

# Química Orgânica Aplicada a Engenharia Geológica

## Aula 10

---

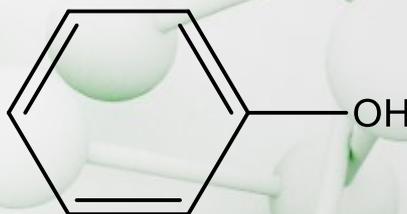
### Estudo dos alcoóis

# 1. Introdução

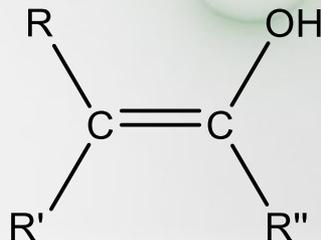
- Os alcoóis são compostos que possuem um ou mais grupos hidroxila ligados a carbono  $sp^3$ :



- Quando a hidroxila está ligada a um carbono  $sp^2$  de sistema aromático, o composto é denominado de fenol:



- Quando estiver ligado a um carbono  $sp^2$  de sistema não aromático, o composto é denominado de enol:



# 1. Introdução

- Os alcoóis são substâncias de **grande importância industrial, farmacológica e biológica**. Alguns exemplos são apresentados a seguir:



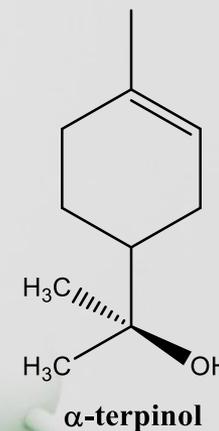
**Etanol**



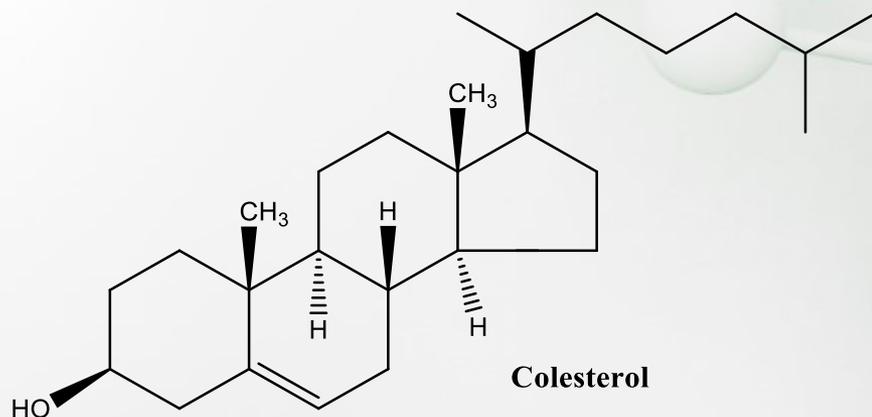
**Etilenoglicol**



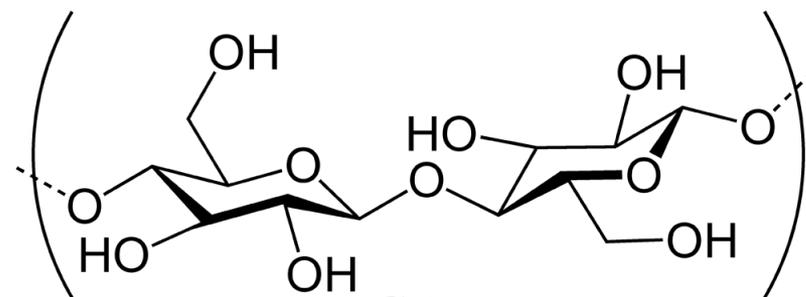
**Glicerol**



**α-terpinol**



**Colesterol**



**Celulose**

## 2. Nomenclatura

- A nomenclatura dos alcoóis é derivada dos hidrocarbonetos correspondentes, substituindo-se a última vogal pelo sufixo **ol**, e o nome é precedido de um número indicativo da posição do grupo hidroxila;
- A numeração da cadeia é feita de modo que a hidroxila receba a menor numeração possível;
- Outra forma de identificar os alcoóis é colocar o nome **álcool** seguindo da identificação do **grupo alquila**;



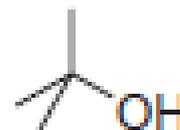
Metanol  
(Álcool Metílico)



Etanol  
(Álcool etílico),  
um álcool 1°



2-propanol  
(Álcool  
isopropílico),  
um álcool 2°



2-Metil-2-propanol  
(Álcool *terc*-butílico),  
um álcool 3°

## 2. Nomenclatura

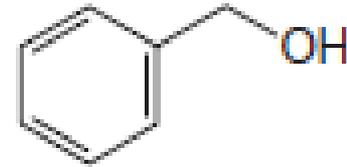
- Outros alcoóis:



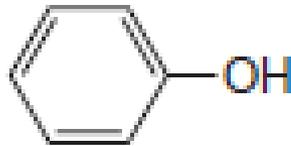
**2-Propenol**  
(Álcool alílico)



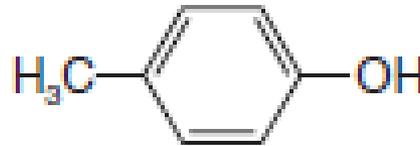
**2-Propinol**  
(Álcool propargílico)



**Álcool benzílico**



**Fenol**



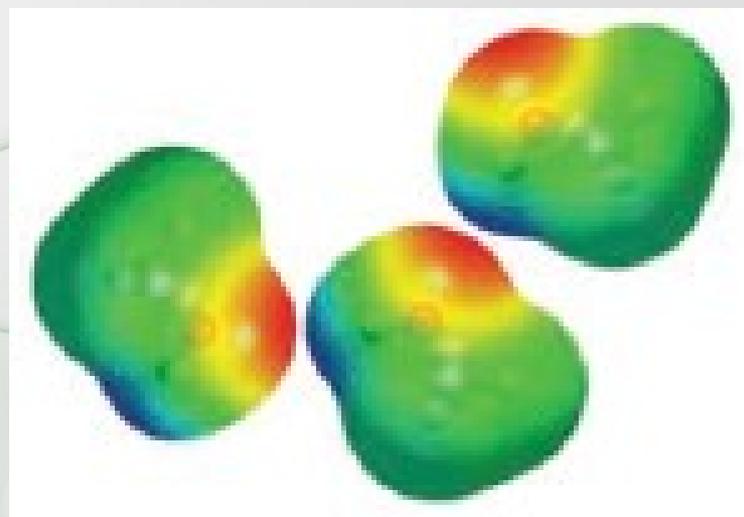
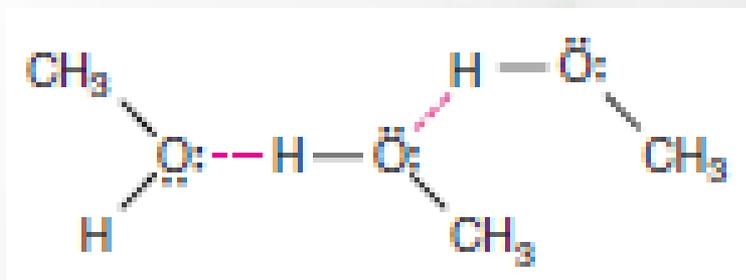
**p-metilfenol**  
(um fenol substituído)

### 3. Propriedades Físicas

- Como em qualquer série de compostos orgânicos, nos alcoóis as temperaturas de ebulição aumentam proporcionalmente ao aumento da massa molar;
- É importante observar que nos alcoóis as temperaturas de ebulição são mais elevadas quando comparadas às dos alcanos correspondentes devido a formação de **ligações de hidrogênio intermoleculares**;
- Quanto a solubilidade, os alcoóis de até **3 átomos de carbono** na cadeia **são muito solúveis em água**, em qualquer proporção, porém, com o aumento da cadeia carbônica (**hidrofóbica**), **a solubilidade diminui**;

### 3. Propriedades Físicas

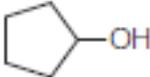
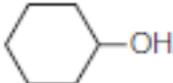
- As ligações de hidrogênio intermoleculares entre moléculas de metanol são mostradas à esquerda e o mapa de potencial eletrostático ilustrando essas interações à direita:



### 3. Propriedades Físicas

- A tabela a seguir mostra os pontos de fusão e ebulição de vários alcoóis e também a solubilidade deles em água:

TABLE 11.1 Physical Properties of Alcohols

| Name                        | Formula                                                                             | mp (°C) | bp (°C) (1 atm) | Water Solubility (g/100 mL H <sub>2</sub> O) |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|----------------------------------------------|
| <b>Monohydroxy Alcohols</b> |                                                                                     |         |                 |                                              |
| Methanol                    | CH <sub>3</sub> OH                                                                  | -97     | 64.7            | ∞                                            |
| Ethanol                     | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH                                                  | -117    | 78.3            | ∞                                            |
| Propyl alcohol              | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH                                  | -126    | 97.2            | ∞                                            |
| Isopropyl alcohol           | CH <sub>3</sub> CH(OH)CH <sub>3</sub>                                               | -88     | 82.3            | ∞                                            |
| Butyl alcohol               | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH                  | -90     | 117.7           | 8.3                                          |
| Isobutyl alcohol            | CH <sub>3</sub> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> OH                              | -108    | 108.0           | 10.0                                         |
| sec-Butyl alcohol           | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH(OH)CH <sub>3</sub>                               | -114    | 99.5            | 26.0                                         |
| tert-Butyl alcohol          | (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> COH                                                 | 25      | 82.5            | ∞                                            |
| Pentyl alcohol              | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH                  | -78.5   | 138.0           | 2.4                                          |
| Hexyl alcohol               | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>2</sub> OH                  | -52     | 156.5           | 0.6                                          |
| Heptyl alcohol              | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> OH                  | -34     | 176             | 0.2                                          |
| Octyl alcohol               | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>2</sub> OH                  | -15     | 195             | 0.05                                         |
| Cyclopentanol               |   | -19     | 140             |                                              |
| Cyclohexanol                |  | 24      | 161.5           | 3.6                                          |
| Benzyl alcohol              | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> OH                                    | -15     | 205             | 4                                            |
| <b>Diols and Triols</b>     |                                                                                     |         |                 |                                              |
| Ethylene glycol             | CH <sub>2</sub> OHCH <sub>2</sub> OH                                                | -12.6   | 197             | ∞                                            |
| Propylene glycol            | CH <sub>3</sub> CHOHCH <sub>2</sub> OH                                              | -59     | 187             | ∞                                            |
| Trimethylene glycol         | CH <sub>2</sub> OHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH                                | -30     | 215             | ∞                                            |
| Glycerol                    | CH <sub>2</sub> OHCHOHCH <sub>2</sub> OH                                            | 18      | 290             | ∞                                            |

## 4. Alcoóis importantes

- O metanol e o etanol são os dois alcoóis mais utilizados industrialmente (indústria química e farmacêutica), portanto são preparados em grande escala;
- O metanol é preparado industrialmente por meio da redução catalítica do monóxido de carbono:

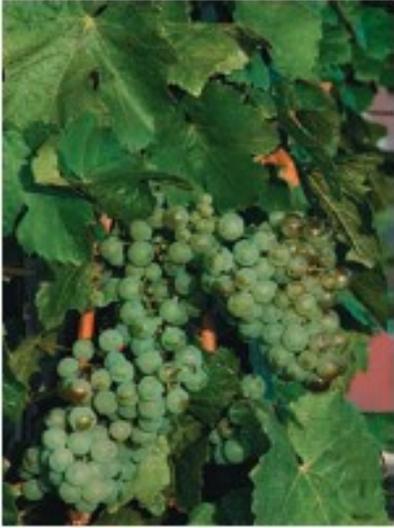


- Já o etanol é produzido industrialmente por hidratação do eteno:



## 4. Alcoóis importantes

- E por processos fermentativos a partir de carboidratos:

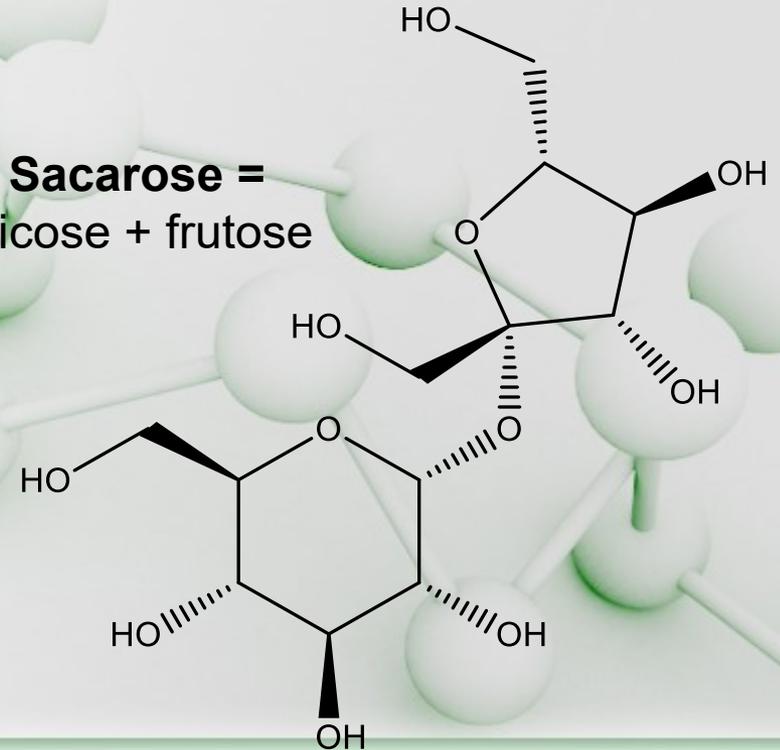


~95% de rendimento

- Etanol como biocombustível:

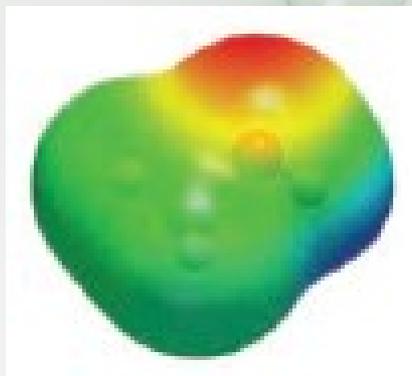
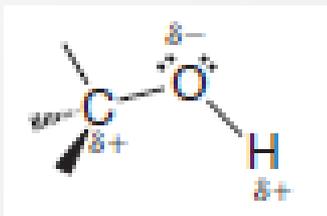


**Sacarose =**  
glicose + frutose



## 6. Reações de alcoóis

- As reações dos alcoóis tem haver principalmente com:
  - O átomo de oxigênio do grupo hidroxila ser nucleofílico e uma base fraca;
  - O átomo de hidrogênio do grupo hidroxila ser fracamente ácido;
  - O grupo hidroxila pode ser convertido em um bom grupo abandonador permitindo então reações de substituição ou eliminação;

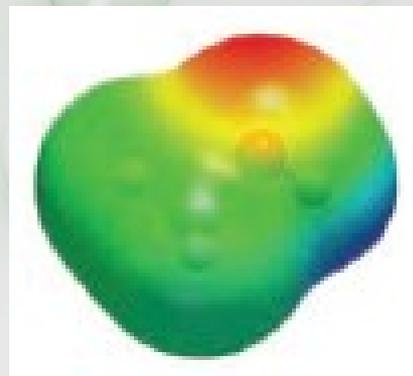
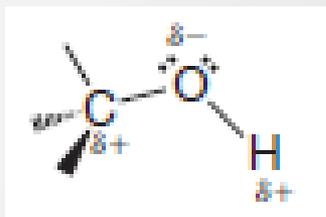


**TABLE 11.3**  $pK_a$  Values for Some Weak Acids

| Acid                              | $pK_a$ |
|-----------------------------------|--------|
| $\text{CH}_3\text{OH}$            | 15.5   |
| $\text{H}_2\text{O}$              | 15.74  |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ | 15.9   |
| $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$       | 18.0   |

## 6. Reações de alcoóis

- A polarização da ligação O-H torna o hidrogênio parcialmente positivo e explica porque os alcoóis são ácidos fracos;
- A polarização da ligação C-O torna o carbono um átomo parcialmente positivo, e se não fosse pelo fato que OH<sup>-</sup> ser uma base forte, e portanto, um péssimo grupo abandonador, este carbono poderia ser susceptível a um ataque nucleofílico;



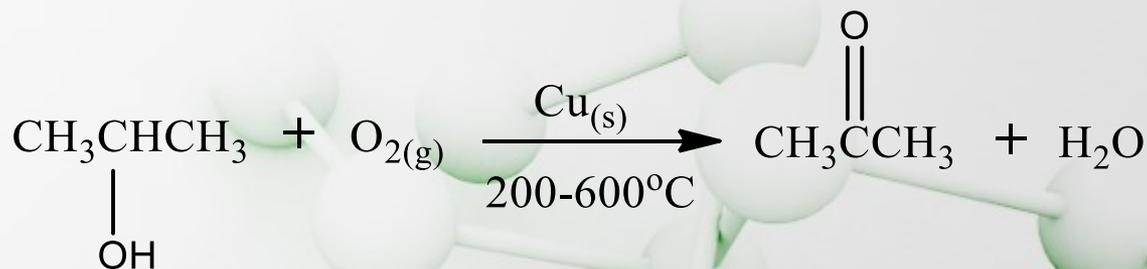
## 6. Reações de alcoóis

- As reações dos alcoóis podem ser divididas em dois grupos:
  - i) Reações que envolvem a quebra da ligação entre o hidrogênio e o oxigênio do grupo funcional;
  - ii) Reações que envolvem a quebra da ligação carbono-oxigênio do grupo hidroxila;

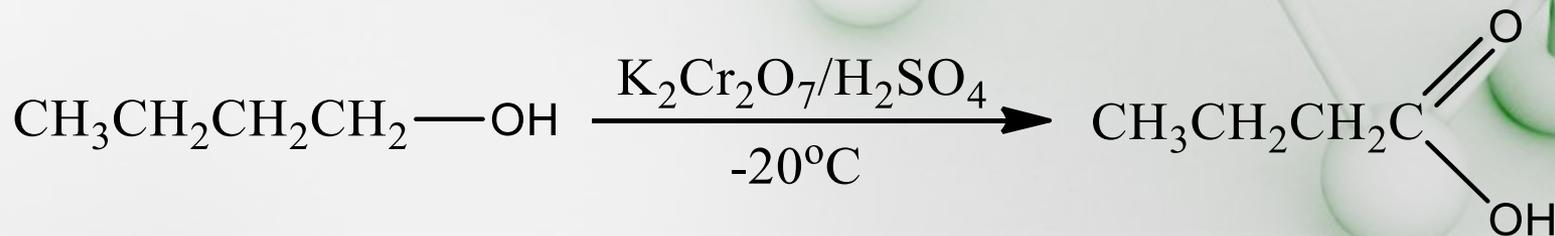


## 6.1. Reações que envolvem a quebra da ligação O-H

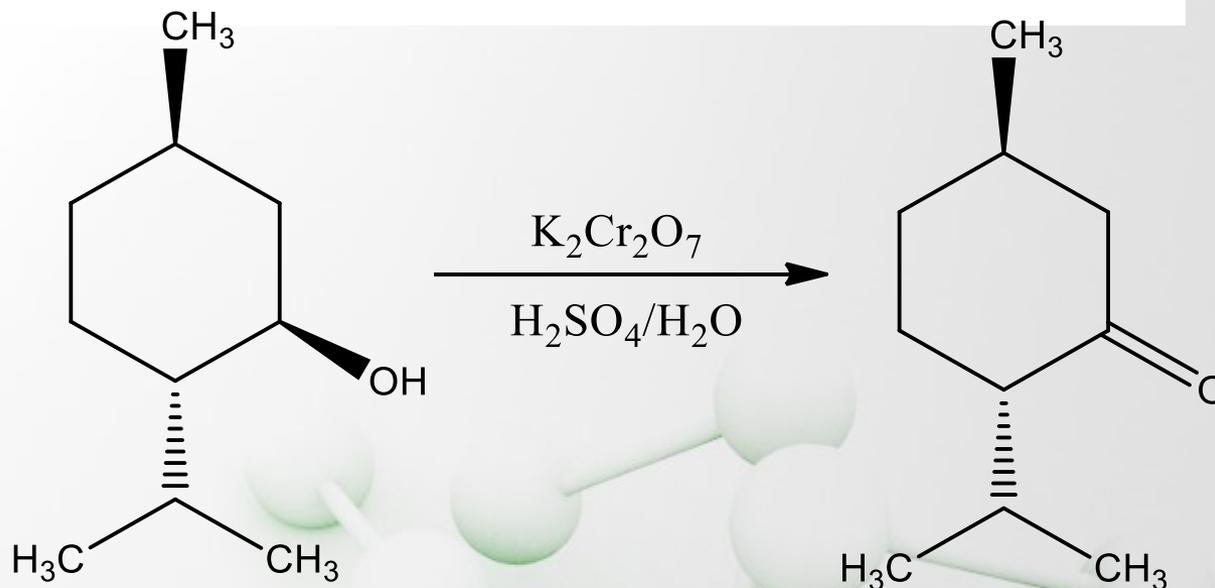
- Outro tipo de reações de alcoóis que leva a quebra da ligação oxigênio-hidrogênio do grupo funcional são as reações de oxidação;
- Oxidação de alcoóis a cetonas usando cobre metálico e calor:



- Oxidação de alcoóis a ácidos carboxílicos com dicromato de potássio em ácido sulfúrico:



## 6.1. Reações que envolvem a quebra da ligação O-H



- Os alcoóis primários são oxidados diretamente a ácidos carboxílicos, sendo difícil isolar o aldeído. O isolamento do aldeído só é possível caso este seja removido do meio reacional;
- As reações de oxidação, nas mesmas condições, ocorrem com alcoóis secundários, porém estas são mais lentas e levam a formação de cetonas;
- Os alcoóis terciários não sofrem oxidação;