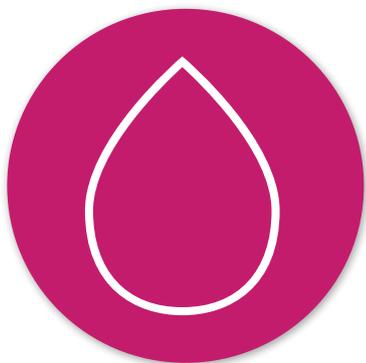




SOLUÇÕES

2020 - 2022





SOLUÇÕES

Chega de dispersar! Com concentração nas nossas videoaulas, temos as soluções para os seus problemas! Aprenda sobre soluções, dispersões e concentração.

Esta subárea é composta pelos módulos:

1. Água como Solvente
2. Propriedades dos Líquidos
3. Dispersões e Soluções
4. Expressões de Concentração
5. Molaridade
6. Diluição e Mistura de Soluções
7. Titulação



ÁGUA COMO SOLVENTE

Hoje em dia sabemos que existem quatro estados físicos principais da matéria, sendo eles: Sólido, Líquido, Gasoso e o Plasma. Esses estados físicos podem ser alterados com a mudança de temperatura e pressão.

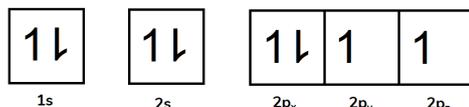
Nessa etapa, vamos explorar os **líquidos**, em especial a água - que compõe cerca de 71% de toda a superfície terrestre!

Os processos geológicos como erosão, as chuvas e a neve, que moldam a geografia do nosso e de outros planetas, as reações químicas que permitiram o surgimento da vida, e os processos bioquímicos do nosso corpo – todos eles só são possíveis por causa da existência da água. E são as propriedades da água que a tornam tão importante e tão especial. E claro, as propriedades da água são uma consequência direta das suas características moleculares, nas quais vamos nos aprofundar nessa apostila.

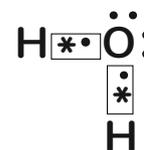
A MOLÉCULA DE ÁGUA

A água é um óxido anfótero de fórmula H_2O . Assim, é uma molécula pequena, de massa 18u (18 g/mol), cujo átomo central é o Oxigênio.

Para entendermos um pouco melhor essa molécula, vamos fazer a distribuição eletrônica desses átomos. Da tabela periódica, sabemos que o oxigênio tem 8 elétrons no total:

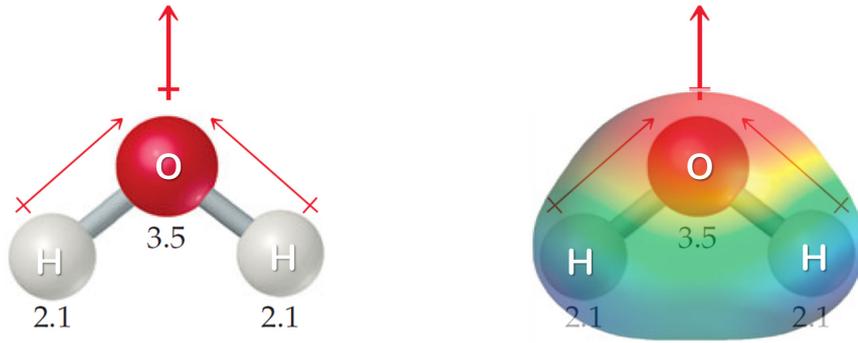


Assim, ele precisa de mais dois elétrons para completar seu orbital p, adquirindo estabilidade. Como o Hidrogênio tem somente um elétron, cada H compartilha seu elétron com o oxigênio, completando a camada.

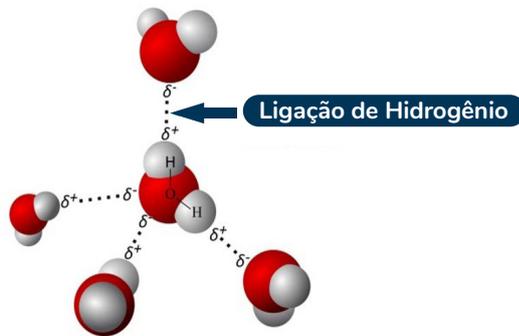


Como existem elétrons não compartilhados no átomo de oxigênio, a molécula é distorcida (VSEPR), e adquire geometria angular.

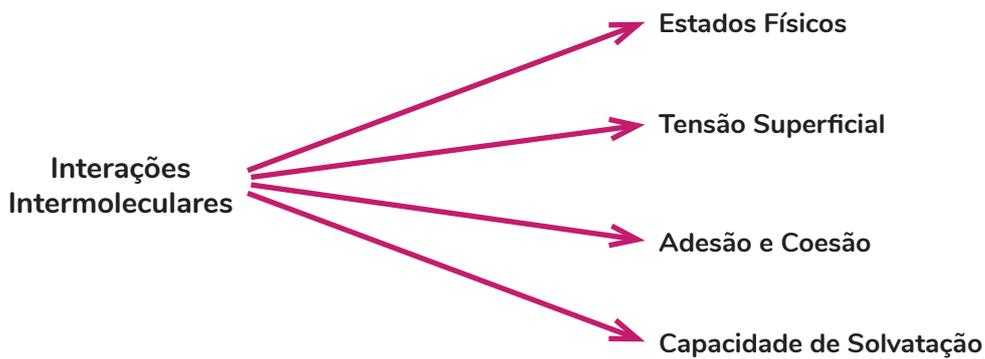
Assim, considerando a diferença de eletronegatividade entre H (2,1) e O (3,5), podemos entender de onde vem a alta polaridade da molécula de água. Como o oxigênio é muito eletronegativo, atrai os elétrons da ligação para si, e o Hidrogênio adquire carga parcial positiva. Veja no diagrama abaixo: quanto mais próximo do vermelho, mais carga negativa concentrada. Quanto mais próximo do azul, mais carga positiva concentrada:



Assim, a **molécula de água é extremamente polar**, e as interações intermoleculares entre elas são muito fortes, do tipo **ligações de hidrogênio**. Por isso, a água é uma substância **líquida** à temperatura ambiente, diferente de outras moléculas com massa molar parecida ou maior, como o $\text{NH}_{3(g)}$ (17 g/mol), o $\text{N}_{2(g)}$ (28 g/mol) e o $\text{CO}_{2(g)}$ (44 g/mol).

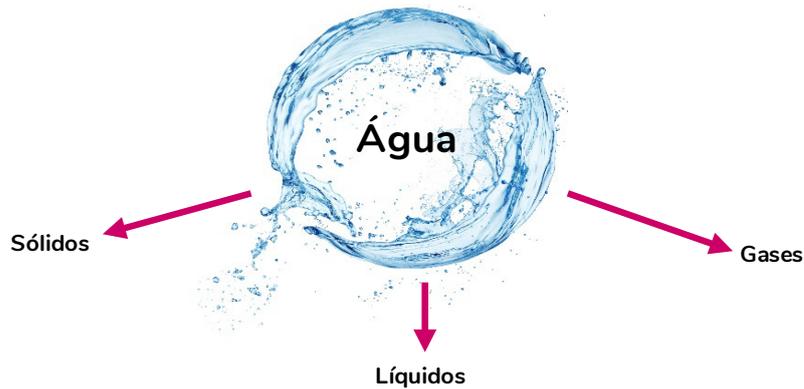


As pontes de hidrogênio são responsáveis, então, pela maioria das propriedades da água, como sua capacidade de solvatação, pontos de fusão e ebulição, adesão, coesão e viscosidade.



ÁGUA, O SOLVENTE UNIVERSAL

A água é chamada de solvente universal porque **ela é capaz de dissolver substâncias nos três estados físicos: sólidos, líquidos e gases**.



Apesar de nem tudo ser solúvel em água, nada é completamente insolúvel: sempre será possível que pelo menos uma minúscula fração de um componente seja solubilizado, mesmo que da ordem de microgramas em um litro de água.

Outros solventes (como o álcool) não têm a mesma capacidade de solvatação, pois não são tão pequenos e nem tão polares.

1. Solubilização de Sólidos

Os processos de erosão, que escavam valas e leitos de rios, formando cânions, falésias e grutas subterrâneas, acontecem porque a água é capaz de solubilizar sólidos. Aos poucos, a matéria inorgânica rochosa é solubilizada pela água, que carrega esses sais minerais de um ponto a outro, geralmente até o mar. Assim, o mar tem altíssimas concentrações de sais minerais – afinal, é para lá que todos os rios do mundo convergem, carregando essas substâncias inorgânicas.



Várias formações geológicas só existem por causa da capacidade de solubilização de sólidos. Desastres naturais, como desmoronamentos e deslizamentos, também acontecem por esse motivo.

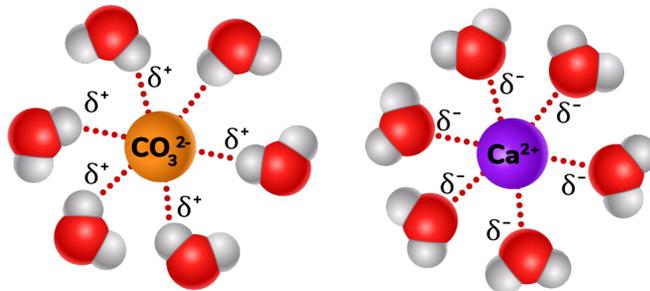
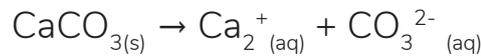


Isso é possível por causa das interações intermoleculares que a água é capaz de fazer, além de sua reatividade e caráter anfótero. Por exemplo, muitas rochas são de Calcário. O calcário, um tipo de rocha sedimentar, tem como principal componente o CaCO_3 (carbonato de cálcio), que é um sal: um composto iônico, que pode ser formado a partir de Ca(OH)_2 e H_2CO_3 .

O calcário, apesar de ser praticamente insolúvel, ele se solubiliza muito pouco, formando Ca^{2+} e CO_3^{2-} . Esses íons são *solvatados* pela água.

Solvatação: dissolução de um composto iônico ou polar em um solvente.

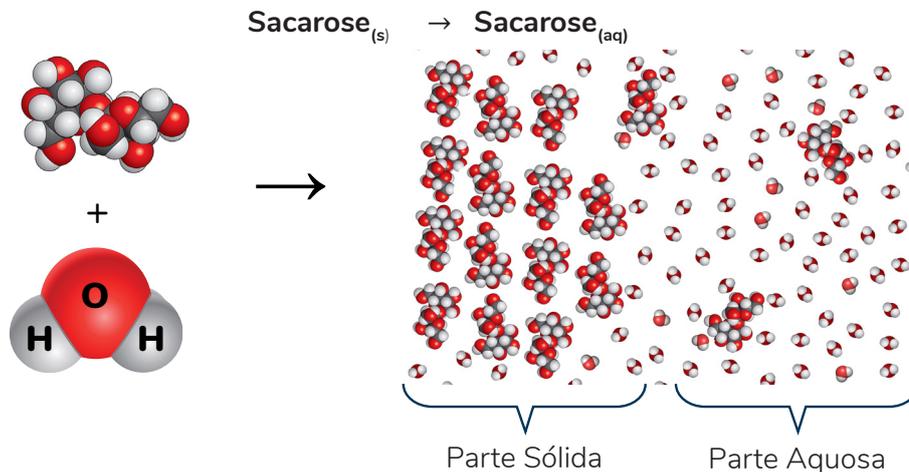
Assim, o que acontece é que, através de interações **íon-dipolo**, as moléculas de água separam os íons CaCO_3 , e são atraídas por eles:



Geralmente os íons solvatados têm 6 moléculas de água ao seu redor.

Porém, a solvatação só é tão simples quando nenhum dos íons têm caráter ácido ou básico. Como o carbonato de cálcio (CaCO_3) é um sal de caráter básico, o que vai acontecer é que o CO_3^{2-} vai capturar os hidrogênios da água, formando HCO_3^- e H_2CO_3 . Assim, como o H_2O perdeu um dos hidrogênios, restam íons OH^- , aumentando o pH da água.

Outros compostos sólidos também podem ser solvatados pela água. A molécula da sacarose (açúcar comum) por exemplo, não sofre dissociação em água, e nem ionização. Ela apenas é uma molécula bastante polar, com vários grupos OH, que podem interagir com a água por meio das ligações de hidrogênio:





A dissolução da sacarose também acontece com uma solvatação, onde as moléculas do solvente “rodeiam” a molécula do soluto, interagindo fortemente através das forças intermoleculares.

2. Solubilização de Gases

Também são as forças intermoleculares que explicam a **solvatação de gases**. A solubilização de gases é o que permite que ocorra a oxigenação da água, permitindo a vida aquática. Outros gases, como CO_2 , SO_2 , N_2 , também podem ser dissolvidos em água.

Em geral, por causa da alta temperatura média do nosso planeta (cerca de 15°C), a quantidade de gás dissolvido na água é muito pequena. É uma tendência curiosa: diferente do que acontece com sólidos e líquidos, **a solubilidade dos gases diminui com o aumento da temperatura.**

Sólidos: \uparrow Temperatura, \uparrow Solubilidade

Líquidos: \uparrow Temperatura, \uparrow Solubilidade

Gases: \uparrow Temperatura, \downarrow Solubilidade

A principal forma de solubilizar um gás em água é incorporá-lo por agitação ou borbulhá-lo no corpo do líquido. Por exemplo, refrigerantes são gaseificados com gás carbônico (CO_2) pela injeção do gás no líquido – só que, como a quantidade de gás é superior à capacidade de solvatação da água, as moléculas do gás acabam se encontrando e formando bolhas, que podem escapar do líquido.



As bolhas de gás só são visíveis quando a solução já está saturada, além da capacidade de solvatação.

Já nos corpos d'água naturais, os gases podem ser incorporados pela agitação (cachoeiras e ondas), mas acontece principalmente por organismos que produzem oxigênio como um metabólito.

Molecularmente, explicamos a solubilização dos gases também pelas forças intermoleculares! Lembre-se que o estado gasoso das substâncias é devido às fracas interações intermoleculares entre seus constituintes – que são geralmente apolares.

Porém, a água é uma molécula bastante polar. Assim, ela pode induzir um dipolo nas moléculas de O_2 , por exemplo, que passam a interagir fracamente com a água. Por isso a capacidade de solubilização de gases é tão reduzida.



Com o aumento da temperatura, as moléculas ficam mais agitadas, facilitando a movimentação das moléculas de O_2 , e aumentando as chances de elas se encontrarem umas com as outras. Quando isso acontece, elas interagem entre si e atraem outras moléculas de O_2 , até o ponto em que elas formam uma bolha – que, pela baixa densidade, sobe e escapa do líquido.

Outros gases, como CO_2 , SO_2 e NH_3 também são solúveis em água, mas não somente devido às interações intermoleculares. CO_2 e SO_2 são óxidos de caráter ácido; assim, se solubilizam em água formando novas espécies químicas ácidas. Já o NH_3 , além de polar, tem caráter básico, formando o Hidróxido de Amônio (NH_4OH) em água.

A formação de compostos ácidos ou básicos nesse caso contribui para a solubilidade, pois as espécies formadas são mais estáveis que as espécies de origem. Quando isso acontece, a tendência de solubilização é maior, pois os compostos solubilizados têm menor energia.

3. Solubilização de Líquidos

Na natureza, dificilmente encontramos outra substância em estado líquido além da água. Na superfície terrestre, não existe naturalmente um líquido diferente H_2O ! Mesmo substâncias como Bromo (Br_2) e mercúrio (Hg^0) sendo líquidas à temperatura ambiente, não são encontradas na sua forma pura na natureza.

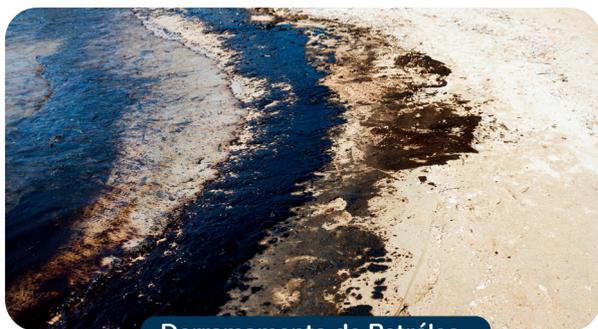


Mercúrio Líquido.

Já a lava (rocha derretida), pode ser encontrada no estado líquido acima da crosta terrestre. Porém, a temperatura é tão alta ($600\text{ }^\circ\text{C}$ - $1250\text{ }^\circ\text{C}$) que seria impossível solubilizá-la em água, pois em contato com ela, a água vaporiza imediatamente.

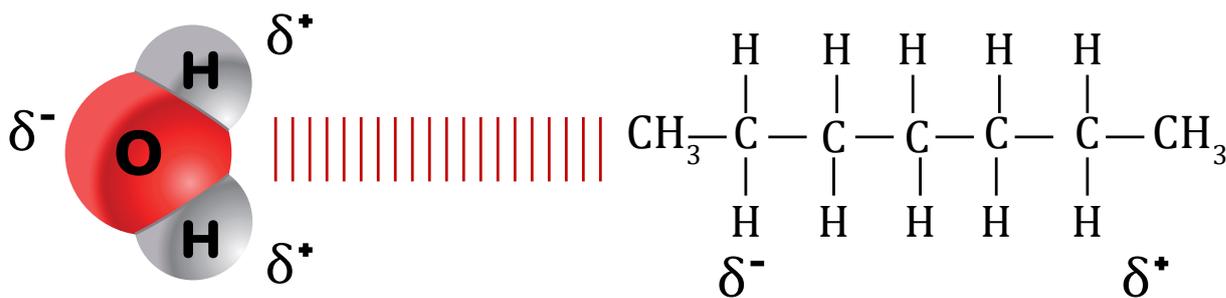
O petróleo, porém, é uma substância de ocorrência natural, no estado líquido. Sendo uma mistura dos mais variados compostos de carbono e hidrogênio, ele é **apolar**, e é dito insolúvel em água. Porém, nada é completamente insolúvel – e pelo menos uma parcela estará solubilizada em água.

Com o petróleo, é justamente esse o problema. É muito comum que ocorram **derramamentos**, como aconteceu no nordeste brasileiro em 2019. Nesse incidente, o petróleo oriundo de um navio petroleiro vazou no meio do Atlântico, e foi trazido até as praias pelas correntes marítimas.



Derramamento de Petróleo.

A maior parte do petróleo flutua sobre a água ou fica próximo à superfície, devido aos efeitos de empuxo e **densidade**. No caso do Nordeste em 2019, o petróleo não ficou exatamente acima do leito, mas nas camadas próximas à superfície, formando duas fases. Porém, **uma parte do petróleo foi solubilizada por interações do tipo dipolo-induzido**.



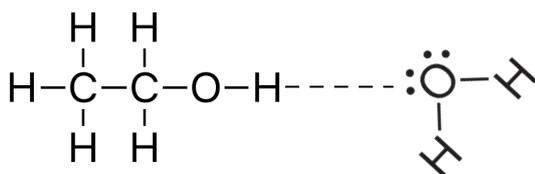
Etanol e Água interagindo por ligações de hidrogênio.

Assim, a alta polaridade das moléculas de água pode deslocar a nuvem eletrônica das moléculas constituintes do petróleo. Elas adquirem uma carga parcial momentânea, e acabam sendo transferidas para a fase aquosa. Assim, toda a vida marinha acaba sendo exposta a diversos compostos tóxicos, que não são devidamente metabolizados e podem se acumular no seu **tecido adiposo**, causando problemas metabólicos e levando à morte.

Assim, a maioria das substâncias líquidas que encontramos, são, na verdade, produto da ação humana, através da manipulação de reações químicas. Os óleos, apesar de serem encontrados na natureza, precisam ser extraídos para estarem em sua forma pura. Outros compostos, como o álcool, também precisam passar por uma extração.

Os óleos também são compostos apolares no estado líquido. Assim como o petróleo, são muito pouco solúveis em água, e seu processo de solubilização acontece da mesma maneira. A maioria dos óleos possuem uma parte mais eletronegativa, mas ela é muito pequena se comparada ao resto da molécula. Assim, essas moléculas são consideradas apolares.

Já líquidos polares como o álcool podem interagir com a água por meio de interações de hidrogênio.



Etanol e Água interagindo por ligações de hidrogênio.

Nos casos em que um líquido é completamente miscível em água, não observamos duas fases, e não é possível distinguir visualmente onde está a água ou o outro composto.