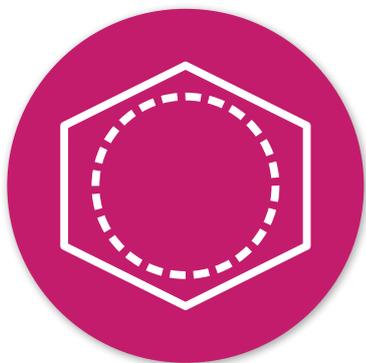




PROPIEDADES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

2020 - 2022



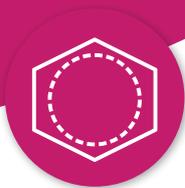


PROPRIEDADES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Um dos temas favoritos do ENEM e dos vestibulares! Aprenda como a constituição das moléculas influencia no comportamento físico das substâncias.

Esta subárea é composta pelos módulos:

- 1. Propriedades Físicas dos Compostos Orgânicos**
- 2. Caráter Ácido-Base na Química Orgânica**



PROPRIEDADES FÍSICAS DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

ESTRUTURA E PROPRIEDADES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Uma das maneiras mais simples de se identificar uma substância é através das suas propriedades físico químicas. Justamente por cada molécula ser única, composta por um número específico de átomos (variando em proporção em cada molécula) ligados de maneira específica, cada molécula possui um conjunto único de suas propriedades observáveis mensuráveis.

As propriedades abaixo são inteiramente dependentes da composição atômica e da geometria das moléculas de uma determinada substância:

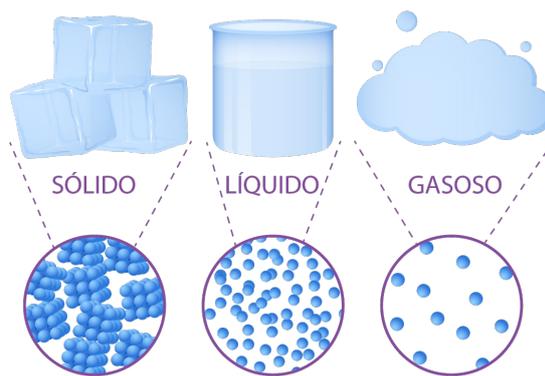
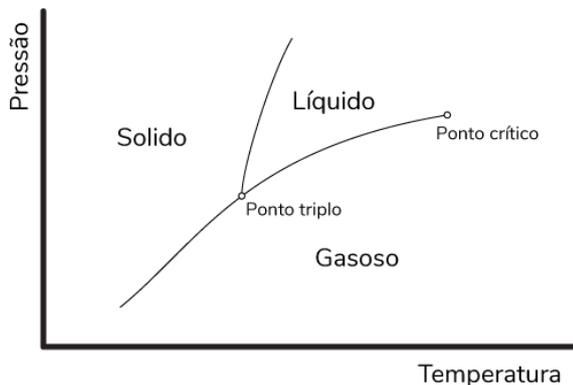
- ▶ Densidade;
- ▶ Ponto de Fusão (temperatura específica em que ocorre a passagem do estado sólido para o líquido);
- ▶ Ponto de Ebulição (temperatura específica em que ocorre a passagem do estado líquido para o estado gasoso);
- ▶ Solubilidade;
- ▶ Índice de Refração (ângulo de desvio de um feixe de luz ao passar do ar para uma amostra da substância);

Porém, se lembre que as propriedades físicas são bem definidas para determinadas condições: as CNTP, condições normais de temperatura e pressão. A densidade, por exemplo, ($d = m/v$), varia com a temperatura, porque o volume das substância varia com a temperatura. No entanto, a uma dada temperatura, todas as amostras de uma mesma substância terão exatamente a mesma densidade.

Vamos olhar com calma para essas propriedades e relacioná-las com o que já conhecemos de cadeias carbônicas, polaridade das moléculas e interações intermoleculares.

TEMPERATURA DE FUSÃO E EBULIÇÃO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

A matéria que nos cerca pode estar agregada em 3 principais estados físicos, sólido líquido e gasoso. Porém, o que diferencia um do outro e quais os fatores que influenciam nas transformações físicas? Os principais são a temperatura e a pressão externa, como já vimos nos diagramas de fase.



Na imagem acima, vemos representações da água em seus três estados físicos. Note também que representamos o estado de agregação das partículas em cada estado físico. No estado **sólido**, as moléculas estão muito próximas uma das outras, muito presas e com interações intermoleculares muito intensas. No estado **líquido**, as moléculas estão mais livres, porém ainda interagem bem. No estado **gasoso**, as moléculas não fazem nenhum tipo de interação intermolecular – estão completamente desprendidas umas das outras.

Como a temperatura pode ser entendida como o grau de agitação das moléculas, ela influencia na proximidade que existe entre elas. Quando maior a temperatura, mais as moléculas estão agitadas – e maior a dificuldade delas em se manterem unidas, enfraquecendo as interações intermoleculares, e permitindo até uma mudança de estado físico, de acordo com o grau de agitação.

Além disso, a pressão externa também é um fator de influência, pois ela comprime as moléculas, fazendo com que permaneçam muito próximas e com fortes interações intermoleculares. Assim, a maioria das substâncias, quando comprimidas, permanecem nos estados condensados: sólidas e líquidas.

Existem substâncias que possuem elevados pontos de ebulição, como as ligas metálicas, ou baixíssimos, como o caso do oxigênio. Isso se deve a como as espécies químicas interagem umas com as outras; ou melhor, qual o tipo e a intensidade da força intermolecular entre elas.

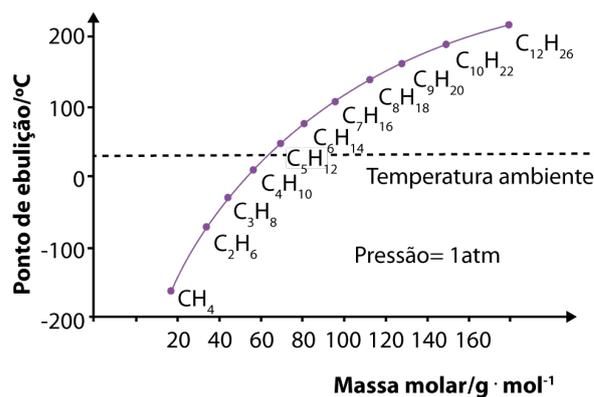
Lembre-se de que as principais são **Dipolo Induzido** (dispersões de London), **Dipolo Permanente** e **Ligações de Hidrogênio**.

Agora que já relembramos um pouco das interações intermoleculares e dos estados físicos, vamos analisar as propriedades de cada grupo de moléculas orgânicas, entendendo a influência dessas forças e da sua composição química.

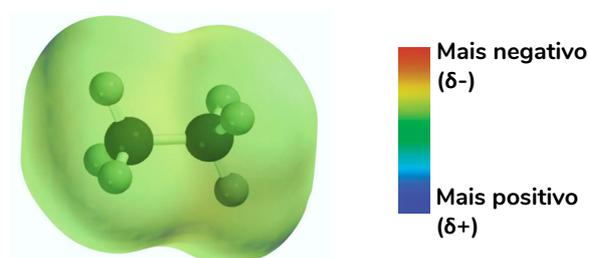
Vamos começar com os hidrocarbonetos. O gráfico abaixo demonstra o aumento da temperatura de ebulição dos hidrocarbonetos, relativamente à sua massa molar:



Interpretando o gráfico, observa-se que a temperatura de ebulição dos hidrocarbonetos aumenta com o aumento da cadeia carbônica. Note que o aumento da cadeia resulta no aumento da massa molar. Como todos os hidrocarbonetos são apolares, e a polaridade não muda com o aumento da cadeia, como podemos explicar o aumento no ponto de ebulição?

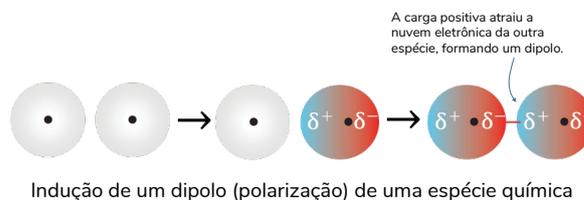


Os hidrocarbonetos são compostos orgânicos formados apenas por carbono e hidrogênio; assim, a diferença de eletronegatividade entre esses átomos é muito pequena (0,4). Também não possuem um par de elétrons deslocado intensamente para um dos átomos da ligação sigma, não apresentam polos parciais ou cargas parciais para ambos. **Por esse motivo, são apolares, e fazem interações apenas do tipo dipolo induzido.**



C₂H₆, etano, apolar

Porém, vimos que, à medida que sua massa molecular aumenta, a temperatura de ebulição aumenta; devemos isso à essas forças intermoleculares dipolo induzido, pois **existem mais carbonos e mais hidrogênios interagindo**. Além disso, **as moléculas maiores são mais pesadas**, e requerem mais energia para que suas interações intermoleculares sejam enfraquecidas com a temperatura!

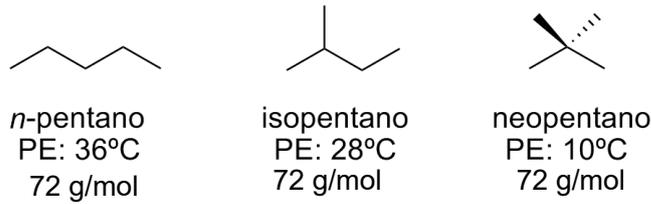


Composto Orgânico	Massa Molar (g/mol)	Temperatura de Ebulição
Hexano	86 g/mol	68,7 °C
Octano	114 g/mol	125,6 °C
Decano	142 g/mol	147 °C

Assim, o aumento da temperatura de ebulição nos hidrocarbonetos lineares mostrados na tabela pode ser explicado pelo aumento da cadeia carbônica, pois a **maior superfície de contato das cadeias grandes permite interações mais efetiva entre esses compostos orgânicos**.



Se a molécula for ramificada, a superfície de contato entre elas é menor, e a temperatura de ebulição é alterada drasticamente.



Mas e quando temos moléculas funcionalizadas com outros átomos? Bom, aí, é claro, o tipo da força intermolecular também influencia!

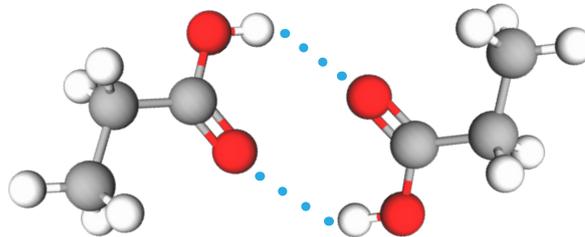
Ligações de Hidrogênio > Dipolo permanente > Dipolo induzido



Para entender melhor vamos dividir em: polaridade alta, polaridade média-baixa e apolares.

Polaridade alta	Polaridade média-baixa	Apolares
Grupos funcionais: Hidroxila (R - OH); Amina (R -NH ₂); Amida (R -OC- NH ₂)	Grupos funcionais: Aldeídos (R - COH) Éteres (R-COC-R) Ésteres (R-C-OO-R)	Grupos funcionais: Hidrocarbonetos (apenas carbono e hidrogênio)
São capazes de realizar ligações de hidrogênio entre si. Têm maiores pontos de fusão e ebulição.	Até fazem ligações de hidrogênio, porém são de baixa intensidade. Têm P.E. intermediário a baixo para as cadeias mais curtas.	Não fazem ligações de hidrogênio entre si, pois são moléculas apolares. Por isso, as cadeias com poucos carbonos estão no estado gasoso (baixo P.E.).

Os ácidos carboxílicos são conhecidos por formar dímeros, ou seja, os ácidos interagem em dois pontos. Observe a estrutura do ácido carboxílico a seguir:

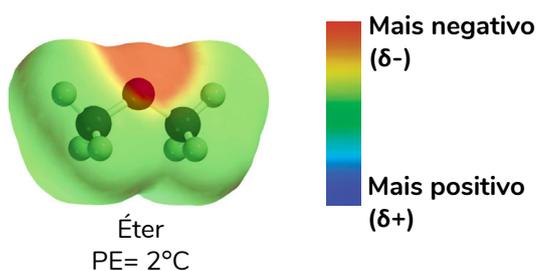


No ácido propanoico, um exemplo de **ácido carboxílico**, tem-se dois pontos em que as ligações de hidrogênio ocorrem. Por esse motivo, são chamados de dímeros, e **têm alto PE.**

Os sais orgânicos também possuem alto ponto de fusão e ebulição. Lembre-se que o seu comportamento é similar aos sais inorgânicos. O motivo é pelo fato de apresentarem uma região extremamente polar. Encontram-se no estado sólido em temperaturas ambientes.



A polaridade dos **éteres** é bem baixa, pela geometria angular formada pelo grupo funcional. Além disso, não fazem ligações de hidrogênio entre suas moléculas. Suas interações são do tipo dipolo-dipolo, e podem interagir com moléculas como água e etanol. As temperaturas de fusão e ebulição são próximas dos alcanos, e são bem mais baixas quando comparadas com as classes funcionais polares.



Nos **aldeídos**, as forças que predominam entre suas moléculas são as de dipolo permanente, devido a diferença de eletronegatividade entre a ligação carbono e oxigênio. Por esse motivo, possuem mais altas temperatura de fusão e ebulição (T.F. e T.E.) quando comparado aos hidrocarbonetos e éteres, e mais baixas para compostos fortemente polares. Em compensação, **as cetonas** são um pouco mais polares e superaram as propriedades de T. F e T. E. dos aldeídos.

Para os **ésteres** sua polaridade é comparada aos compostos apolares a medida que a massa molecular aumenta, assim o ponto de fusão e ebulição é mais baixa que o dos álcoois.

Quanto maior a polaridade dos compostos orgânicos, maior será seu ponto de ebulição, pois mais energia é necessária para desfazer as interações entre as moléculas no estado líquido, para passá-las ao estado de vapor.

Vamos olhar o caso dos álcoois derivados do propano:

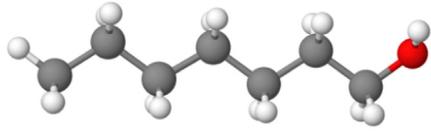
Composto Orgânico	Polaridade	Temperatura de Ebulição
Propan – 1 – ol 60 g/mol 	Aumento da polaridade 	98 °C
Propan – 1,20 – diol 76 g/mol 		188 °C
Propan – 1,2,3 – triol 92 g/mol 		290 °C

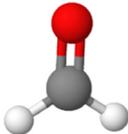
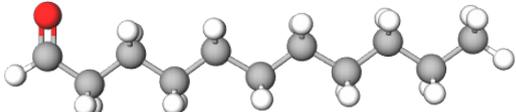
Perceba que o incremento da massa molar foi baixo, mas a temperatura de ebulição do propanotriol é quase três vezes maior que a do propanol!

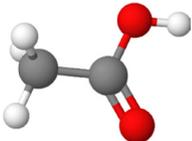
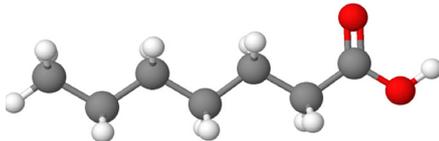


SOLUBILIDADE DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS EM ÁGUA

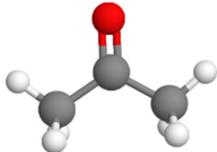
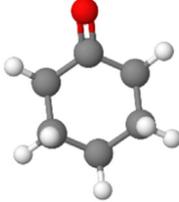
A solubilidade de um composto representa o quanto um determinado soluto pode se dissolver em um determinado solvente. Para organizar a análise, definimos como solvente a água e o soluto as substâncias orgânicas conforme sua classe química. Abaixo, temos uma tabela com a classe química e exemplos de compostos orgânicos das classes solúvel e insolúvel em água.

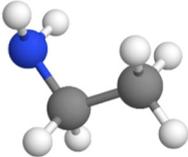
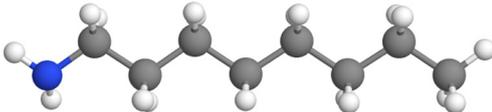
Classe Química: Álcool	
Solúvel	Insolúvel
Monoálcoois com até 4 carbonos	Monoálcoois com mais de 5 carbonos
Exemplo: 	Exemplo: 

Classe Química: Aldeídos	
Solúvel	Insolúvel (ou baixa solubilidade)
Metanal	Decanal
Exemplo: 	Exemplo: 

Classe Química: Ácido Carboxílico	
Solúvel	Insolúvel (ou baixa solubilidade)
1 a 4 carbonos são solúvies	Acima de 5 carbonos
Exemplo: 	Exemplo: 

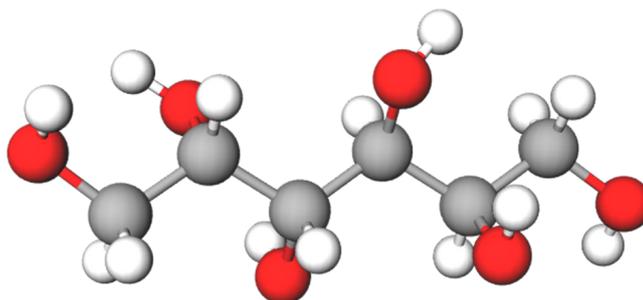


Classe Química: Cetona	
Solúvel	Insolúvel (ou baixa solubilidade)
Propanona	Ciclohexanona
Exemplo: 	Exemplo: 

Classe Química: Amina	
Solúvel	Insolúvel (ou baixa solubilidade)
Até 5 carbonos	6 carbonos ou acima
Exemplo: 	Exemplo: 

Observe que **quanto maior a cadeia carbônica menor a solubilidade em água**. Lembre-se que polar interage com polar, e apolar interage com apolar. Aumentando a parte apolar da molécula, favorecemos interações intermoleculares fracas, do tipo dipolo induzido-dipolo induzido.

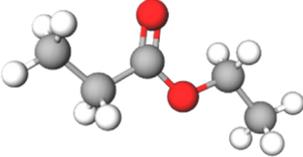
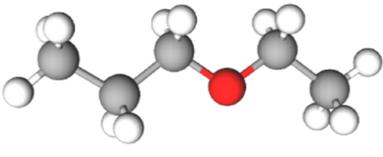
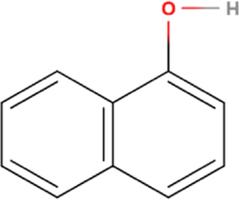
Ponto de destaque: O aumento de grupos funcionais como, hidroxila (OH-), carboxila (R-COO-), amina (R-NH₂) e carbonila (R-C=O-R) na cadeia carbônica, aumenta também a solubilidade do composto orgânico em água. Como exemplo, podemos citar o sorbitol:



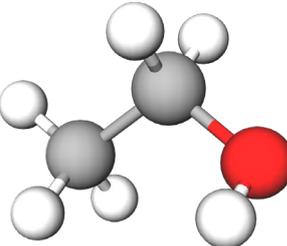
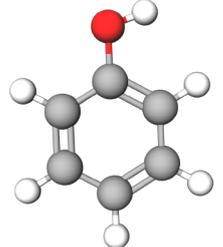
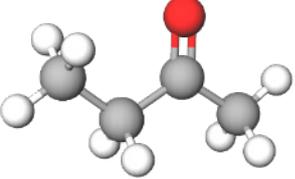
Segundo a sistematização da IUPAC, o sorbitol recebe o nome de Hexan – 1,2,3,4,5,6 – hexol. A cada carbono está ligada uma hidroxila; por isso, essa molécula é um álcool. **Como possui várias hidroxilas, que são grupos polares, sua solubilidade em água é muito grande, pois soluto e solvente interagem através de ligações de hidrogênio.**

Ponto de destaque: Tanto os ésteres, éteres e os fenóis, em sua maioria, têm baixa solubilidade em água, sendo quase insolúveis. Na tabela abaixo, alguns exemplos:

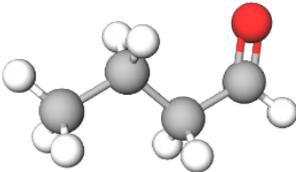
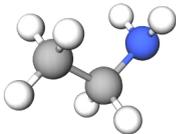
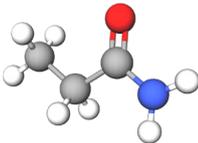
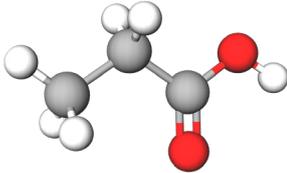
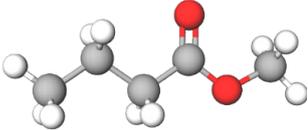
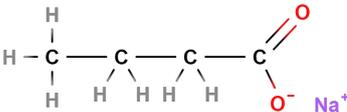
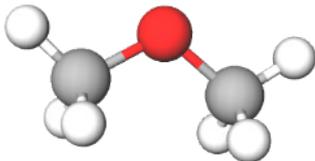


Éster	Éteres	Fenóis
Propanoato de Etila	Etoxipropano	α -hidroxinaftaleno
		
Quanto maior sua massa molar (maior quantidade de carbonos e hidrogênios), mais insolúvel.	São considerados insolúveis em meio aquoso.	Com exceção do fenol, os demais monofenóis são praticamente insolúveis.

Vamos olhar para cada função individualmente:

Solubilidade em Água		
Álcool		A solubilidade dos álcoois está relacionado com o tamanho de sua cadeia carbônica. Monoálcoois com mais de 4 carbonos são insolúveis em água (a parte da cadeia apolar prevalece sobre a parte polar do grupo funcional). O aumento de hidroxila na molécula também aumenta a solubilidade.
Fenol		O benzenol possui solubilidade razoável, devido a presença da hidroxila. Em compensação, outros monofenóis são praticamente insolúveis.
Cetonas		Têm alta polaridade quando em cadeias pequenas. Por isso, são solúveis em água.



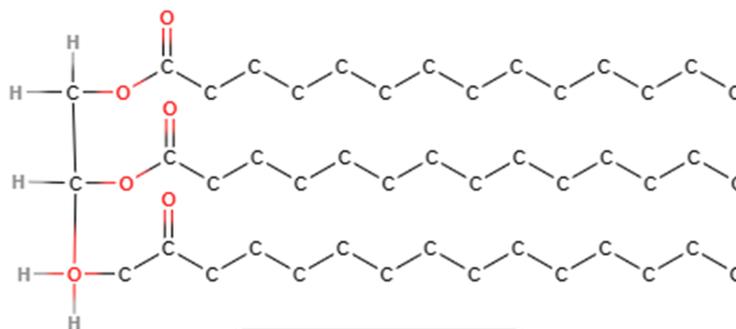
Solubilidade em Água		
Aldeídos		Seguimos o mesmo raciocínio dos álcoois: para moléculas menores com poucos átomos de carbono, o grupo funcional polar prevalece sobre a parte a apolar da cadeia carbônica. À medida que a cadeia aumenta, as moléculas tornam-se insolúveis em água.
Aminas		Solúveis contanto que tenham cadeias com até 5 carbonos. Moléculas com cadeias maiores são praticamente insolúveis.
Amidas		Em geral só as menores amidas (mais simples) são solúveis em água. As outras são solúveis em éter ou álcool.
Ácidos Carboxílicos		Para cadeias carbônicas até 4 carbonos, sendo alifática, são solúveis em água. Para 5 carbonos é parcialmente solúvel, se têm mais de 5, são insolúveis..
Ésteres		A maioria dos ésteres são insolúveis. Porém, os de menor massa molecular são parcialmente solúveis.
Sais de Ácidos Carboxílicos		Os sais dos ácidos carboxílicos de metais alcalinos e de amônio são solúveis, e os de metais de transição são insolúveis.
Éteres		Baixa solubilidade em água, porque a diferença de eletronegatividade entre carbono e oxigênio não é acentuada. Éteres pequenos interagem por meio de dipolo-dipolo. Quanto maior a cadeia, menor a solubilidade.



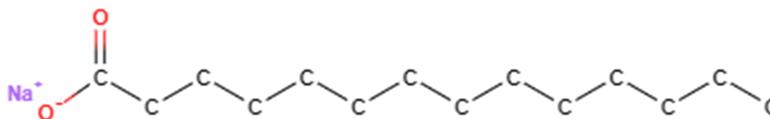
MICELAS: UM CASO ESPECIAL

A solubilidade nas substâncias nos meios é o assunto mais frequente no ENEM e a propriedade mais fácil de se visualizar. Conseguimos prever a solubilidade dos compostos em meios polares ou apolares a partir de sua geometria, pois através dela também descobrimos a polaridade da molécula.

Como já falamos, os sabões são moléculas anfipáticas, possuindo uma porção polar e outra apolar. Por isso, conseguimos desengordurar superfícies utilizando detergente e água. Veja abaixo as estruturas de um lipídio e sabões (sais de ácidos graxos) para entender melhor como isso acontece.



Estrutura de um lipídio



Estrutura de um sabão

Observamos, então, que a longa cadeia carbônica do sabão pode interagir com a cadeia do lipídio. Os oxigênios criam uma região de carga negativa concentrada, permitindo que o sabão interaja também com moléculas polares. A região polar pode ser tanto negativa quanto positiva. Desta maneira, os sabões conseguem solubilizar as moléculas apolares em água através da formação de micelas.

MICELA

MONÔMERO CATIONICO

- Cabeça hidrofílica
- Cauda hidrofóbica
- Contra-íon
- Água

