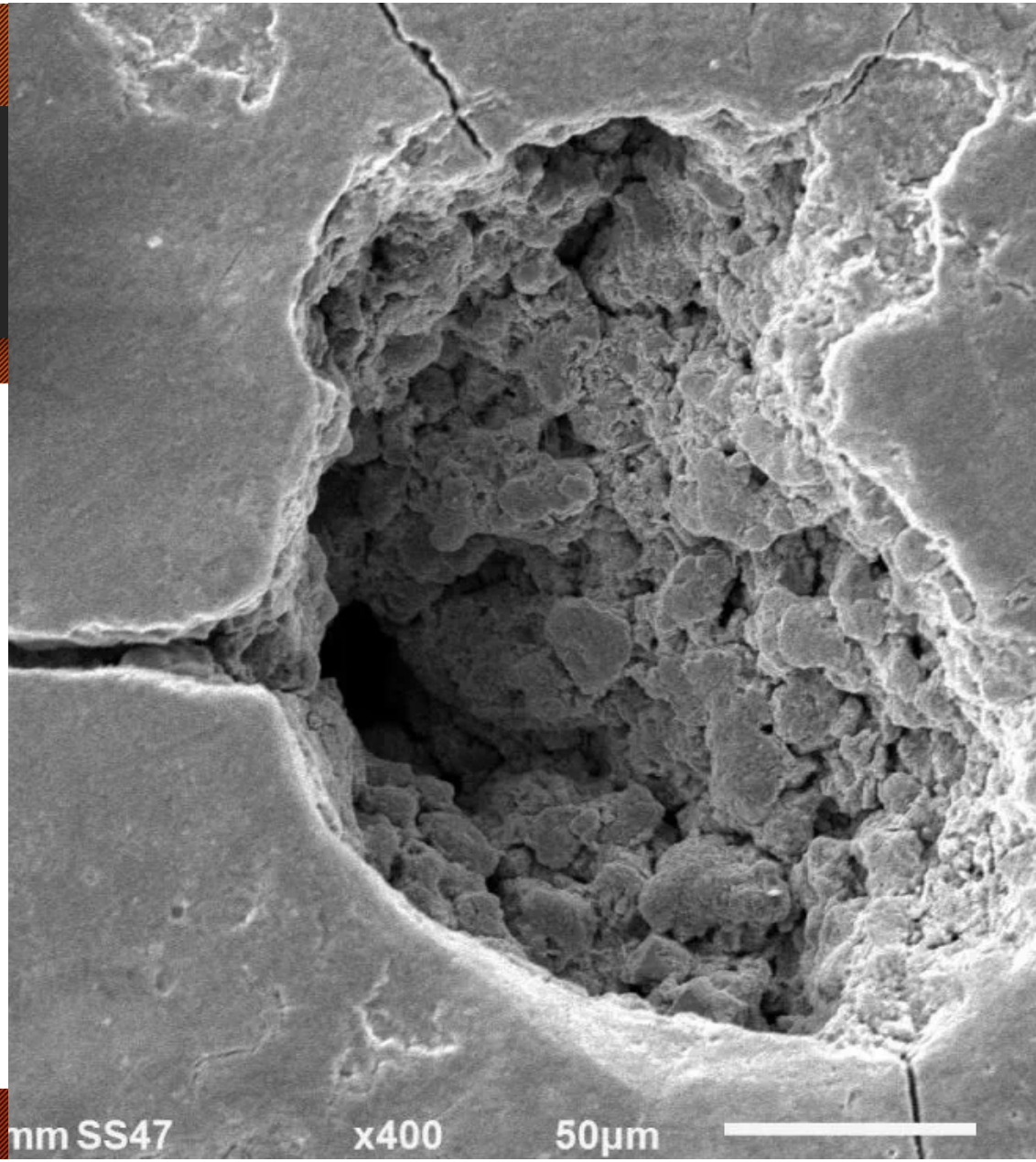
Ferro

- Escurecimento através de interações como substâncias fenólicas do mosto e cerveja
- Pode delegar paladar metálico, adstrigente ou “sanguíneo” a cerveja
- Promove instabilidade sensorial e coloidal a cerveja
- Valores > 1 mg/L são tóxicos a levedura
- Recomendação de valores < 0,1 mg/L

Ferro e corrosão

Aço inoxidável x Ferro, Cloro

- $Fe + HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$
- $FeCl_2 + 2\,H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + 2\,HCl$
- $Fe(OH)_2 + H_2O + 1/2\,O_2 \rightarrow 2\,Fe(OH)_3$
- $2\,Fe(OH)_3 \xrightarrow[-\,2\,H_2O]{} Fe_2O_3 \cdot H_2O$

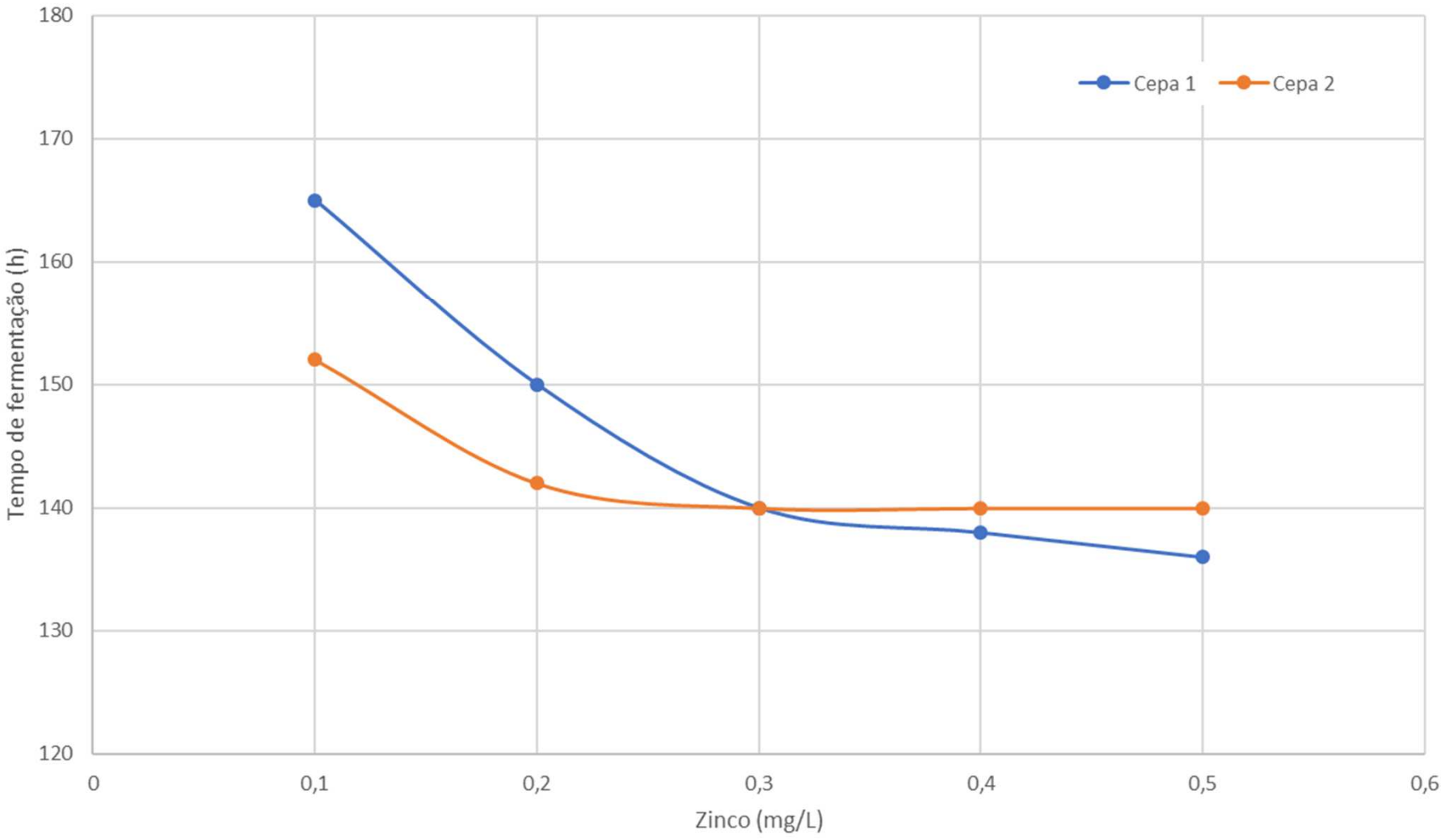


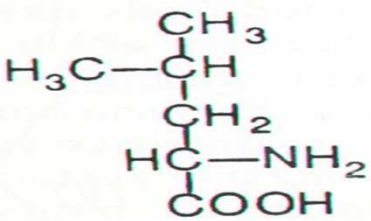
Cobre (Cu^{2+})

- Mais comum na cerveja quando os equipamentos eram confeccionados com cobre (corrosão)
- Pode aparecer na cerveja através da contaminação do lúpulo com fungicidas contendo cobre na composição
- Valores acima de 0,1 mg/L são tóxicos e mutagênicos para o fermento, levando a diminuição de sua atividade

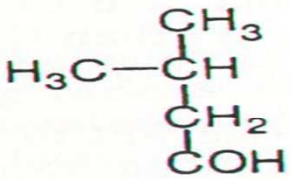
Zinco (Zn^{2+})

- Importante cofator enzimatico (por exemplo álcool desidrogenase)
- Valores recomendados de 0,15 a 0,2 mg/L (Max. 0,5 mg/L)
- Valores elevados podem levar a intoxicação da leveduras

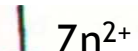

180
170
160
150
140
130
120
Tempo de fermentação (h)
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
Zinco (mg/L)
Cepa 1
Cepa 2

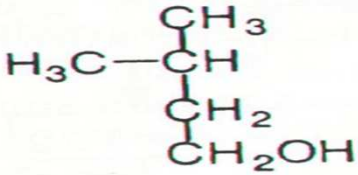


Leucina

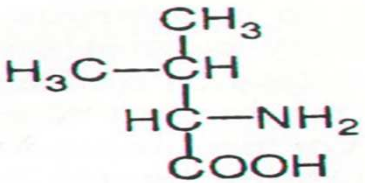


iso-valeraldeído

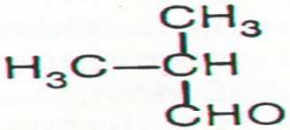




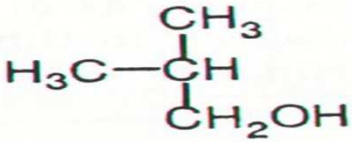
Álcool iso-amilico
2-metil-1-butanol



Valina



Iso-butiraldeído



Álcool iso-butílico
2-metil-1-propanol

Cloreto (Cl^-)

- Normalmente sobre a forma de NaCl
- Melhora a sensação de corpo na cerveja e pode delegar uma certa doçura ao produto
- Valores sugeridos de 75 a 150 mg/L (até 100 mg/L)
- Valores mais altos podem levar ao aparecimento de um sabor salgado na cerveja.

Sulfato (SO_4^{2-})

- Conc. Ideal = 0 – 250 ppm
- 50 a 150 ppm amargas
- 150 a 250 ppm muito amargas
- Acentua a característica amarga do lúpulo, tornando-a mais seca
- Acima de 400 ppm passa a delegar um gosto adstringente e desagradável
- Cloreto/Sulfato - Remoção pode ser feita por troca iônica, ou osmose reversa

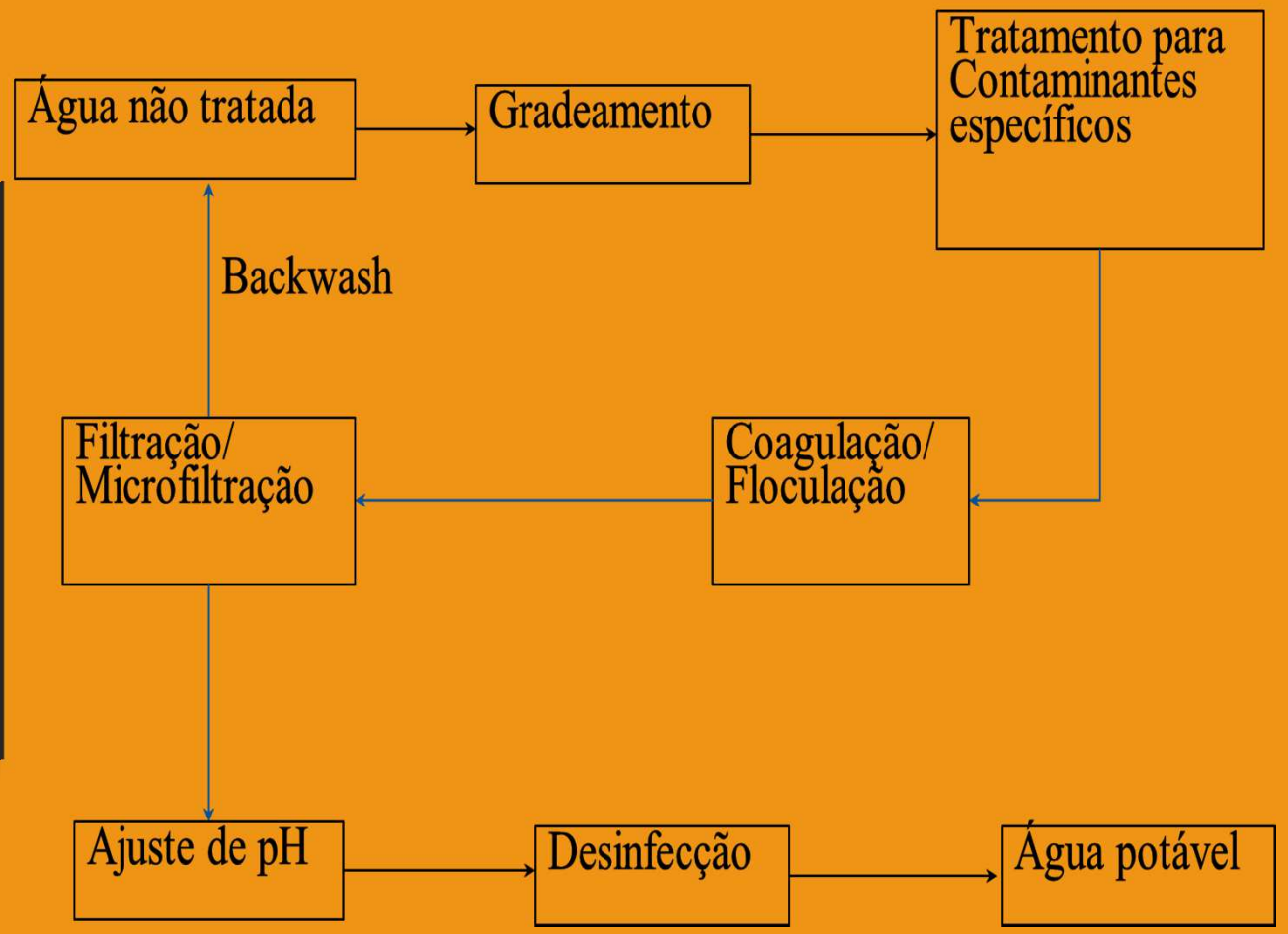
Relação Sulfato x Cloreto

- Pale Ales 2:1 até 3:1
- Mild Ale 2:3
- Stout Preferência pelo Cloreto

Nitratos e Nitritos

- Valores Elevados podem indicar contaminações do aquífero por adubo, fertilizantes ou por matéria orgânica em decomposição
- Tóxicos para a levedura
- Nitrito pode reagir com taninos gerando complexos coloridos
- Nitrito pode ser convertido por microrganismos a nitrosaminas potencialmente cancerígenas
- Valores sugeridos
- NO^{3-} < 5 mg/L e NO^{2-} < 0,1-0,5 mg/L

Tratamento


Água não tratada
Gradeamento
Tratamento para Contaminantes específicos
Backwash
Filtração/ Microfiltração
Coagulação/ Floculação
Ajuste de pH
Desinfecção
Água potável

Obrigado

José Gonçalves Antunes
SENAI/RJ
Tel. (21) 2563-4741
E-mail: jgantunes@firjan.com.br