



INSTITUTO FEDERAL  
SANTA CATARINA

# Isomeria

## *Técnico em Análises Químicas – Módulo II*

Marco Aurelio Woehl



Ministério  
da Educação



INSTITUTO FEDERAL  
SANTA CATARINA

Existem duas substâncias, que chamaremos de *A* e *B*, com a mesma fórmula molecular ( $C_2H_6O$ ):

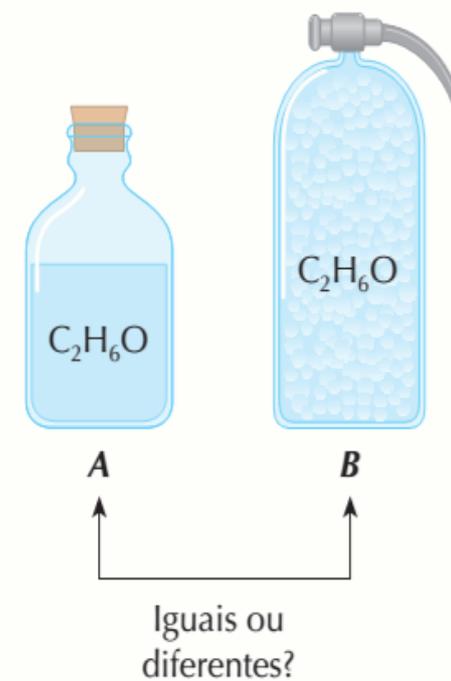
- a **substância A** é um líquido incolor, que ferve a  $78,5\text{ }^\circ\text{C}$  e apresenta uma certa reatividade química;
- a **substância B** é um gás incolor, que se liquefaz somente a  $23,6\text{ }^\circ\text{C}$  abaixo de zero e tem reatividade química muito baixa.

Como são possíveis diferenças tão grandes, se *A* e *B* têm a mesma fórmula  $C_2H_6O$ ? Simplesmente porque esses átomos estão arrumados diferentemente:

- a **substância A** é um álcool:  $CH_3 - CH_2 - OH$ ;
- a **substância B** é um éter:  $CH_3 - O - CH_3$ .

Dizemos que *A* e *B* são **isômeros** e chamamos esse fenômeno de **isomeria**.

# Isomeria



Ministério  
da Educação

**Isômeros** são compostos de mesma fórmula molecular que apresentam propriedades diferentes devido a fórmulas estruturais diferentes.



INSTITUTO FEDERAL  
SANTA CATARINA

# Isomeria plana

**Isomeria plana** ocorre quando a diferença entre os isômeros pode ser explicada por fórmulas estruturais planas.

Os casos mais comuns de isomeria plana são:

- isomeria de cadeia (ou de núcleo);
- isomeria de posição;
- isomeria de compensação (ou metameria);
- isomeria de função (ou funcional);
- tautomeria.

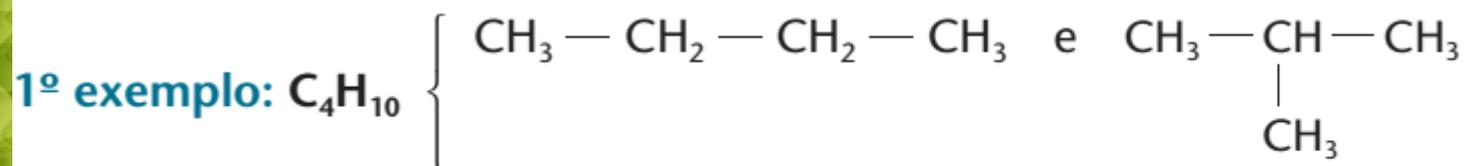


Ministério  
da Educação

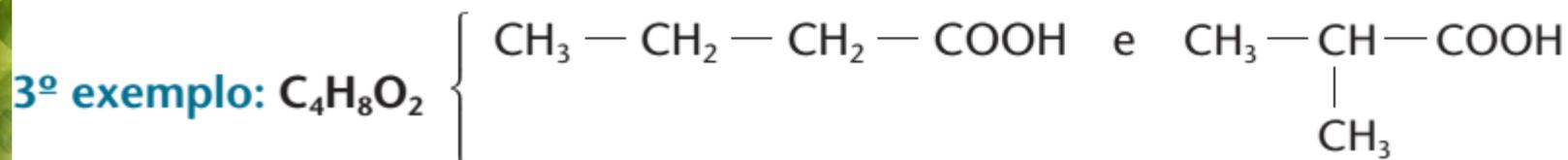
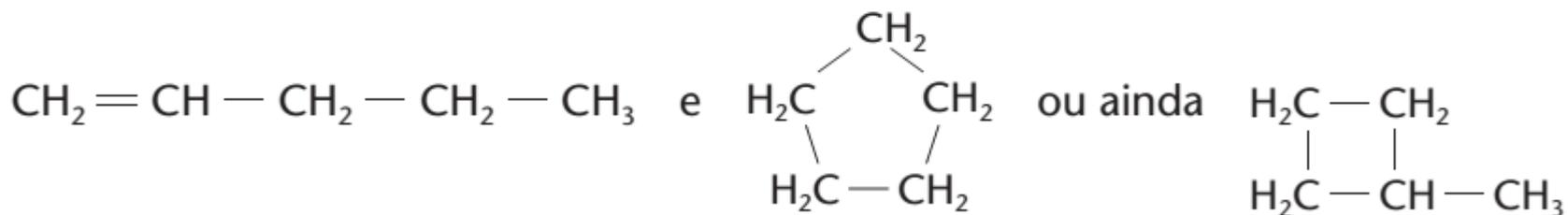


## 1 ISOMERIA DE CADEIA (OU DE NÚCLEO)

**Isomeria de cadeia** (ou de núcleo) é aquela em que os isômeros têm cadeias (ou núcleos) diferentes.



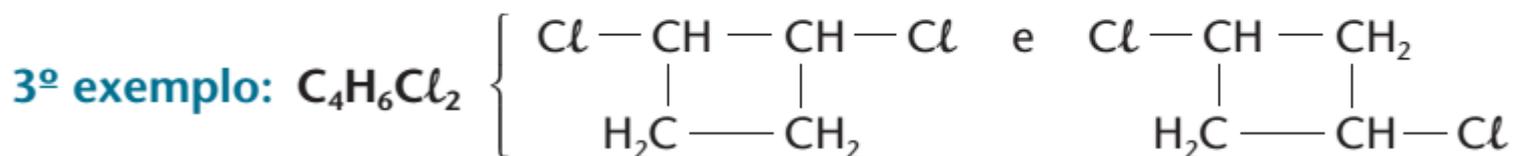
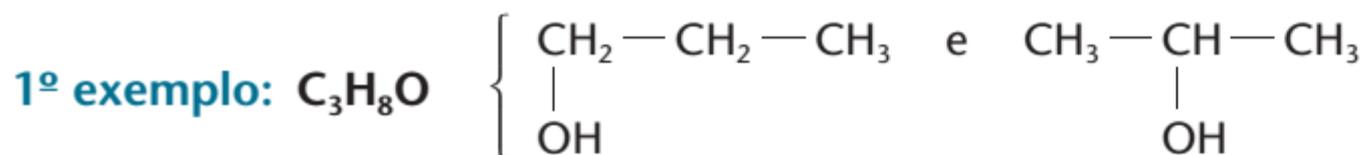
2º exemplo:  $C_5H_{10}$





## 2 ISOMERIA DE POSIÇÃO

**Isomeria de posição** ocorre quando os isômeros têm a mesma cadeia carbônica, mas diferem pela **posição** de ramificações ou de ligações duplas ou triplas.



Nesse tipo de isomeria, os isômeros também pertencem sempre à mesma função química.

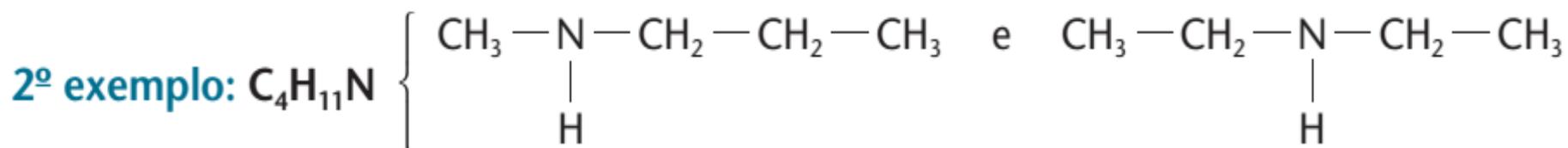


### 3 ISOMERIA DE COMPENSAÇÃO (OU METAMERIA)

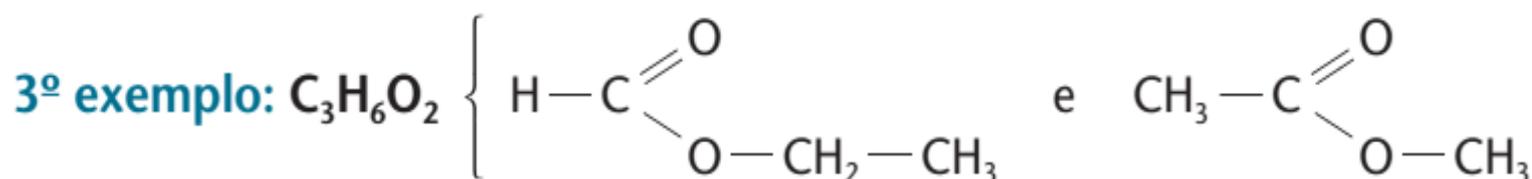
**Isomeria de compensação (ou metameria)** ocorre quando os isômeros diferem pela posição de um heteroátomo na cadeia carbônica.



Veja que o heteroátomo (no caso, o oxigênio) mudou da posição 2 para a posição 3. Disso sempre resulta um encurtamento da cadeia carbônica de um lado do heteroátomo, com o conseqüente alongamento da cadeia do lado oposto. Veja também que, nesse caso, os dois isômeros pertencem à mesma função (função éter), sendo chamados de **metâmeros** (do grego: *meta*, mudança).



Nesse caso, a isomeria decorre da mudança de posição do heteroátomo nitrogênio.



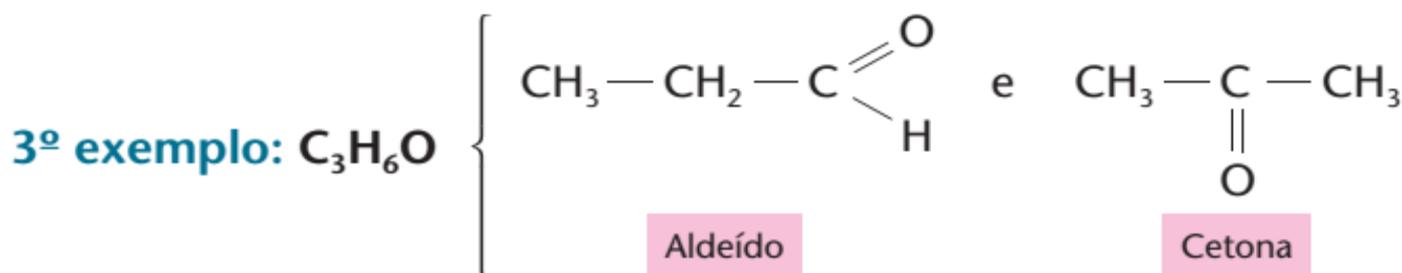
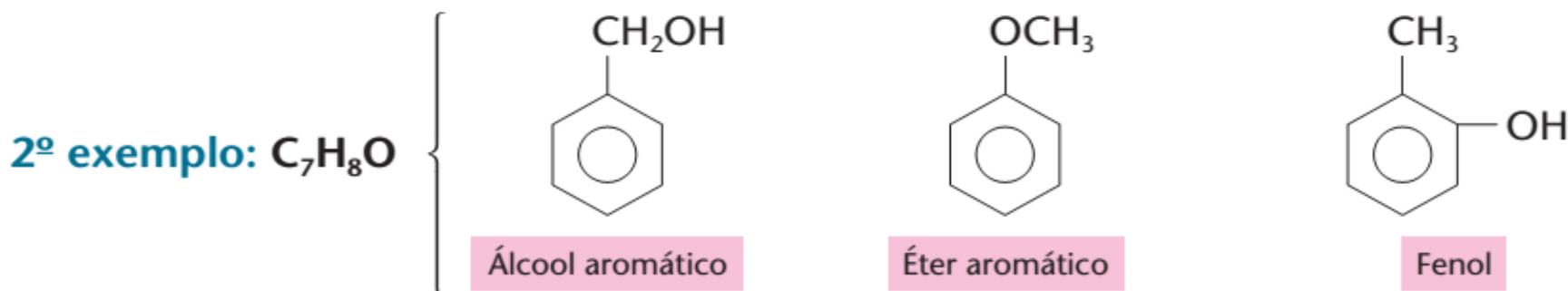
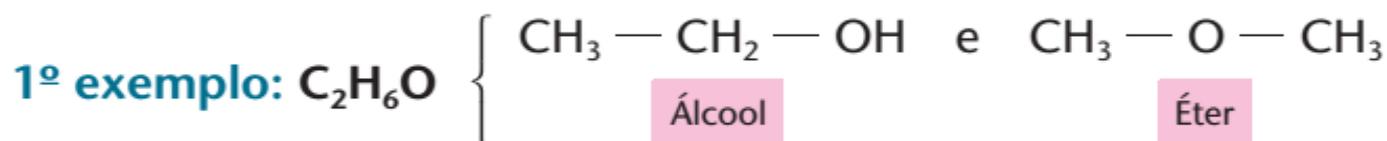
Nesse exemplo é mais fácil enxergar o alongamento e encurtamento da cadeia carbônica, antes e depois do grupo funcional  $\begin{array}{c} O \\ // \\ - C \\ \backslash \\ O - \end{array}$ .

**Isomeria de função (ou funcional)** ocorre quando os isômeros pertencem a funções químicas diferentes.

Os casos mais comuns de isomeria de função ocorrem entre:

- álcoois e éteres;
- álcoois aromáticos, éteres aromáticos e fenóis;
- aldeídos e cetonas;
- ácidos carboxílicos e ésteres.

Vamos exemplificar cada um desses casos:





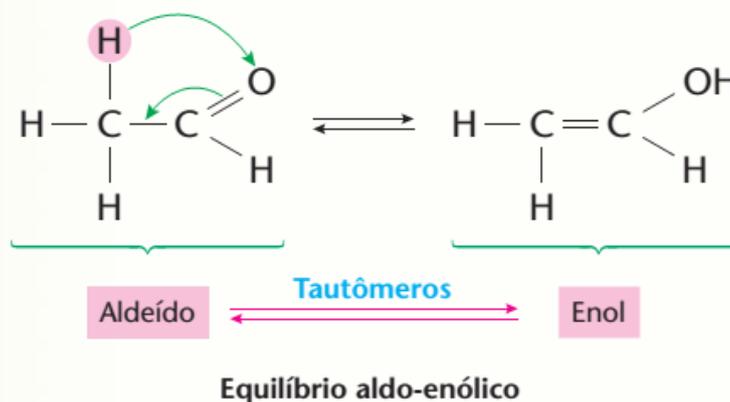
## 4.1. Tautomeria

**Tautomeria** é o caso particular de isomeria funcional em que os dois isômeros ficam em equilíbrio químico dinâmico.

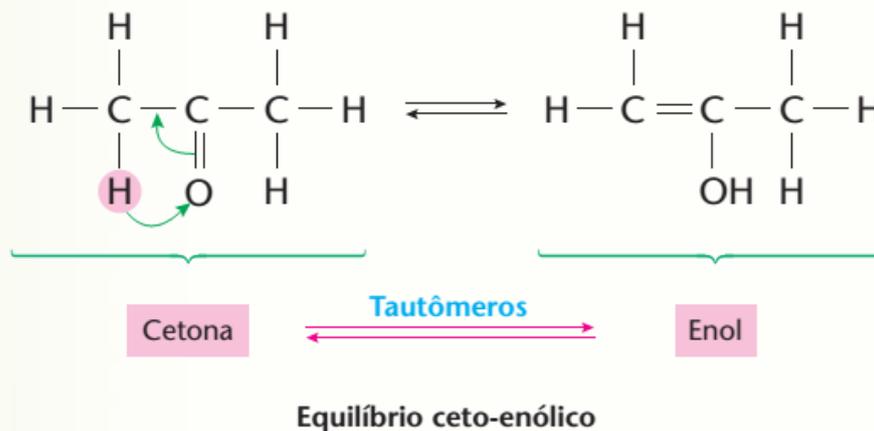
Os casos mais comuns de tautomeria ocorrem entre:

- aldeído e enol;
- cetona e enol.

Consideremos como 1º exemplo o caso do etanal ou aldeído acético ( $\text{CH}_3 - \text{CHO}$ ):



Como 2º exemplo citamos o caso de equilíbrio entre uma cetona e um enol que, na verdade, é idêntico ao caso anterior:





INSTITUTO FEDERAL  
SANTA CATARINA

# Isomeria espacial

**Isomeria espacial (ou estereoisomeria)** é aquela que somente pode ser explicada por meio de fórmulas estruturais espaciais.

Em outras palavras, isso significa que só iremos “enxergar” a diferença existente entre dois isômeros espaciais se fizermos uso de modelos moleculares espaciais.

A isomeria espacial divide-se em:

- isomeria cis-trans (ou geométrica);
- isomeria óptica.\*



Ministério  
da Educação

\*ver apresentação “isomeria óptica”



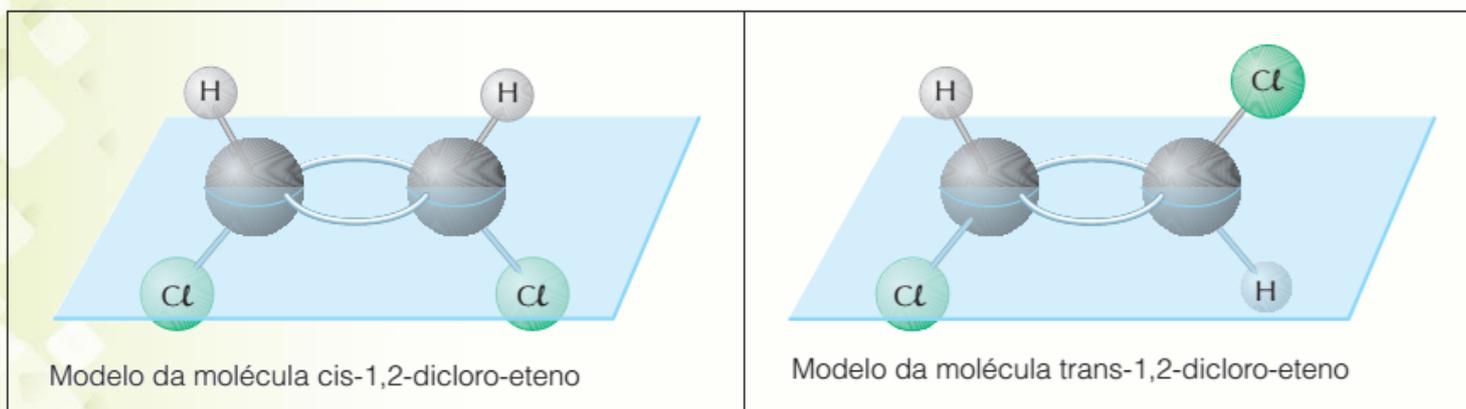
## ISOMERIA CIS-TRANS (OU GEOMÉTRICA)

Pode ocorrer em dois casos principais, a saber:

- em compostos com duplas ligações;
- em compostos cíclicos.

### 1.1. Isomeria cis-trans em compostos com duplas ligações

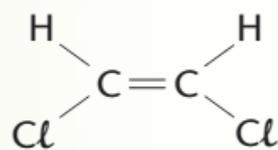
Seja o composto  $\text{ClCH} = \text{CHCl}$ . Usando-se o modelo de bolas, podemos ter as seguintes arrumações espaciais:



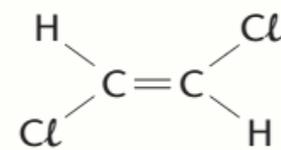
Repare na seguinte diferença:

- na foto da esquerda, **os dois átomos de cloro estão do mesmo lado do plano que divide a molécula ao meio**; essa é a chamada **forma cis** (do latim *cis*, *aquém de*);
- na foto da direita, **os dois átomos de cloro estão em lados opostos do plano que divide a molécula ao meio**; essa é a chamada **forma trans** (do latim *trans*, *para além de*).

Os dois compostos dados também podem ser representados abreviadamente do seguinte modo:



Cis-1,2-dicloro-eteno  
(molécula polar)



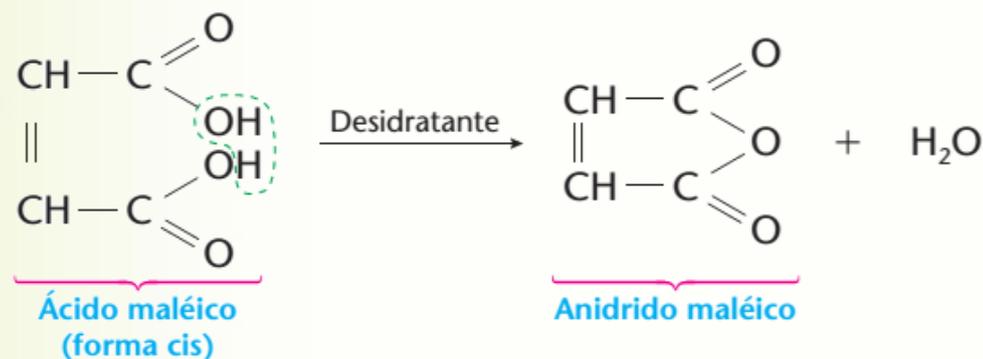
Trans-1,2-dicloro-eteno  
(molécula apolar)





Em decorrência de suas diferentes estruturas, os isômeros cis e trans têm propriedades físicas (densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição etc.) e propriedades químicas diferentes. Exemplos interessantes são os dos ácidos maléico e fumárico:

- o ácido maléico forma anidrido com facilidade, segundo a equação:



- o ácido fumárico, por sua vez, **não** forma anidrido, pois suas carboxilas estão em lados “opostos” da molécula:



Além disso, podemos observar as diferenças nas propriedades físicas:

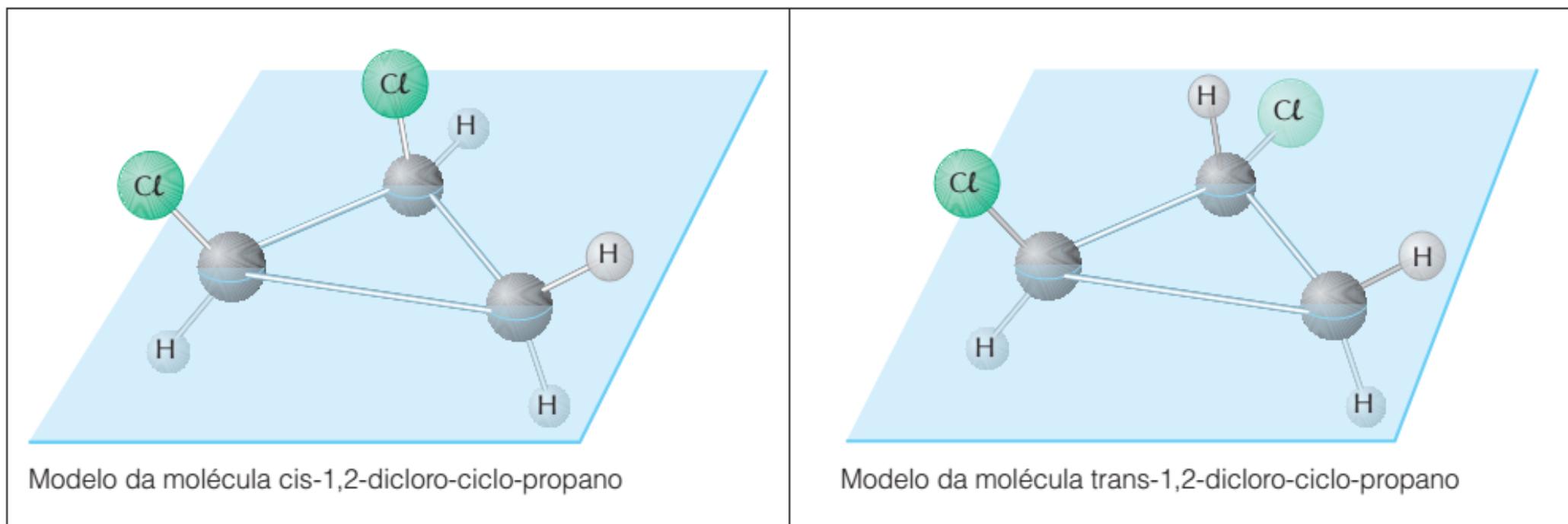
Propriedade física	Ácido maléico	Ácido fumárico
Solubilidade em água (g/100 g de solução, 25 °C)	44,1	0,70
Ponto de fusão (°C)	144	282
Ponto de ebulição (°C)	≈ 138	290



## 1.2. Isomeria cis-trans em compostos cíclicos

Os compostos cíclicos apresentam um anel ou núcleo que é um **polígono plano ou reverso**. Conforme as ramificações (ou os substituintes) estejam **acima** ou **abaixo** desse polígono, podem surgir casos de isomeria cis-trans (aqui também chamada isomeria baeyeriana, como homenagem ao cientista Adolf von Baeyer).

Seja, por exemplo, o composto 1,2-dicloro-ciclo-propano. Ele poderá apresentar as seguintes estruturas:



Na foto da esquerda, **os dois átomos de cloro estão acima do plano do anel**; na foto da direita, **um átomo de cloro está acima e o outro está abaixo do plano do anel**. As duas estruturas não podem ser superpostas, de modo que temos **dois isômeros diferentes** — o primeiro é o **cis**, e o segundo, o **trans**.