



# Água para cerveja

Uma abordagem prática

Felipe B

ACerva Candanga / Março - 2017

# Água para cerveja

- *Ementa:*
  - Conceitos físico-químicos
  - Água no DF
  - Água na brassagem
  - Técnicas de filtragem e correção de água
  - Aula prática: usando o Bru n' Water
  - Discussão e casos práticos

# Água na cerveja?

- A água é o principal ingrediente da cerveja - quase 95% da cerveja é feita de água.
- A manipulação da água ainda é vista como um bicho de 7 cabeças para muitos cervejeiros, pois envolve várias análises especializadas, interações químicas complexas e medições precisas.

# Água na cerveja?

- Na prática, trabalhar com a água da cerveja não é nada complicado. Entendendo os fundamentos químicos, as técnicas para correção de água e usando o equipamento certo, a correção da água acaba se tornando só mais um passo no nosso processo de brassagem.

# Água na cerveja?

- ***Objetivo principal do curso: dar o conhecimento básico de manipulação da água para cervejeiros caseiros.***

# Água na cerveja?

- **Importante: mexer na água não vai tornar uma cerveja ruim numa cerveja boa.** Em geral, a correção da água é um dos detalhes necessários para transformar uma cerveja boa numa excelente.

# Conceitos químicos

- O que é pH?
- O *pH (potencial de hidrogênio)* é a medida de acidez ou basicidade de uma solução aquosa. *Essencialmente, é calculada por:*

$$\text{pH} = -\log_{10} [a_{\text{H}^+}]$$

# Conceitos químicos

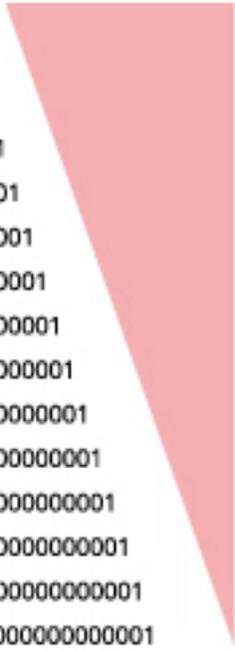
- Ou seja, é o logaritmo da concentração de íons  $H^+$  da solução.
- Uma solução neutra (água pura, por exemplo) tem pH de 7,0. Soluções básicas tem pH entre 7,0 e 14,0. Já soluções ácidas tem pH entre 0 e 7,0.

# Conceitos químicos

- É importante notar que a escala é logarítmica. Ou seja, uma solução com pH de 4,0 tem 10 vezes mais íons  $H^+$  do que uma solução com pH de 5,0, e 100 vezes mais do que uma com pH 6,0.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

|    |            |                  |
|----|------------|------------------|
| 0  | $10^0$     | 1                |
| 1  | $10^{-1}$  | 0.1              |
| 2  | $10^{-2}$  | 0.01             |
| 3  | $10^{-3}$  | 0.001            |
| 4  | $10^{-4}$  | 0.0001           |
| 5  | $10^{-5}$  | 0.00001          |
| 6  | $10^{-6}$  | 0.000001         |
| 7  | $10^{-7}$  | 0.0000001        |
| 8  | $10^{-8}$  | 0.00000001       |
| 9  | $10^{-9}$  | 0.000000001      |
| 10 | $10^{-10}$ | 0.0000000001     |
| 11 | $10^{-11}$ | 0.00000000001    |
| 12 | $10^{-12}$ | 0.000000000001   |
| 13 | $10^{-13}$ | 0.0000000000001  |
| 14 | $10^{-14}$ | 0.00000000000001 |



# Conceitos químicos

- **Muito importante:** o pH inicial da água de processo (água para fazer cerveja) não é muito relevante! O importante é que a água tenha uma baixa **alcalinidade**.

# Conceitos químicos

- **Alcalinidade:**
- Capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos fracos. Ou seja, é a medida do "efeito *buffer*" da água, e mede quanto o pH vai mudar dada uma quantidade de ácido.

# Conceitos químicos

- Na prática: é a quantidade de **carbonatos e bicarbonato** presentes na solução aquosa, e mede quanto uma solução **resiste** a mudança de pH.

# Conceitos químicos

- Medida através de titulação, ou seja, medindo a quantidade de ácido sulfúrico necessário até que a solução chegue ao pH de 4,3.
- Em Brasília: **alcalindade extremamente baixa.**

# Conceitos químicos

- Exemplo:
  - Água com alcalinidade de 1 ppm de  $\text{HCO}_3^-$ , pH de 8,4
  - 20 ml de ácido fosfórico 1%
  - **pH final: 0,97**

# Conceitos químicos

- Água com alcalinidade de 10 ppm de  $\text{HCO}_3$ ,  
pH de 8,4
- 20 ml de ácido fosfórico 1%
- **pH final: 1,29**
- Água com alcalinidade de 100 ppm de  $\text{HCO}_3$ ,  
pH de 8,4
- 20 ml de ácido fosfórico 1%
- **pH final: 4,0**

# Conceitos químicos

- Uma água com **alcalinidade baixa** pode ser **facilmente modificada para o pH desejado** durante a maceração, tanto por elementos externos (sais de correção e ácidos) como pela própria química presente na maceração.
- **Lembre-se: alcalinidade baixa = bom para fazer cerveja!**

# Conceitos químicos

- **Sais, ions, cátions, ânions...**
  - Ion é um átomo (ou molécula) cujo número de elétrons não é igual ao número de prótons - ou seja, ele tem uma carga.
- **Cátions tem carga positiva:**
  - $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$
- **Ânions tem carga negativa.**
  - $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$

# Conceitos químicos

- **Ácidos** são substâncias que geram  $H^+$  e um ânion em solução aquosa. Bases geram  $OH^-$  e um cátion.
- Sais são compostos químicos que em solução aquosa, formam um cátion e um ânion.
  - Principais:  $CaCl$ ,  $CaSO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $NaCl$ ,  $NaHCO_3$

# Conceitos químicos

- Parâmetros da água
  - pH e Alcalinidade
  - **Potabilidade**
    - Em primeiro lugar, a **água para fazer cerveja deve ser potável** - ou seja, segura para consumo humano.
    - Além disso, ela não deve ter **nenhum tipo de odor ou sabor**, pois isso certamente afetará a qualidade do produto final.

# Conceitos químicos

- Em linhas gerais, a água deve atender os parâmetros da ANVISA. Em especial, destaca-se a ausência de E. Coli (“*coliformes fecais*”), controle dos metais e demais inorgânicos nocivos para saúde e controle dos desinfetantes (cloro).

# Conceitos químicos

- Os laboratórios de água estão equipados para análise contínua dos parâmetros da ANVISA. Os parâmetros de interesse dos cervejeiros são muito constantes ao longo do tempo (são parâmetros quase "fixos" de um determinado reservatório) e não necessitam de re-análise. Importante: esses íons não mudam significativamente com a distribuição da água!

# Conceitos químicos

- Para **águas de poços artesianos**, a **análise periódica da água é fundamental**. Além disso, a ausência de agente desinfetante torna ela não recomendada para consumo humano, especialmente se ela for armazenada.

# Conceitos químicos

- Cálcio –  $\text{Ca}^{2+}$ 
  - Um dos principais íons durante a **maceração** - afeta a **dureza e alcalinidade**, mas em concentrações normais não modifica o sabor da cerveja.
  - Durante a mostura, o cálcio é um dos principais elementos responsáveis pela estabilização do pH.

# Conceitos químicos

- Cálcio –  $\text{Ca}^{2+}$ 
  - O cálcio reage com os fosfatos presentes no malte para baixar o pH - a reação libera íons  $\text{H}^+$  (ou seja, **acidificam**) e fosfato de cálcio

# Conceitos químicos

- Cálcio –  $\text{Ca}^{2+}$
- O cálcio é benéfico pois:
  - Melhora a floculação de trub e leveduras (ou seja, auxilia na clarificação)
  - É um nutriente para levedura
  - Limita a extração de taninos durante a lavagem (diminui a astringência)

# Conceitos químicos

- Cálcio –  $\text{Ca}^{2+}$ 
  - Concentração ideal: 50-100 ppm
  - Acima de 100 ppm: tende a retirar muito fósforo da solução (fósforo é um nutriente essencial para as leveduras)
  - Abaixo de 50 ppm: **pode ser utilizado em cervejas muito claras** (pilsens / light lagers), pois o malte tem uma quantidade mínima de cálcio para as leveduras se reproduzirem.

# Conceitos químicos

- Cálcio –  $\text{Ca}^{2+}$ 
  - Na **mostura**, o cálcio é uma das principais ferramentas para ajuste do pH. Todavia, na água de lavagem, fervura e fermentação, ele não modifica o pH pois não temos malte presente nessas etapas!

# Conceitos químicos

- Na República Checa (em Pilsen), a **água quase não tem cálcio**.
- Brasília: quase não tem cálcio!
  - Excelente pois é fácil de manipular a água.

# Conceitos químicos

- Magnésio –  $Mg^{2+}$ 
  - Segundo ion utilizado para controle de pH na maceração, pois também reage com os fosfatos presentes na casca do malte. Todavia, seu efeito é muito reduzido em comparação ao cálcio, e seu limite de uso é muito baixo.
  - Magnésio tem sabor muito sutil, mas pode ser astringente em concentrações elevadas.

# Conceitos Químicos

- Magnésio –  $Mg^{2+}$ 
  - Concentração ideal: 0-30 ppm
  - O malte já contém o mínimo de magnésio para nutrição das leveduras. Magnésio ajuda na floculação das leveduras.

# Conceitos Químicos

- Sódio – Na<sup>+</sup>
  - O sódio ajuda a "arredondar" o sabor em baixas concentrações, mas é bastante tóxico para levedura em altas concentrações.
  - Concentração ideal: 0-60 ppm
  - Normalmente o sódio só é introduzido quando queremos aumentar a alcalinidade (bicarbonato de sódio) ou os cloretos (com cloreto de sódio - sal).

# Conceitos Químicos

- Cloreto – Cl<sup>-</sup>
  - **Um dos íons mais importantes para o sabor da cerveja**, junto com o sulfato. O cloreto aumenta a percepção de maltado/ doçura (fullness) presente na cerveja.

# Conceitos Químicos

- Cloreto – Cl<sup>-</sup>
  - Concentração ideal: 10-100 ppm
  - Em cervejas com muito sulfato (mais de 100 ppm), evitar ter cloretos acima de 50 ppm, para evitar um sabor "mineral".

# Conceitos Químicos

- Sulfato –  $\text{SO}_4^-$ 
  - O sulfato aumenta a percepção de amargor e secura (dryness) em cervejas muito lupuladas. **É essencial para controlar o sabor junto com os cloretos.**

# Conceitos Químicos

- Sulfato –  $\text{SO}_4^-$ 
  - Concentração ideal: 0-150 ppm, ou 0-350 se a cerveja for  **muito**  lupulada.
  - Cuidado! Concentrações mais elevadas
    - cheiro de enxofre/ovo

# Conceitos Químicos

- Razão Sulfato/Cloreto
  - A razão sulfato/cloreto é uma excelente ferramenta para guiar a percepção que sua cerveja terá. Cervejas com muito mais sulfato são secas e amargas, enquanto com muito cloreto são maltadas.
  - Cálculo: Concentração de Sulfato/  
Concentração de Cloreto

### Sulfate/Chloride Ratio Effects\*

| Perception        | SO <sub>4</sub> /Cl Ratio |
|-------------------|---------------------------|
| Very Bitter / Dry | > 2                       |
| Bitter            | 2                         |
| Balanced          | 1.3                       |
| Malty             | 0.75                      |
| Very Malty / Full | 0.5                       |

\*for **Chloride** between 25 and 100 ppm

# Conceitos Químicos

- Lembre-se que a razão **aumenta a percepção de sabor!!** Uma IPA com 75 IBU vai continuar amarga mesmo com uma razão  $\text{SO}_4/\text{Cl}$  de 0,5.

# Conceitos Químicos

- Bicarbonatos e carbonatos –  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^-$ 
  - Os bicarbonatos e carbonatos são os principais responsáveis pela alcalinidade da água, ou seja, pelo efeito buffer da água no pH.
  - Na prática, caso o bicarbonato não seja neutralizado pelo ácido presente no malte e pelas reações químicas da mostura, o pH sobe com o bicarbonato.

# Conceitos Químicos

- Bicarbonatos e carbonatos –  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^-$ 
  - Em Brasília, a água quase não tem bicarbonatos. Carbonatos são muito raros em Brasília (somente aparecem em pHs mais elevados)
  - **Alcalinidade = Concentração de bicarbonatos x 0,83**

# Conceitos Químicos

- Bicarbonatos e carbonatos –  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ 
  - Para cervejas claras, o uso de bicarbonatos é raro. Para as escuras, é essencial para colocar o pH na faixa correta (sem ele, a cerveja ficaria muito ácida).
  - Importante: **nunca** queremos bicarbonatos na água de lavagem! A água de lavagem deve ter alcalinidade baixa

# Conceitos Químicos

- Dureza
  - Dureza esta ligado a quantidade de íons de **cálcio e magnésio** de uma solução.
  - Água dura – muito cálcio e magnésio (não gera espuma)
  - Água mole – pouco cálcio e magnésio

# Conceitos Químicos

- Dureza
  - Dureza temporária => acontece quando o cálcio/magnésio estão ligados a carbonatos e bicarbonatos.
  - A dureza temporária pode ser reduzida pela pré-fervura da água. Os sais vão **precipitar** para fora da solução.

# Conceitos Químicos

- Dureza
  - Dureza permanente => acontece quando o cálcio/magnésio estão ligados a cloretos e sulfatos.
  - A manipulação de água para cerveja acontece principalmente adicionando sais que aumentam a dureza permanente! Cloreto de cálcio, sulfato de cálcio, sulfato de magnésio, etc.

# Conceitos Químicos

- Ferro –  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$ 
  - Os íons de ferro são os responsáveis pelo sabor metálico na cerveja.
  - Normalmente, está associado a tubulações antigas (Asa Sul, Lago Sul, etc.) ou em ferrugem em parte do equipamento. Felizmente, é facilmente detectado pelo paladar.
  - Concentração para cerveja: 0
  - Limiar de detecção: 0,3 ppm

# Conceitos Químicos

- Cloro
  - **Não confundir Cloro com Cloreto!!**
  - O cloro é o principal agente desinfetante de água usado no Brasil. Ele é fundamental para evitar contaminações da água durante seu armazenamento e transporte (canos). Além disso, a sua presença ainda protege e equipamentos como bombas e caixas d'água de contaminações e formação de biofilme.

# Conceitos Químicos

- Cloro
  - O cloro deve ser removido para fabricação da cerveja, para evitar o off-flavor de clorofenol. Todavia, a água sem cloro não deve ser armazenada para prevenir contaminação!
  - A remoção pode ser feita por fervura ou carvão ativado.

# Conceitos Químicos

- Nitrito, Nitrato, Manganês, Flúor
  - Não importam muito para cerveja em concentrações potáveis. Todavia, se anormais, podem indicar alguma contaminação mais séria.

# Conceitos Químicos

- Condutividade
  - A condutividade é um excelente indicador inicial da quantidade de íons estão dissolvidos na água. Se uma água tem baixa condutividade, ela muito provavelmente terá uma dureza e alcalinidade baixa.

# Águas do DF

- Tipos de água
  - Existem dois tipos básicos de "fontes" de água: águas de reservatórios superficiais (lagos, rios, etc.) e águas subterrâneas.

# Águas do DF

- As águas de reservatórios superficiais são alimentadas pela chuva e nascentes. Essas águas tendem a ter poucos íons, pois a água fica pouco tempo em contato com o solo. Todavia, a qualidade dessas águas depende muito do manejo ambiental do reservatório
- Já as águas subterrâneas (de poços profundos) dependem muito do tipo de rocha do reservatório.

# Águas do DF

- O sistema da CAESB usa tanto poços profundos como reservatórios superficiais. O tipo de água vai depender do local do usuário.
- Hoje a CAESB conta com:
  - 9 estações de tratamento de água
  - 17 unidades de tratamento simplificado
  - 39 unidades de cloração de poços

# Águas do DF

- A grande maioria das águas da CAESB tem dureza e alcalinidade muito baixa. Todavia, alguns locais pontuais (exemplo: Fercal) tem níveis elevados de minerais e devem ser analisados.

# Águas do DF

- A maior parte da população de Brasília é abastecida por três unidades da CAESB: a ETA Brasília (capacidade: 2,8 m<sup>3</sup>/s), ETA Rio Descoberto (capacidade: 6 m<sup>3</sup>/s) e ETA Pípiripau (capacidade: 0,6 m<sup>3</sup>/s). Todas as outras unidades tem capacidade inferior a 0,2 m<sup>3</sup>/s.

# ETA Brasília



# ETA Rio Descoberto



# Águas do DF

- Locais de atendimento da ETA Brasília:
- Asa Sul, Asa Norte, Cruzeiro, Sudoeste, Octogonal, Lago Norte, Paranoá, Itapoã, Lago Sul e Jardim Botânico

# Águas do DF

- Perfil mineral típico da água da ETA Brasília (valores em ppm)

## ETA Brasília - Santa Maria

|             |     |
|-------------|-----|
| Cálcio      | 3.1 |
| Magnésio    | 0.2 |
| Sódio       | 0.6 |
| Potássio    | 0.1 |
| Ferro       | 0   |
| Bicarbonato | 4.7 |
| Carbonato   | 0   |
| Sulfato     | 0.2 |
| Cloreto     | 3.5 |
| Nitrato     | 0   |
| Nitrito     | 0   |
| Fluoreto    | 0.8 |

# Águas do DF

- Locais de atendimento da ETA Rio Descoberto:
- Ceilândia, Taguatinga, Vicente Pires, Águas Claras, Samambaia, Riacho Fundo I e II, Recanto das Emas, Gama, Santa Maria, Núcleo Bandeirante, Park Way, Guar´a e Candangolândia

# Águas do DF

- Perfil mineral típico da água da ETA Rio Descoberto (em ppm):

## ETA Rio Descoberto

|             |     |
|-------------|-----|
| Cálcio      | 5.6 |
| Magnésio    | 0.4 |
| Sódio       | 1.7 |
| Potássio    | 0.7 |
| Ferro       | 0   |
| Bicarbonato | 8.4 |
| Carbonato   | 0   |
| Sulfato     | 3.5 |
| Cloreto     | 3.7 |
| Nitrato     | 0.3 |
| Nitrito     | 0   |
| Fluoreto    | 0.6 |

# Águas no DF

- É muito importante destacar que, no caso de Brasília, não há sazonalidade devido ao revezamento de reservatórios ou a variações devido as chuvas. O perfil é muito constante.

# Águas no DF

- Esses parâmetros não fazem parte do monitoramento contínuo da água, e são analisados sob demanda (semestralmente). Outros parâmetros, como condutividade e dureza, são analisados com frequência e indicam indiretamente mudanças no perfil típico.

# Águas no DF

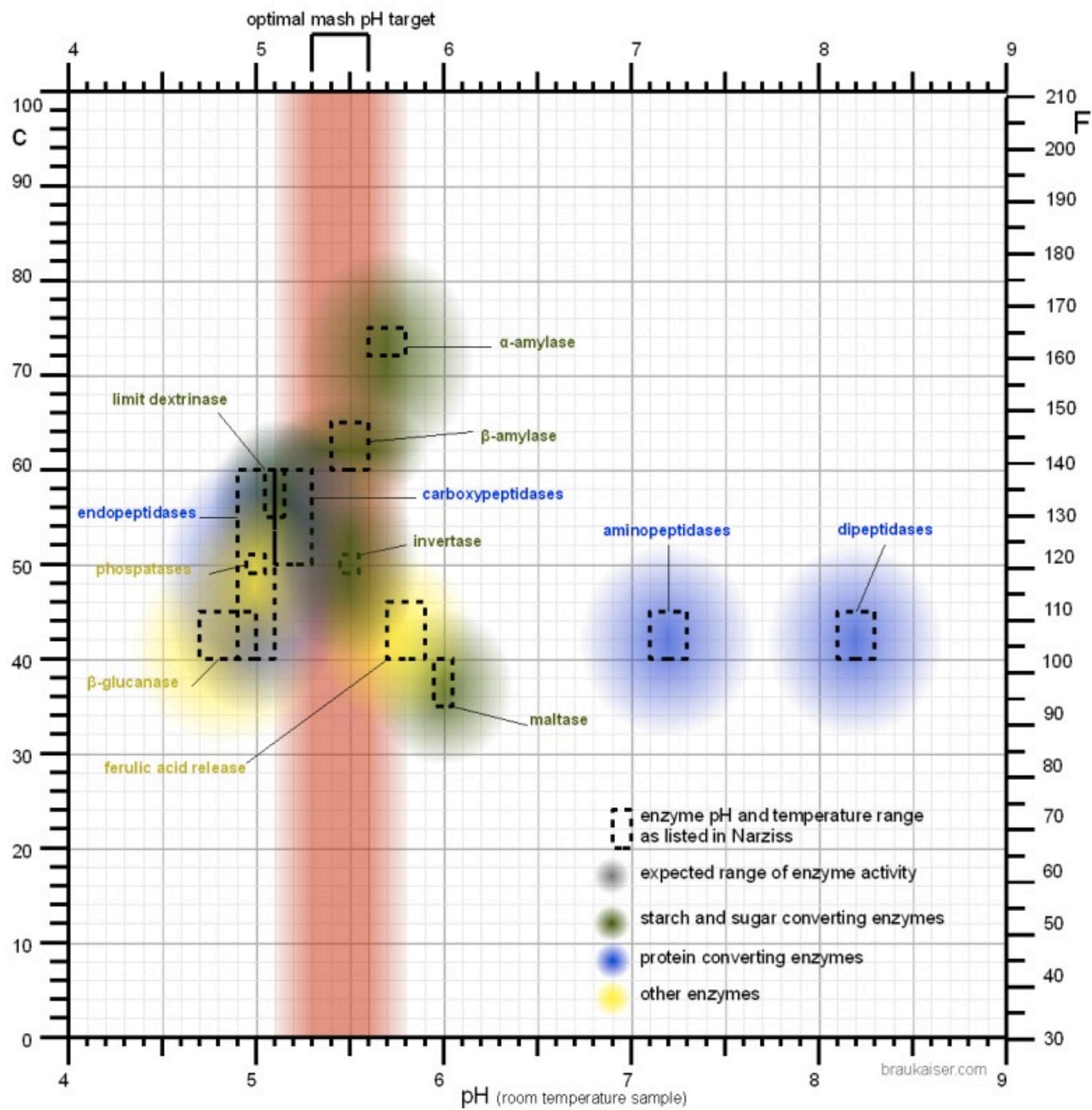
- O perfil também muda muito pouco com a distribuição e tratamento da água. O que pode ocorrer na distribuição é:
  - Aumento de sedimentos (tubulação velha)
  - Aumento de metais dissolvidos (ferro/cobre), devido a tubulações mal cuidadas
- Felizmente, esses problemas são facilmente detectados pela cor e sabor da água.

# Água para o cervejeiro

- Para otimizar a fabricação da cerveja, buscamos características diferentes da água dependendo da etapa do processo. Em linhas gerais, podemos dividir o processo nas seguintes etapas:
  - Mostura
  - Lavagem
  - Fervura
  - Fermentação
  - Produto final

# Água para o cervejeiro

- Na etapa de mostura, o principal objetivo é deixar o **pH na faixa adequada** para otimizar a atividade enzimática desejada.



# Água para o cervejeiro

- Além disso, um pH adequado irá melhorar diversas qualidades físico-químicas (cor, claridade, solubilidade de nutrientes para leveduras, etc.) da cerveja.
- A faixa considerada ideal para fabricação de cervejas é entre 5,2 - 5,8. Todavia, pHs específicos podem enfatizar características específicas da cerveja.

# Água para o cervejeiro

| Suggested Mashing pH Targets (room-temp measurement) |                      |
|------------------------------------------------------|----------------------|
| Character                                            | Target Mash pH Range |
| More fermentable wort with less body                 | 5.3 to 5.4           |
| Less fermentable wort with more body                 | 5.4 to 5.5           |
| More sharpness or tartness in beer                   | 5.1 to 5.2           |
| Lighter-colored beers                                | 5.3 to 5.4           |
| Darker-colored beers                                 | 5.4 to 5.6           |
| Hop-focused beers                                    | 5.3 to 5.5           |
| Malt-focused beers                                   | 5.2 to 5.3           |

# Água para o cervejeiro

- Muito importante: a medida de pH é sempre feita a temperatura ambiente (20-25 °C)!!
- Na etapa de brassagem, o controle do pH é feito essencialmente ajustando a **alcalinidade** e a **acidez**.
- Mas como podemos fazer isso?
  - Primeiramente, precisamos saber como o malte influencia o pH da mostura.

# Água para o cervejeiro

- Existem 4 tipos principais de malte:
  - Malte base: são maltes claros, com grande poder enzimático.
  - Exemplos: Pilsen, Pale, Vienna, Munique, Trigo
  - Malte cristal: maltes que foram caramelizados, com cores abaixo de 200 EBC
  - Exemplos: Melanoidina, CaraPils, CaraRed, CaraAmber, CaraMunique, CaraAroma

# Água para o cervejeiro

- Existem 4 tipos principais de malte:
  - Malte torrado: maltes que passaram por torreficação, normalmente com cor acima de 300 EBC.
  - Exemplos: Carafa, Carafa Special, Chocolate, Cevada Torrada, Black malt
  - Malte acidificado: malte com infusão de ácido láctico.

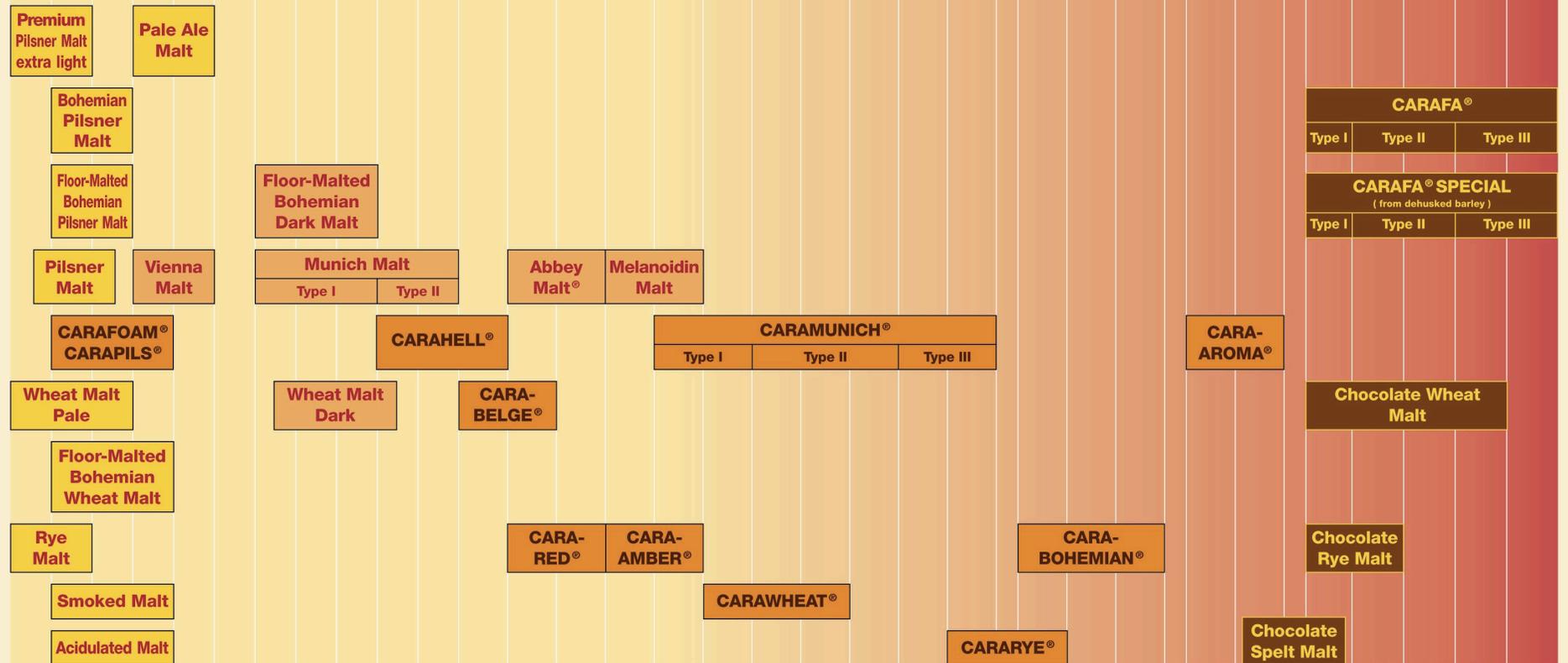
## Color Spectrum for Weyermann® Specialty Malts

Color (EBC) →

2 3 4 5 8 10 13 15 17 20 25 30 40 50 60 80 100 110 120 130 140 150 ... 190 200 210 ... 300 400 ... 800 1000 1200 1300 1400

Color (Lovibond) →

1.2 1.7 2.1 2.4 3.6 4.3 5.4 6.2 6.9 8.1 9.9 11.8 15.6 19.3 23.1 30.6 38.1 41.8 45.6 49.3 53.1 56.8 ... 71.8 75.6 79.3 ... 113 150 ... 300 375 450 488 525



# Água para o cervejeiro

- Cada tipo de malte traz uma carga diferente de ácido para a mostura:

| <b>Malt Acid Content Relationships</b> |                                              |
|----------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Malt Category</b>                   | <b>Acid Production (mEq / lb of malt)</b>    |
| Base                                   | $(0.28 \times \text{Lovibond Rating})$       |
| Crystal                                | $(0.21 \times \text{Lovibond Rating}) + 2.5$ |
| Roast                                  | 19                                           |
| Acid                                   | 95                                           |

# Água para o cervejeiro

- Ou seja: maltes tipo cristal (caramelizados) escuros tendem a **acidificar muito** a cerveja. Maltes muito claros ou muito escuros (torrados) não trazem muita carga de ácido.
- Assim, para controlar o nosso pH, a primeira etapa é saber qual a nossa receita, incluindo o tipo de malte a ser utilizado. Com isso, podemos começar a pensar no ajuste do nosso pH.

# Água para o cervejeiro

- O desafio do cervejeiro nessa etapa é balancear a acidez com a alcalinidade, dependendo da receita escolhida.
- Em geral, para cervejas muito claras, o deve cervejeiro **acidificar**, pois a tendência do pH é ficar muito baixo. Já para cervejas escuras, ele deve **alcalinizar** a água, para que o pH não fique muito baixo.

# Água para o cervejeiro

- As estratégias disponíveis para mudar o pH as seguintes:
  - Aumento da quantidade de cálcio e magnésio (acidifica)
  - Aumento da quantidade de bicarbonato (alcaliniza)
  - Adição de ácidos (acidifica)

# Água para o cervejeiro

- As estratégias disponíveis para mudar o pH as seguintes:
  - Uso de malte acidificado (acidifica)
  - Modificação da receita. Mais maltes claros - alcaliniza. Mais maltes caramelizados - acidifica.
  - Mudança da razão água/grão (depende do perfil da água)

# Água para o cervejeiro

- É por esse motivo que cervejas com águas com poucos mineirais (exemplo: Pilsen, na República Checa) tiveram muito sucesso com cervejas claras, pois a combinação de pouca
- Já em locais com elevada alcalinidade (Irlanda e Inglaterra), cervejas escuras eram as campeãs, pois o malte caramelizado levava a cerveja o pH ideal.

# Água para o cervejeiro

- Para Brasília, a dica é a seguinte:
  - Cervejas claras/marrons normalmente podem ser feitas somente ajustando o cálcio e magnésio. Talvez para alguns estilos onde o pH ideal seja próximo de 5,2-5,3, a correção final pode ser feita com ácido.
  - Cervejas escuras: o uso de bicarbonato para aumento da alcalinidade é obrigatório.
- É importante também a adição dos íons relacionados à saúde de leveduras e sabor.

# Água para o cervejeiro

- Água de lavagem
  - Para água de lavagem, o que importa é uma **alcalinidade baixa**. Queremos manter o pH constante durante o processo de lavagem, e os compostos químicos presentes na água da maceração já tem a alcalinidade e pH adequados. Não queremos modificar esse balanço.

# Água para cervejeiros

- ***Nunca se deve adicionar bicarbonato à água de lavagem. Todavia, correções dos demais íons (cálcio, magnésio, cloreto, sulfato) são importantes para manutenção da concentração correta durante a fervura.***

# Água para cervejeiros

- Em relação ao pH, para Brasília, como a alcalinidade é muito baixa, não há necessidade de acidificação da água de lavagem.

# Água para cervejeiros

- Fervura
  - Durante a fervura, os íons não são de muita importância. O que vai ocorrer é um aumento de concentração de íons, tendo em vista a perda de água por evaporação.
  - Essa é a última etapa onde a correção iônica pode ser feita. Alguns cervejeiros adicionam sais neste momento para aumento da quantidade de cálcio, magnésio, cloretos e sulfatos sem alterar o pH da mostura.

# Água para cervejeiros

- Fermentação
  - Nessa etapa, alguns íons, como cálcio e magnésio, são importantes para a saúde e bom desempenho das leveduras.

# Água para cervejeiros

- Produto final
  - A razão sulfato/cloreto é chave nessa etapa. Ela consegue melhorar bastante o sabor da cerveja final, se utilizado corretamente.

| Sulfate/Chloride Ratio Effects* |                           |
|---------------------------------|---------------------------|
| Perception                      | SO <sub>4</sub> /Cl Ratio |
| Very Bitter / Dry               | > 2                       |
| Bitter                          | 2                         |
| Balanced                        | 1.3                       |
| Malty                           | 0.75                      |
| Very Malty / Full               | 0.5                       |

\*for Chloride between 25 and 100 ppm

# Água para cerveja

- O importante é determinar qual a razão desejada para cerveja. Com essa informação, podemos escolher o que será adicionado a água de mostura, de lavagem e antes da fervura para obter o perfil desejado.

# Corrigindo a água

- A correção da água para produção de cervejas tem as seguintes etapas principais:
  - 1. Determinação do perfil de água a ser utilizado para cada cerveja

# Corrigindo a água

2. Correção da água para atingir o perfil desejado:

- Filtragem: remove íons e outros elementos não desejados;
- Adição de sais: coloca mais íons desejados na água;
- Acidificação: baixa o pH "na amarra"

# Corrigindo a água

- Tradicionalmente, as principais cidades cervejeiras foram associadas a estilos de cervejas distintos.

| Ionic Profiles for Major Brewing Centers |                          |           |        |         |          |             |                     |
|------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------|---------|----------|-------------|---------------------|
| Brewing Center                           | Ion Concentrations (ppm) |           |        |         |          |             | Residual Alkalinity |
|                                          | Calcium                  | Magnesium | Sodium | Sulfate | Chloride | Bicarbonate |                     |
| Burton                                   | 275                      | 40        | 25     | 610     | 35       | 270         | 5                   |
| Dortmund                                 | 230                      | 15        | 40     | 330     | 130      | 235         | 20                  |
| Dublin                                   | 120                      | 4         | 12     | 55      | 19       | 315         | 170                 |
| Edinburgh                                | 100                      | 20        | 55     | 140     | 50       | 285         | 150                 |
| London                                   | 70                       | 6         | 15     | 40      | 38       | 166         | 85                  |
| Munich                                   | 77                       | 17        | 4      | 18      | 8        | 295         | 180                 |
| Pilsen                                   | 7                        | 2         | 2      | 8       | 6        | 16          | 5                   |
| Vienna                                   | 75                       | 15        | 10     | 60      | 15       | 225         | 125                 |

# Corrigindo a água

- Cidades com muitos minerais: cervejas escuras
- Cidades com poucos minerais: cervejas claras

# Corrigindo a água

- Muitos cervejeiros tentam reproduzir esses perfis, achando que eles geram boas cervejas. A verdade é que na prática, muitas cervejaria usavam poços com perfis minerais diferentes do comum naquela região e adotavam práticas de pré-tratamento para redução da alcalinidade - tudo isso para melhorar a cerveja.

# Corrigindo a água

- Muitos cervejeiros tentam reproduzir esses perfis, achando que eles geram boas cervejas. A verdade é que na prática, muitas cervejaria usavam poços com perfis minerais diferentes do comum naquela região e adotavam práticas de pré-tratamento para redução da alcalinidade - tudo isso para melhorar a cerveja.

# Corrigindo a água

- Com as informações de hoje, conseguimos montar um perfil de água mais adequado para cada tipo de cerveja.
- Para fins de água, precisamos olhar dois parâmetros principais da cerveja: se queremos algo seco/lupulado ou mais encorpado e maltado, e a cor da cerveja.

# Corrigindo a água

- Primeira escolha: lupulado ou maltado?
- Como já vimos antes, a razão que temos que olhar é a sulfato/cloreto:

| Sulfate/Chloride Ratio Effects* |                           |
|---------------------------------|---------------------------|
| Perception                      | SO <sub>4</sub> /Cl Ratio |
| Very Bitter / Dry               | > 2                       |
| Bitter                          | 2                         |
| Balanced                        | 1.3                       |
| Malty                           | 0.75                      |
| Very Malty / Full               | 0.5                       |

\*for Chloride between 25 and 100 ppm

# Corrigindo a água

- Sugestão de concentrações para cervejas **maltadas**:
  - Razão Sulfato/Cloreto: 0,8
  - Sulfato: entre 55 ppm (cervejas claras) e 35 ppm (cervejas escuras)
  - Cloreto: entre 70 ppm (cervejas claras) e 45 ppm (cervejas escuras)
  - Magnésio: 5 ppm

# Corrigindo a água

- Sugestão de concentrações para cervejas **balanceadas**:
  - Razão Sulfato/Cloreto: 1,3
  - Sulfato: entre 75 ppm (cervejas claras) e 55 ppm (cervejas escuras)
  - Cloreto: entre 65 ppm (cervejas claras) e 45 ppm (cervejas escuras)
  - Magnésio: 10 ppm

# Corrigindo a água

- Sugestão de concentrações para cervejas **secas e lupuladas**:
  - Razão Sulfato/Cloreto: 2,2
  - Sulfato: entre 110 ppm (cervejas claras) e 85 ppm (cervejas escuras)
  - Cloreto: entre 50 ppm (cervejas claras) e 40 ppm (cervejas escuras)
  - Magnésio: 15 ppm

# Corrigindo a água

- Segunda escolha: cor
- Quanto mais escura a cerveja, maior a necessidade de alcalidade (ou seja, bicarbonatos) para "segurar" o pH da mostura.
- Além disso, em cervejas mais escuras, um pouco mais de sódio pode ser utilizado.

# Corrigindo a água

- Para cervejas claras:
  - Sódio: 5 ppm
  - Bicarbonatos: 0 ppm
- Para cervejas âmbar (avermelhadas):
  - Sódio: 15 ppm
  - Bicarbonatos: 40 ppm (conforme necessário)

# Corrigindo a água

- Para cervejas marrons:
  - Sódio: 27 ppm
  - Bicarbonatos: 90 ppm (conforme necessário)
- Para cervejas pretas:
  - Sódio: 33 ppm
  - Bicarbonatos: 140 ppm (conforme necessário)

# Corrigindo a água

- Na prática, mesmo com o orientativo, cabe ao cervejeiro escolher o perfil que ele acha mais adequado. O importante é lembrar que:
  - Cálcio: entre 50-100 ppm
  - Magnésio: entre 5-15 ppm
  - Sódio: entre 0-50 ppm (pode ajudar a deixar algumas cervejas mais "redondas")

# Corrigindo a água

- Sulfato: entre 30-150 ppm (quanto mais lupulada, mais sulfato)
- Cloreto: entre 10-100 ppm (quanto mais maltada, mais cloreto. Evitar de usar acima de 75 ppm quanto tem muito sulfato)
- Bicarbonato: conforme necessário, com base nos maltes escuros utilizados. Quanto menos, melhor.

# Corrigindo a água

- Com base nesses valores de referência, as concentrações exatas são ajustadas conforme a sua receita. Em geral, tenta-se manter a razão sulfato/cloreto e o pH dentro da faixa.

# Filtragem da água

- Idéia de filtragem: "retirar" o que existe na água (poluentes, contaminantes, sujeira, etc.).
- Com isso, em casos extremos, temos um perfil com menos íons para trabalhar, o que facilita muito a correção.

# Filtragem da água

- A filtragem é o tratamento mais básico de água para cervejeiros caseiros. O objetivo é retirar os contaminantes (ou elementos de tratamento de água adicionados, como cloro e flúor) da água a ser utilizada.
- Existem vários tipos de filtros, cada um com um objetivo distinto, mas vamos abordar os principais a serem utilizados em Brasília (água com baixa alcalinidade).

# Filtragem da água

- Em linhas gerais, os filtros devem ser utilizados em cascata, ou seja, do filtro mais grosseiro para o mais fino. Isso evita a saturação dos filtros mais finos em pouco tempo de uso.
- Filtros tem vida útil limitada. A vida útil depende do tipo de filtragem, da água a ser filtrada, do filtro em si e do tempo de uso do equipamento.

# Filtragem da água

- *Dica: evite usar água da caixa d'água para fazer cerveja. Ela já ficou parada bastante tempo, e caixas d'água sujas são a principal fonte de contaminação de água no sistema público de abastecimento.*

# Filtragem da água

- Filtragem mecânica
  - O filtro mais comum é o mecânico, normalmente fabricado de uma membrana de polipropileno.
  - O objetivo dele é "segurar" partículas maiores que um determinado tamanho. Funciona como uma "peneira" de água. Ele reduz o nível total de sólidos e sedimentos na água, como terra e barro. Quanto menor a passagem do filtro (em um), menos ele deixa passar.

# Filtragem da água

- *Normalmente vem encapsulado em um "container" de filtro padrão.*
- *Principais medidas:*
  - *25 um*
  - *10 um*
  - *5 um*
  - *1 um (raro - quando utilizado, é após um filtro de carvão ativado)*

# Filtragem da água

- Importante: ele não remove íons ou cloro, pois suas partículas são muito pequenas.
- *Dica: os filtros tem por lei uma marcação indicando a sua eficiência mecânica, em um.*

# Filtragem da água

- Carvão ativado
  - O segundo filtro mais comum é o de carvão ativado. Ele é o filtro padrão para água de consumo humano.
  - Muitas vezes, os filtros de carvão ativado já vem com um filtro mecânico de 5  $\mu\text{m}$ .
  - O carvão ativado remove **cloro**, compostos voláteis e sedimento. Ele remove gostos e cheiro da água.

# Filtragem da água

- Ele não remove íons como cálcio, magnésio, cloretos e sulfatos.
- Existem dois tipos principais de filtro: filtros em pó (carbon block) e filtros em grão. O carbon block costuma ser um pouco mais efetivo, mas tem uma vida útil menor.
- É importante usar um pré-filtro para aumentar a vida útil do filtro de carvão ativado.

# Filtragem da água

- **O filtro só é efetivo se a água ficar tempo suficiente em contato com o carvão ativado.** Se a água passar muito rápido pelo filtro, não haverá tempo o suficiente para remoção do cloro e outros elementos não desejados. A recomendação é manter taxas de 1-2 L/min em filtros grandes.

# Filtragem da água

- A remoção do cloro é fundamental para evitar a formação de alguns off-flavors na cerveja. Todavia, é muito importante lembrar que o **cloro é o agente desinfetante da água** - ou seja, água sem cloro está sujeita a contaminações (bactérias heterotróficas). Não se deve armazenar água sem cloro sem esterlização. Pode-se usar um filtro UV para esterelizar a água.

# Filtragem da água

- ***Recomendação para Brasília:***
  - Filtro de 25 um + Filtro de Carvão Ativado (grão ou carbon block)
  - Filtro de 25 um + Filtro de Carvão Ativado grão + Filtro de Carvão Ativado Carbon Block

# Filtragem de água

- *Osmose Reversa (RO)*
  - A osmose reversa é a melhor forma de se obter uma água completamente pura, livre de íons ou contaminantes.
  - Forma de funcionamento: água (pressurizada) é forçada por uma membrana, que só deixa passar moléculas de água. O resultado é uma água pura, além de uma quantidade significativa de água de rejeito.

# Filtragem de água

- Deve ser utilizado com um pré-filtro mecânico e de carvão ativado (o cloro destrói a membrana).
- Cuidado especial: como a água que entra no filtro não tem cloro, essa parte do sistema pode estar sujeita a contaminação e a formação de biofilme. Uso de pré-filtro (ou pós-filtro) UV é recomendado.
- Além disso, água sem íons é bastante corrosiva. Uso obrigatório de plástico ou inox.

# Filtragem de água

- Filtro Esterilizador UV
  - O filtro de esterilização UV é basicamente uma lâmpada que emite luz na faixa UV.
  - A luz é capaz de "matar" os microorganismos presentes na água pela destruição dos ácidos nucleicos.
  - É muito importante esterelizar a água para uso na parte "fria" do processo cervejeiro, além de prevenir que exista contaminação após a remoção do cloro.

# Manipulando a água

- Sais para controle da água
  - Uma que temos uma água com uma água com perfil desejado (ou seja: poucos minerais/íons), podemos adicionar os sais desejados para construir o nosso perfil mineral.
  - Os sais utilizados devem ser do tipo farmacêutico, alimentício ou "PA". Evitar usar outros tipos de categoria ou produtos de cozinha sem a certeza da pureza.

# Manipulando a água

- Sais para controle da água
  - Uma que temos uma água com uma água com perfil desejado (ou seja: poucos minerais/íons), podemos adicionar os sais desejados para construir o nosso perfil mineral.
  - Os sais utilizados devem ser do tipo farmacêutico, alimentício ou "PA". Evitar usar outros tipos de categoria ou produtos de cozinha sem a certeza da pureza.

# Manipulando a água

- Os principais sais são:
  - Sulfato de Cálcio - adiciona sulfato e cálcio
  - Cloreto de Cálcio - adiciona cloreto e cálcio
  - Sulfato de Magnésio - Sal Amargo - adiciona sulfato e magnésio
  - Bicarbonato de sódio - adiciona bicarbonato (alcalinidade) e sódio.
  - Cloreto de Magnésio (pouco utilizado) - adiciona cloreto e magnésio

# Manipulando a água

- Cloreto de Sódio – Sal - adiciona cloreto e sódio
  - Usar a versão de laboratório, ou se usar a versão de cozinha, sem iodo ou qualquer aditivo.

# Manipulando a água

- Carbonato de Cálcio - adiciona carbonato (alcalinidade) e cálcio
  - **Não usar.**
  - A solubilidade do Carbonato de Cálcio é muito baixa em pressões normais, e dissolve-lo na água é muito difícil. Além disso, a fervura precipita parte dele, o que diminui a sua concentração.
  - Se for imprescindível o uso de carbonato de cálcio, ele deve ser dissolvido sob pressão com  $\text{CO}_2$ , e só depois adicionado.

# Manipulando a água

- Como usar os sais?
  - A adição de sais normalmente é feita no início da mostura, antes do aquecimento da água e da adição do malte.
  - Para solubilizar os sais, a água deve ser misturada com bastante intensidade. Nenhum sinal de sal deve ficar no fundo da panela.

# Manipulando a água

- Como usar os sais?
  - *Alguns sais (para aumento de cloreto e sulfato) podem ser adicionados após a lavagem dos grãos (antes da fervura). Sais para aumento da alcalinidade (bicarbonato de sódio) **não devem ser adicionados a água de lavagem.***

# Manipulando a água

- **Ácidos**
- Quando o pH da brassagem está elevado mesmo após a adição dos sais, temos que adicionar **ácidos** a nossa mostura.

# Manipulando a água

- **MUITO CUIDADO COM ÁCIDOS EM CONCENTRAÇÃO ELEVADA!!**
- **Sempre se deve usar proteção quando se trabalha com ácidos (luvas/óculos). A preferência é trabalhar com ácidos diluídos, com concentrações baixas (até 10%).**

# Manipulando a água

- **Para diluir, sempre adicione o ácido à água, e não o contrário (água no ácido). Se possível, já compre o ácido diluído.**

# Manipulando a água

- Os dois principais ácidos para uso em cerveja são:
  - Ácido fosfórico: não tem efeito no sabor da cerveja (os ácidos produzidos pelas interações químicas do malte são semelhantes ao fosfórico) e não causa a precipitação do cálcio. É a melhor opção, mas **é extremamente perigoso a concentrações elevadas.**

# Manipulando a água

- Ácido láctico: ácido que faz parte do perfil de muitas sours. É um ácido um pouco mais seguro que os ácidos inorgânicos, mas pode dar um gosto indesejado em concentrações mais elevadas.
- Malte acidificado: normalmente é malte com uma infusão de ácido láctico. O efeito é semelhante à adição de ácido láctico puro, mas dá um sabor um pouco mais redondo.

# Equipamentos

- Para fazer a correção da água, dois equipamentos são fundamentais: **pHmetro** e **balança de precisão**.

# Equipamentos

- pHmetro:
  - Instrumento eletrônico que faz a medição do pH de uma solução.
  - Compre com resolução mínima de 0,05 (preferencialmente 0,01) e ATC.
  - Importante: todas as medidas de pH devem ser feitas a temperatura ambiente, mesmo que o equipamento tenha correção automática de temperatura (ATC).

# Equipamentos

- O pHmetro descalibra com facilidade, então é necessário que ele seja calibrado nos pontos de referência (pHs 4.0, 7.0 e 10.0) com as soluções tipo buffer próprias para isso.
- A ponta do pHmetro deve ser sempre guardada imersa em uma solução de KCl 3 mol/L, para aumentar a vida útil do sensor.

# Equipamentos

- O uso de fitas de pH não é recomendado, pois a sensibilidade delas é muito baixa para usos cervejeiros, devido a química envolvida. Se for usar, a fita deve ficar pelo menos 1 minuto submersa em solução a temperatura ambiente, e mesmo assim ela tem uma tendência de relatar valores um pouco baixos.

# Equipamentos

- Balança de precisão
  - Para corrigir levas de 20-30 L, as quantidades de sais utilizadas variam entre 2-3 g. Dessa forma, o uso de uma balança com resolução mínima de 0,1 g é fundamental.
  - Uma superfície para colocar os sais também é importante. Dica: use placas de petri.
  - Para quantidades muito maiores de água, uma balança com resolução de 1g pode ser adequada.

# Planilhas para cálculos

- *Os cálculos envolvidos para calcular a quantidade de cada sal (ou ácido) necessário para cada perfil de malte são simples, mas um pouco tediosos.*

# Planilhas para cálculos

- *A planilha Bru'n Water facilita muito esses cálculos:*
  - *Autor: Martin Brungard*
  - *<https://sites.google.com/site/brunwater/home/files>*
  - *Além disso, existem planilhas como o EZWaterCalculator (<http://www.ezwatercalculator.com/>) e o [BeerSmith](#).*

*Na prática, o uso deles é bem semelhante.*

# Receitas "demo"

- **1. India Pale Ale**

- 2,5 kg Pilsen (3.5 EBC, 1,3 Loviblonde, Tipo Base)
- 2,5 kg Pale (6.5 EBC, 3 Loviblonde, Tipo Base)

- **2. American Pale Ale**

- 2 kg Pilsen (3.5 EBC, 1,3 Loviblonde, Tipo Base)
- 2 kg Pale (6.5 EBC, 3 Loviblonde, Tipo Base)
- 300 g CaraAroma (400 EBC, 150 Loviblonde, Tipo Cristal)

# Receitas "demo"

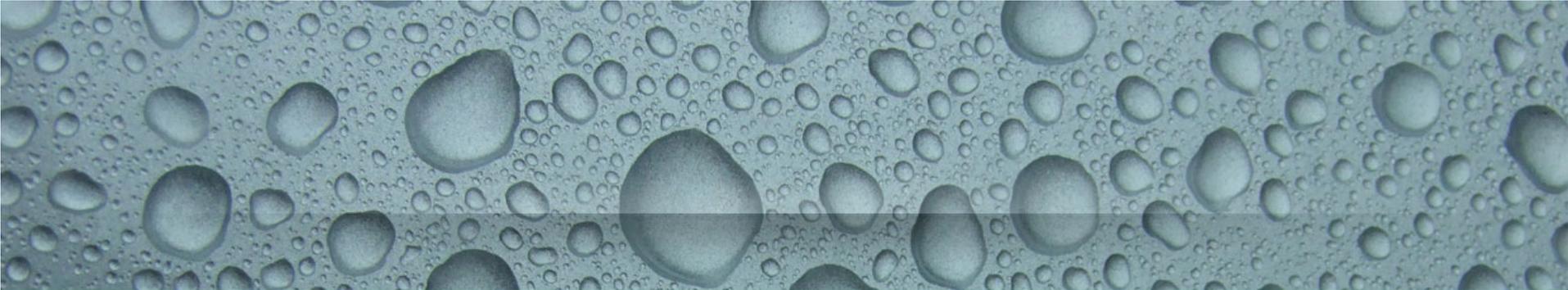
- **3. *Stout***

- 3,4 kg Pilsen (3.5 EBC, 1,3 Loviblonde, Tipo Base)
- 200 g Carafa I (900 EBC, 335 Loviblonde, Tipo Tostado)
- 250 g Carafa Special III (1400 EBC, 525 Loviblonde, Tipo Tostado)
- 200 g Melanodina (70 EBC, 27 Loviblonde, Tipo Cristal)

# Receitas "demo"

## ***4. Vienna Lager***

- 2.0 kg Pilsen (3.5 EBC, 1,3 Loviblonde, Tipo Base)
- 2.0 kg Vienna (7,5 EBC, 3,4 Loviblonde, Tipo Base)
- 650 g CaraAmber (70 EBC, 27 Loviblonde, Tipo Cristal)
- 650 g Munique II (22 EBC, 9 Loviblonde, Tipo Base)



**Obrigado!**