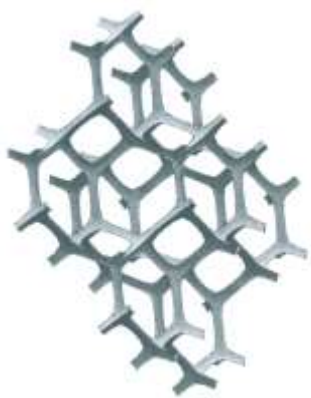


# ESPUMAS

## da Cerveja à Lavagem da Loiça

M<sup>a</sup> Emília Rosa e Luis Afonso (DEMat-IST)

### Espumas



As **Espumas** são materiais líquidos ou sólidos que contêm alvéolos no seu interior. As espumas líquidas são constituídas por bolhas de gás dispersas numa quantidade pequena de líquido. A fase líquida é, na realidade, constituída por uma mistura de líquidos contendo *surfactantes* (surfactantes são substâncias que actuam à superfície do líquido reduzindo-lhe a *tensão superficial*; a tensão superficial é devida ao balanço de forças entre moléculas na superfície do líquido). As bolhas têm forma poliédrica e são separadas por filmes finos de líquido (faces); as faces dos poliedros são superfícies curvas que se intersectam em linhas (designadas por junções de *Plateau*); estas junções intersectam-se em vértices. Nas espumas sólidas a fase líquida é substituída por uma sólida.

Exemplos de Espumas: almofada de dormir, esponja de lavar a loiça, cortiça, osso humano, mousse de chocolate, pão, bolos, chantilly, merengues e espuma de cerveja.

# CERVEJA



**1 - O que acontece quando se abre uma garrafa de cerveja?**

Abrir garrafas de cervejas diferentes.

*Quando se abre a garrafa de cerveja liberta-se gás (dióxido de carbono).*

O gás (normalmente dióxido de carbono) existente na cerveja não se liberta quando o recipiente (lata ou garrafa) que a contém se encontra fechado, porque o seu interior se encontra a uma pressão elevada. Quando se abre o recipiente, liberta-se o gás devido ao abaixamento da pressão, formando-se a espuma.

**Como se formam as espumas?**

O gás contido no interior das bolhas (células) é libertado durante as reacções químicas que levam à formação da espuma, provocando deste modo o seu crescimento. Na cerveja e nas bebidas gasosas adiciona-se uma quantidade pequena de gás, normalmente dióxido de carbono, que ao libertar-se do líquido, forma bolhas à superfície.

## 2 - O que acontece à espuma de cerveja depois de formada?

Encher dois copos com cervejas diferentes e observar a espuma ao longo do tempo.



*A espuma altera-se (as bolhas coalescem) até que desaparecem.*

A cerveja contém etanol (álcool) entre os seus componentes. O etanol reduz a tensão superficial da interface ar-líquido facilitando a libertação de bolhas do gás e consequente formação da espuma. No entanto, o excesso de álcool na interface diminui a função estabilizadora das proteínas existentes no *malte* (constituente da cerveja), podendo mesmo levar à sua precipitação (formação de um sólido no fundo da cerveja).

Como todos os apreciadores de cerveja gostam que esta tenha uma espuma farta e duradoura, os fabricantes adicionam-lhe substâncias estabilizadoras da espuma. Recentemente descobriu-se que adicionando azoto, em vez do dióxido de carbono, se forma uma espuma com bolhas mais pequenas e mais estáveis.

## Estabilidade da espuma

As espumas são termodinamicamente instáveis devido à sua grande área interfacial. As espumas que contêm surfactantes, caso dos detergentes, são mais estáveis que as formadas por álcoois.

A instabilidade nas espumas manifesta-se por dois efeitos principais: *drenagem* (escoamento) do líquido, pelas junções das bolhas, (devida à gravidade e dependente da viscosidade do líquido) e *ruptura* dos filmes (devida a perturbações aleatórias: mecânicas, térmicas, impurezas, etc.).

Para aumentar a estabilidade da espuma adicionam-se surfactantes.

Durante o envelhecimento da espuma, as bolhas grandes crescem e as pequenas diminuem de volume devido às diferenças de pressão entre elas.

## 3 - Como aumentar a quantidade de gás libertada?

Adicionar sal de cozinha (cloreto de sódio) à cerveja.

*A velocidade com que se formam as bolhas de gás aumenta muito formando-se uma quantidade maior de espuma.*

Cada bolha de cerveja é um agregado de moléculas de dióxido de carbono. Quando se adiciona sal à cerveja este decompõe-se em iões de sódio e cloro que vão servir de locais privilegiados de nucleação (agregação de várias moléculas) e crescimento das bolhas, aumentando a sua velocidade de formação.

## Como se formam as bolhas?

Uma por uma, as bolhas de gás da cerveja nucleiam (nascem), crescem e juntam-se umas às outras na superfície, formando a espuma. Para que se dê a nucleação é necessário que se agreguem (juntem) algumas moléculas de dióxido de carbono. Para que essa agregação ocorra é necessária alguma energia (energia de activação). Em alguns lugares (impurezas, fissuras do copo, etc) a energia de activação é menor do que no interior do líquido pelo que as moléculas do gás se agregam com mais facilidade.

## 4 - Onde se formam as bolhas de cerveja?

Encher, com a mesma cerveja, um copo de vidro e uma caneca de barro.

*A quantidade de locais onde se formam bolhas é muito maior na caneca de barro do que no copo de vidro.*

Na ausência de impurezas, as bolhas formam-se preferencialmente nas fissuras existentes nas paredes dos recipientes que contêm a cerveja. As canecas de barro têm mais fissuras do que os copos de vidro, o que lhes confere um número maior de locais privilegiados de nucleação de bolhas.

## 5 - E se o copo estiver mal lavado?

Colocar cerveja num copo que contenha uma quantidade pequena de detergente (equivalente a um copo mal lavado).

A quantidade de bolhas libertada é muito maior.

Os detergentes contêm surfactantes que reduzem a tensão superficial do líquido. As bolhas formadas têm, deste modo mais facilidade em libertarem-se.

# Detergentes - Lavagem da Loiça

## Como verificar facilmente a actuação dos detergentes?

- 1 - Misturar água e uma gordura (por exemplo azeite). Que acontece?

*A água não se mistura com o azeite.*

- 2 - Colocar num recipiente água e azeite. Com um cotonete embebido em detergente tocar a superfície de azeite. Que acontece?

*Forma-se uma membrana circular centrada no ponto de contacto do cotonete com o azeite.*

- 3 - Em dois recipientes; um contendo água e outro água com detergente, agitar ou borbulhar o respectivo líquido. Que acontece?

*Na água não se formam bolhas. A solução de detergente fica coberta de bolhas de sabão.*

- 4 - Na mistura de água com azeite adicionar um detergente e agitar. Que acontece agora? Porquê?

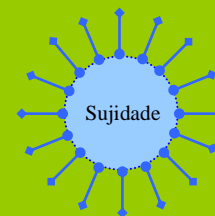
*Os três componentes da solução misturam-se. Os surfactantes, constituintes do detergente, levam à formação de uma emulsão (dispersão de um líquido noutro líquido).*

- 5 - Se possível, repetir o procedimento com água quente e fria. Quais as diferenças?

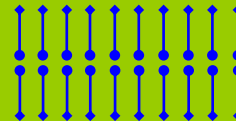
*A formação da emulsão é mais fácil em água quente e mais difícil em água fria.*

## Espumas e Detergentes

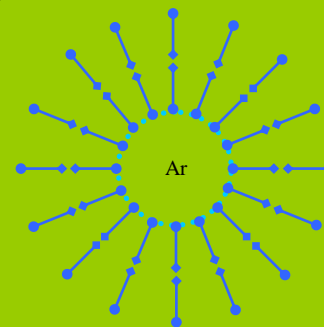
As moléculas constituintes dos sabões e detergentes têm uma extremidade hidrofílica (que gosta de água) e outra hidrofóbica (que não gosta de água). Nas lavagens, as extremidades hidrofóbicas (círculos na figura) rodeiam a sujidade (ácidos gordos, etc.) ficando as hidrofílicas (quadrados na figura) viradas para a água. As partículas de sujidade ficam encapsuladas pelo detergente formando gotículas suspensas na água.



Todos sabemos que é possível formar bolhas de sabão quando se adiciona detergente à água. Em água limpa, não há lugar para as extremidades hidrofóbicas, pelo que se formam filmes finos, chamados membranas.



Se entrar ar nas membranas, estas curvam-se formando bolhas. Para curvar as membranas é necessário aplicar uma força e quanto maior for a curvatura da membrana, maior a força que é necessário aplicar. A curvatura das bolhas deriva da pressão do gás no seu interior. As bolhas pequenas têm uma pressão maior do que as bolhas grandes.



A espuma não é mais do que o conjunto formado pelas bolhas. As espumas formadas por bolhas pequenas são mais fortes e coesas.

## Como actuam os detergentes?

Os detergentes são utilizados para remover a sujidade de superfícies. São constituídos por *surfactantes*. Surfactantes são substâncias que actuam à superfície da água reduzindo-lhe a sua *tensão superficial*; a tensão superficial é devida ao balanço de forças entre moléculas à superfície da água.

### Como actuam os detergentes?

- 1 - A superfície, a limpar, está coberta de gordura e imersa em água.
- 2 - Adiciona-se detergente. As moléculas do surfactante reduzem a adesão da gordura à superfície quando as suas extremidades hidrofóbicas se colam às partículas de gordura. Deste modo, é mais fácil remover mecanicamente a sujidade.
- 3 - As partículas de gordura ficam suspensas na solução de detergente devido à acção das moléculas do surfactante.

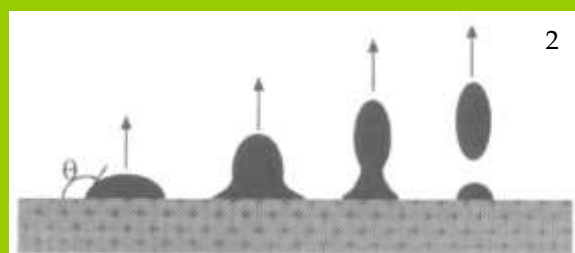
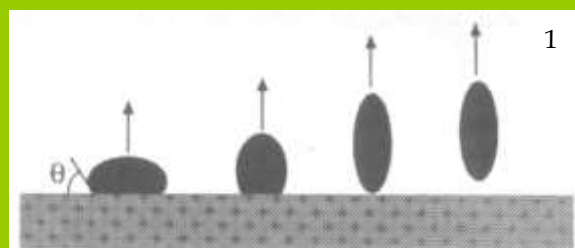


## Mecanismos de remoção da sujidade

Os surfactantes, constituintes dos detergentes, diminuem a adesão da sujidade à superfície. Este efeito é conseguido diminuindo o ângulo de contacto,  $\theta$ , da sujidade na superfície. Se este ângulo for inferior a  $90^\circ$ , (como por exemplo, óleo em tecido de algodão) o surfactante remove o óleo por destacamento (figura 1). Se o ângulo de contacto for superior a  $90^\circ$ , o destacamento não é completamente eficaz. Nestes casos, a sujidade é removida por emulsificação, figura 2, ou solubilização, figura 3.

Para a remoção da sujidade, os surfactantes devem ser adsorvidos na interface sólido-líquido ou líquido-líquido da sujidade. Esta característica é conseguida por surfactantes não iónicos (cujas extremidades têm carga eléctrica nula); estes surfactantes não são, no entanto, tão bons ao nível da interface líquido-ar, por não formarem espuma, tão importante para o utilizador. Por este motivo, são adicionados, ao detergente, surfactantes iónicos que facilitam a formação de espuma.

Todos os mecanismos de remoção da sujidade são melhorados por acção mecânica, por exemplo devido à rotação do tambor da máquina de lavar roupa.



## Bibliografia

- Hamley, I.W., *Introduction to Soft Matter*, John Wiley & Sons, England, 2000.  
Coenders, A., *Chemistry for Every Kid*, John Wiley & Sons, England, 1989.  
Weaire, D. e Hutzler, H., *The Physics of Foam*, Oxford University Press, New York, 1999.  
Coenders, A., *The Chemistry of Cooking*, Phartenon Publications, 1992.

## Endereços Electrónicos

[www.cienciaviva.mct.pt](http://www.cienciaviva.mct.pt)  
[www.cervejawsite.cjb.net](http://www.cervejawsite.cjb.net)

