



**INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA**  
**DISCIPLINA: QUÍMICA (3º ANO)**

---

# **Estudo do átomo de carbono: características, hibridização e tipos de ligações**

**Vanize Caldeira da Costa**

**Uruguaiana, 15 de março de 2024**

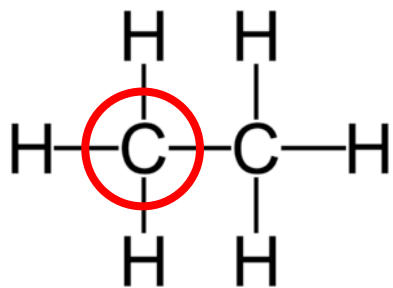
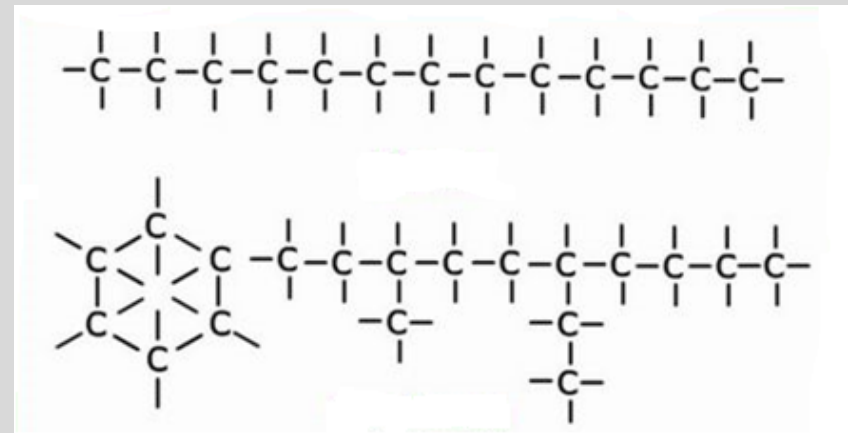
6

C

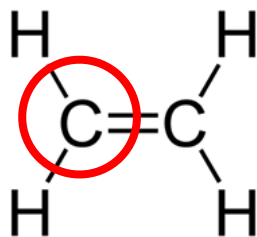
Carbono  
12.0107

## Forma quatro ligações químicas

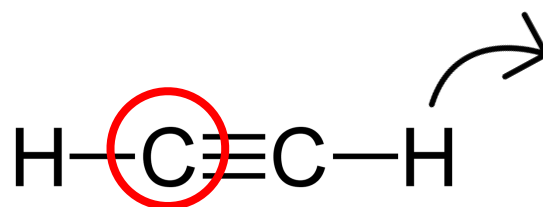
Capaz de formar cadeias longas e estáveis com átomos ligados por ligações simples, duplas ou triplas



4 ligações  
simples



1 ligação dupla  
e 2 ligações  
simples



1 ligação tripla  
e 1 ligação  
simples

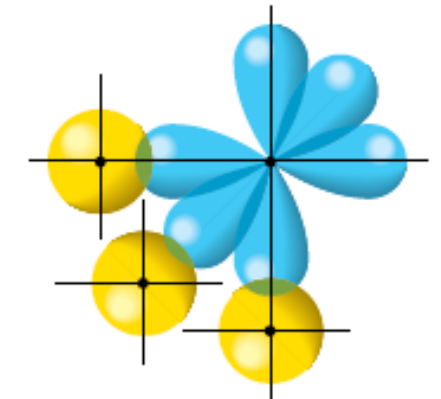
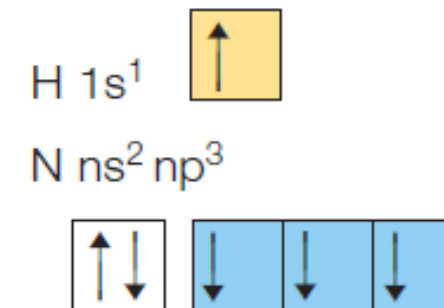
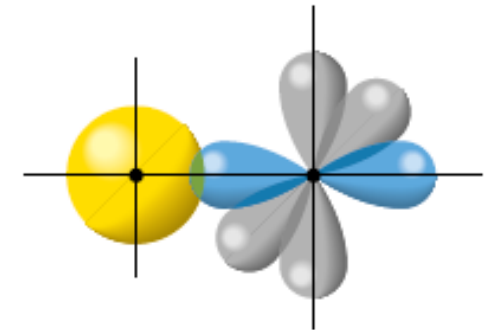
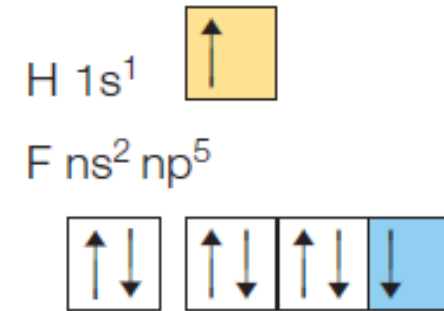
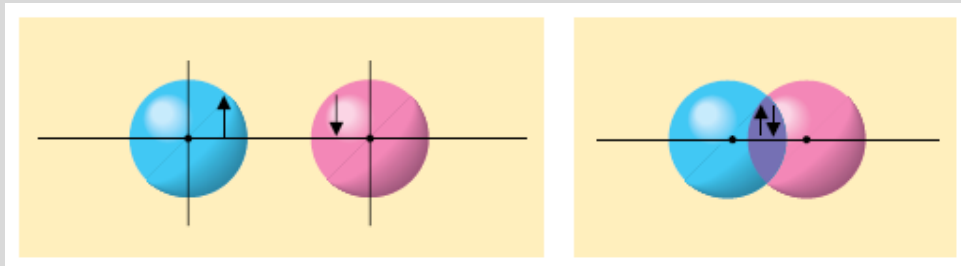
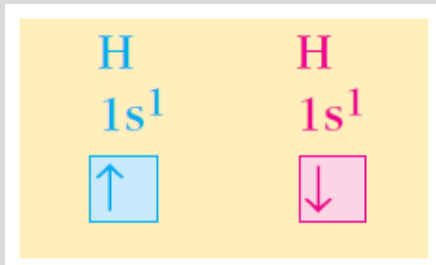
→ Estrutura de  
Lewis

# Ligação covalente

## Interação de orbitais atômicos incompletos

### Ligação sigma ( $\sigma$ )

Interpenetração dos orbitais ao longo do mesmo eixo (interação frontal)

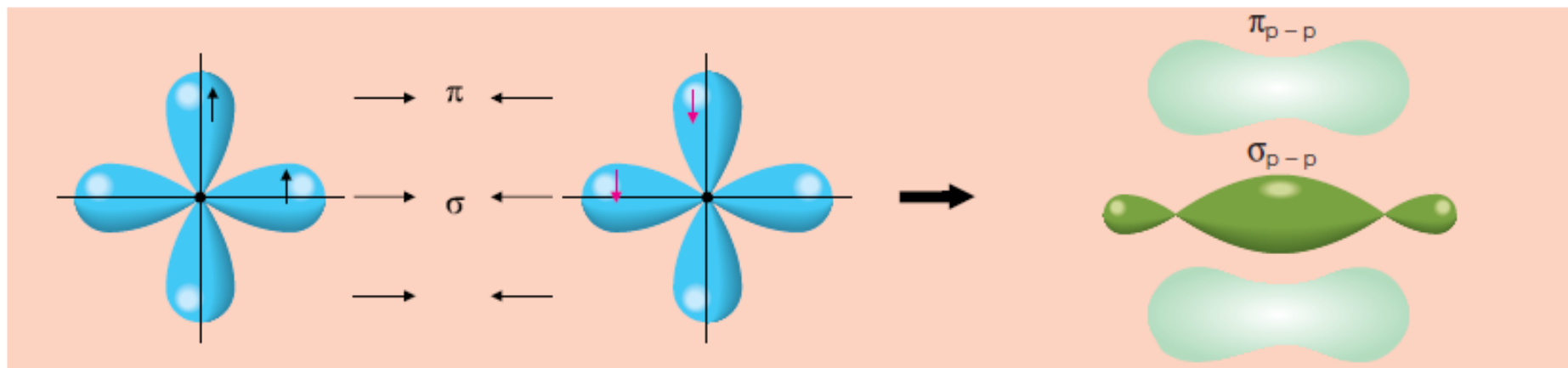


# Ligação covalente

Quando entre dois átomos ocorrer mais de uma ligação, a primeira será sempre uma ligação sigma e as demaís corresponderão a ligações pi

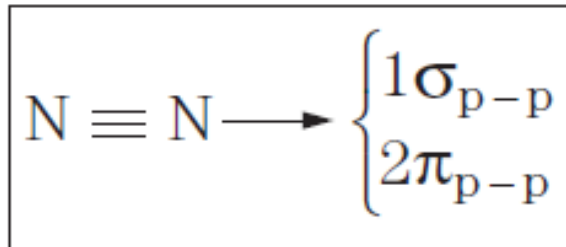
## Ligação pi ( $\pi$ )

Interpenetração de orbitais “p” contidos em eixos paralelos (interação lateral)

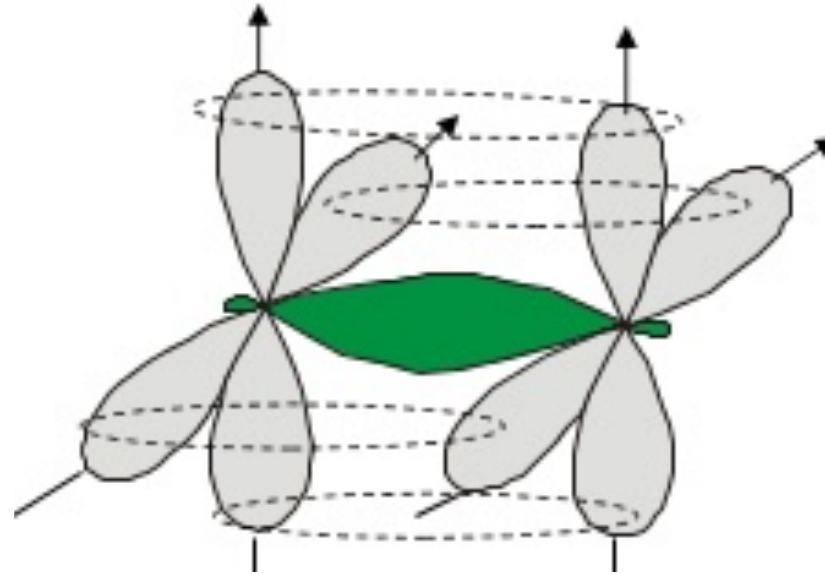


# Ligação covalente

gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ )



${}_7\text{N} - 1s^2 2s^2 2p^3$



## Resumo



ligação simples

ligação  $\sigma$



ligação dupla

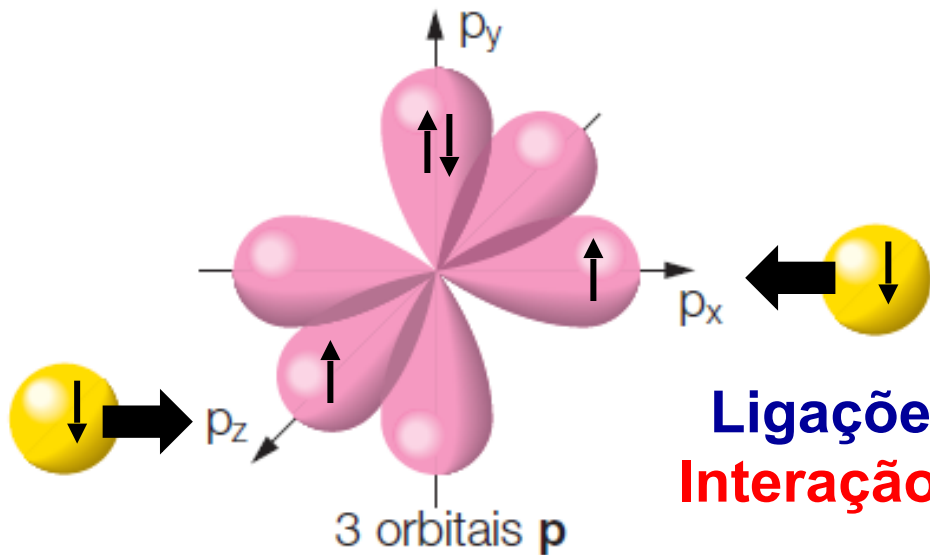
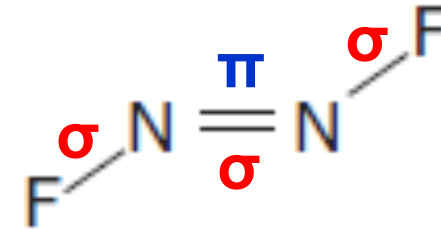
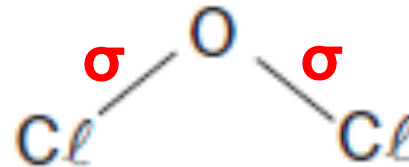
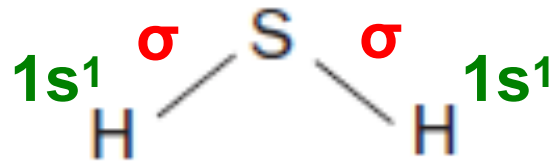
1 ligação  $\sigma$   
1 ligação  $\pi$



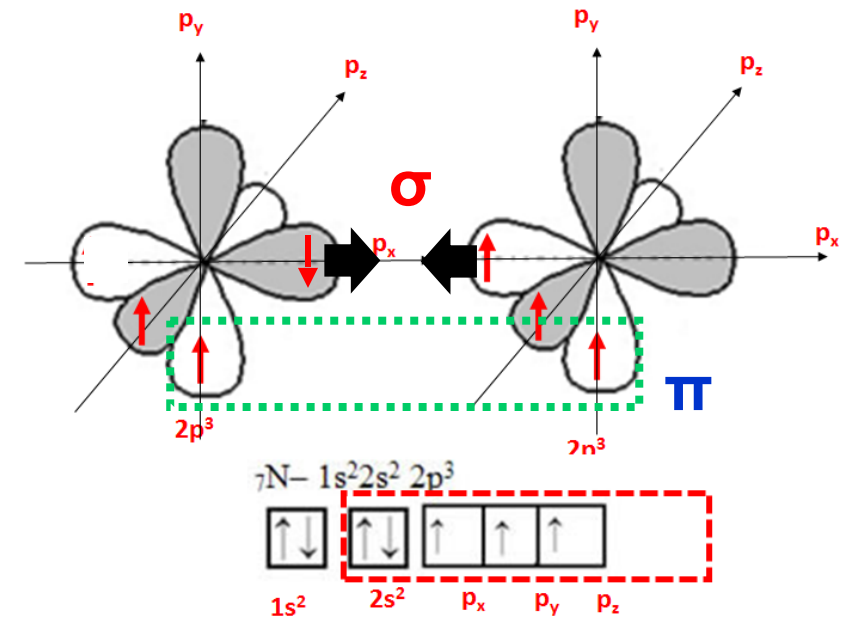
ligação tripla

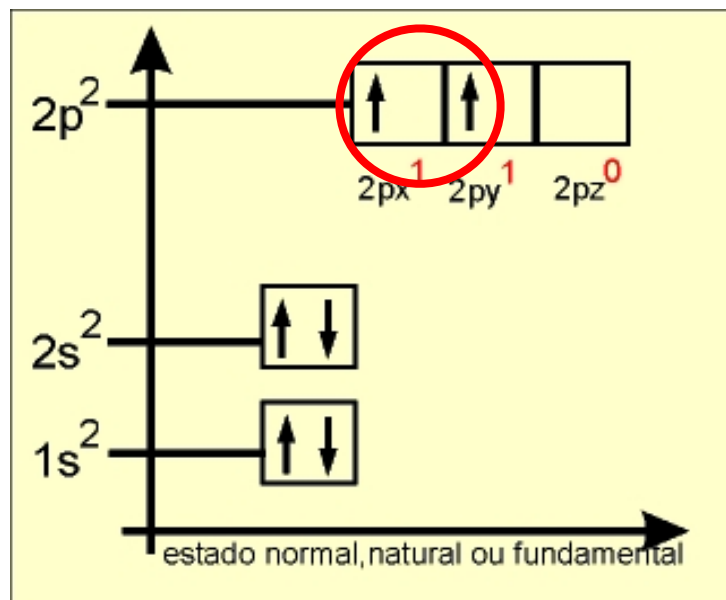
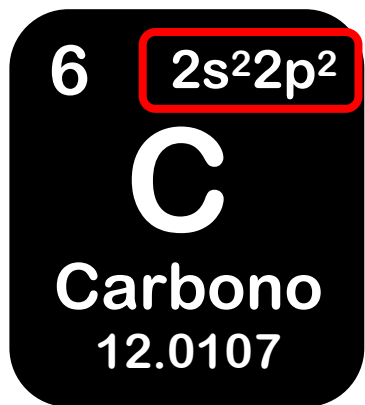
1 ligação  $\sigma$   
2 ligações  $\pi$

# Quais os tipos de ligações covalentes presentes nas moléculas mostradas abaixo?



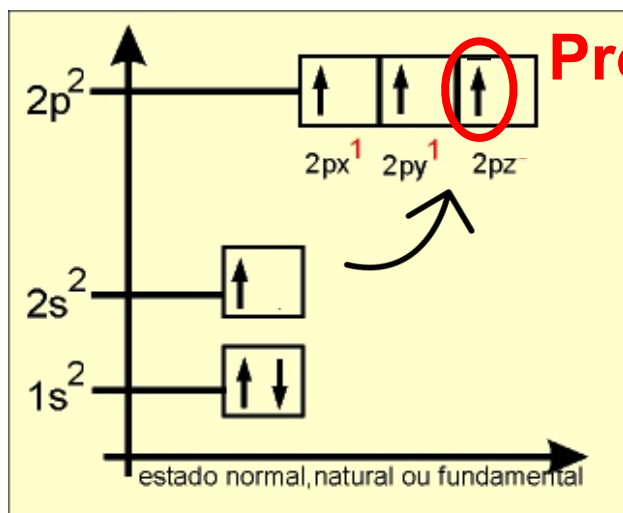
**Ligações simples**  
**Interação frontal -  $\sigma$**





**No estado fundamental, o carbono possui somente 2 elétrons desemparelhados, o que sugere que ele poderia fazer apenas duas ligações**

**O número de elétrons desemparelhados (orbitais incompletos) indica a quantidade de ligações covalentes que podem ser realizadas**



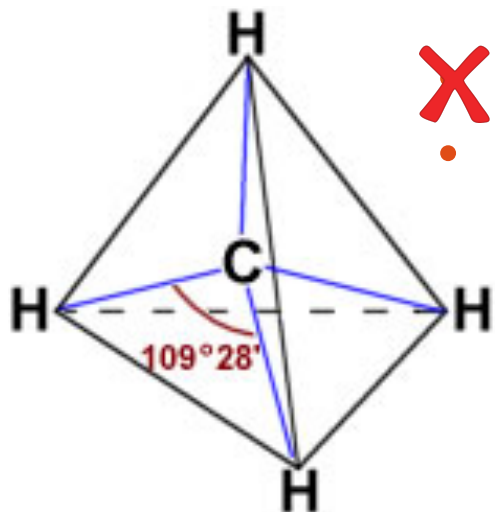
**Promovido (estado excitado)**

↓

**Possível explicar a tetravalência do carbono**

**Não explica a geometria dos compostos de carbono**



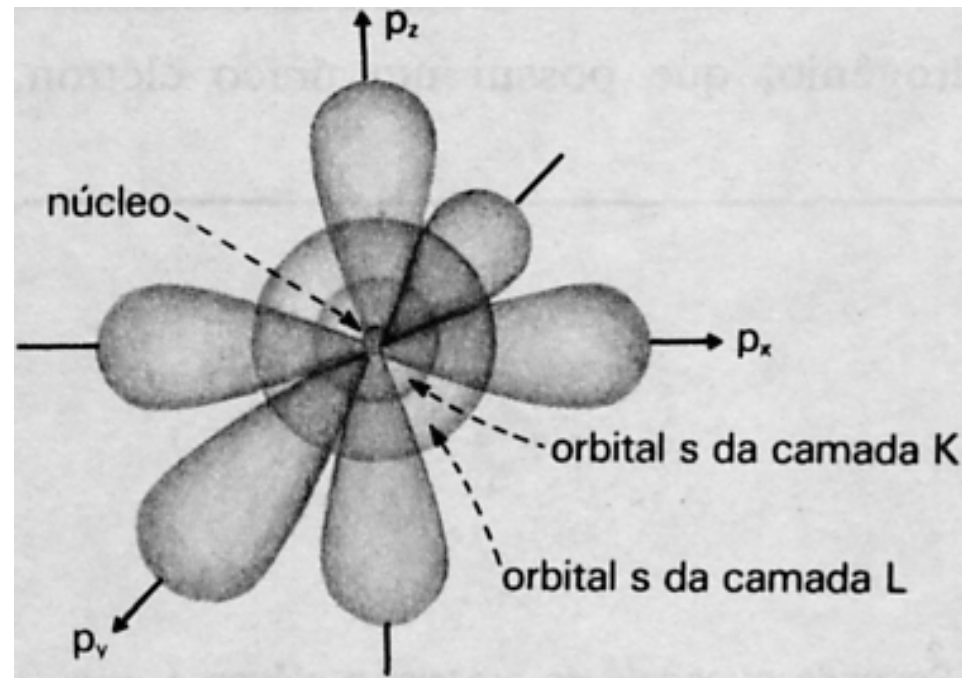


Metano

- ✗ Ângulo de ligação:  $109^{\circ}28'$ ;
- Todas as ligações têm o mesmo comprimento.

Ângulo entre os orbitais  $p$  é de  $90^{\circ}$

Comprimentos das ligações C-H não seriam todos iguais, pois o orbital  $2s$  possui raio diferente dos orbitais  $2p$

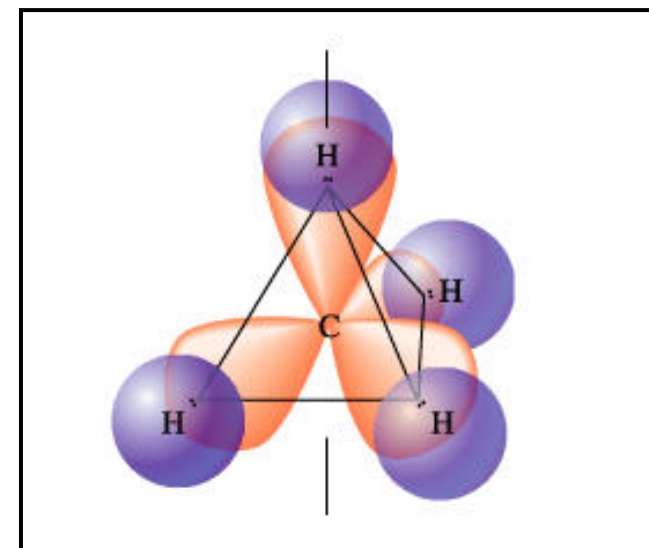
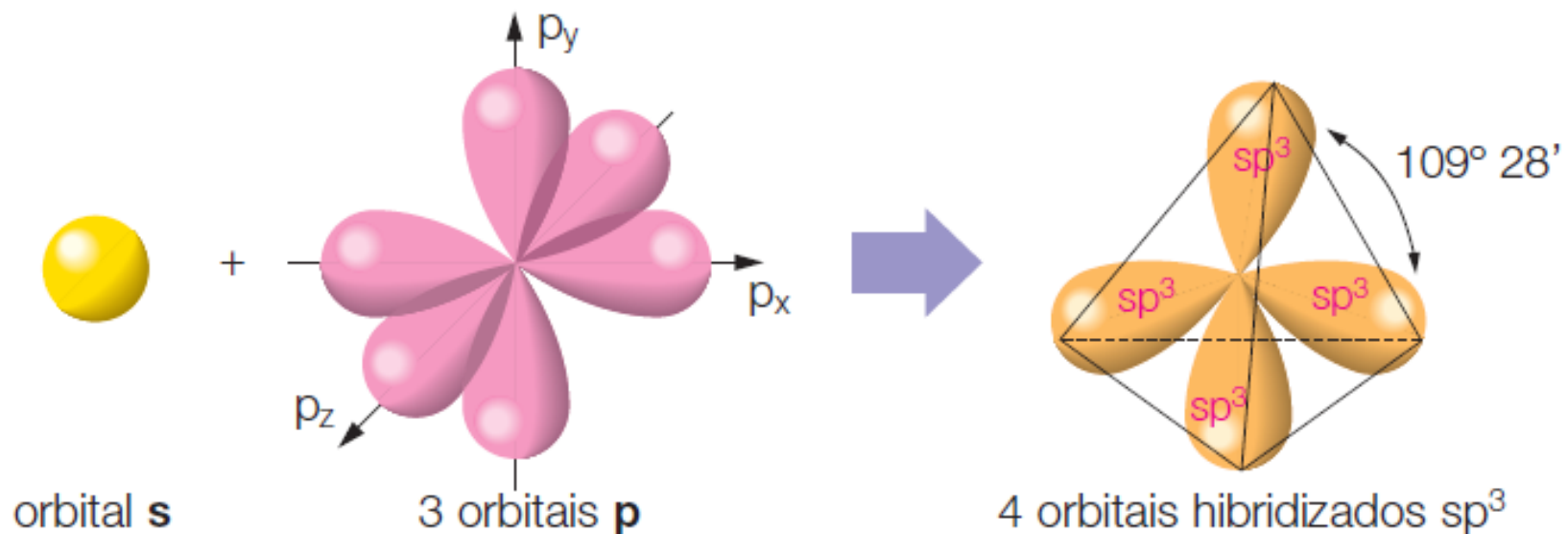


Orbitais atômicos do carbono



# Hibridização $sp^3$

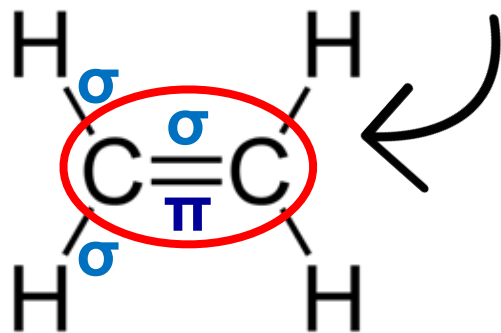
- O que acontece, na verdade, é a combinação dos orbitais  $s$  e  $p$ , dando origem a quatro novos orbitais denominados híbridos  $sp^3$ ;
- Esses orbitais são todos iguais, e o ângulo entre eles é de  $109,47^\circ$ .



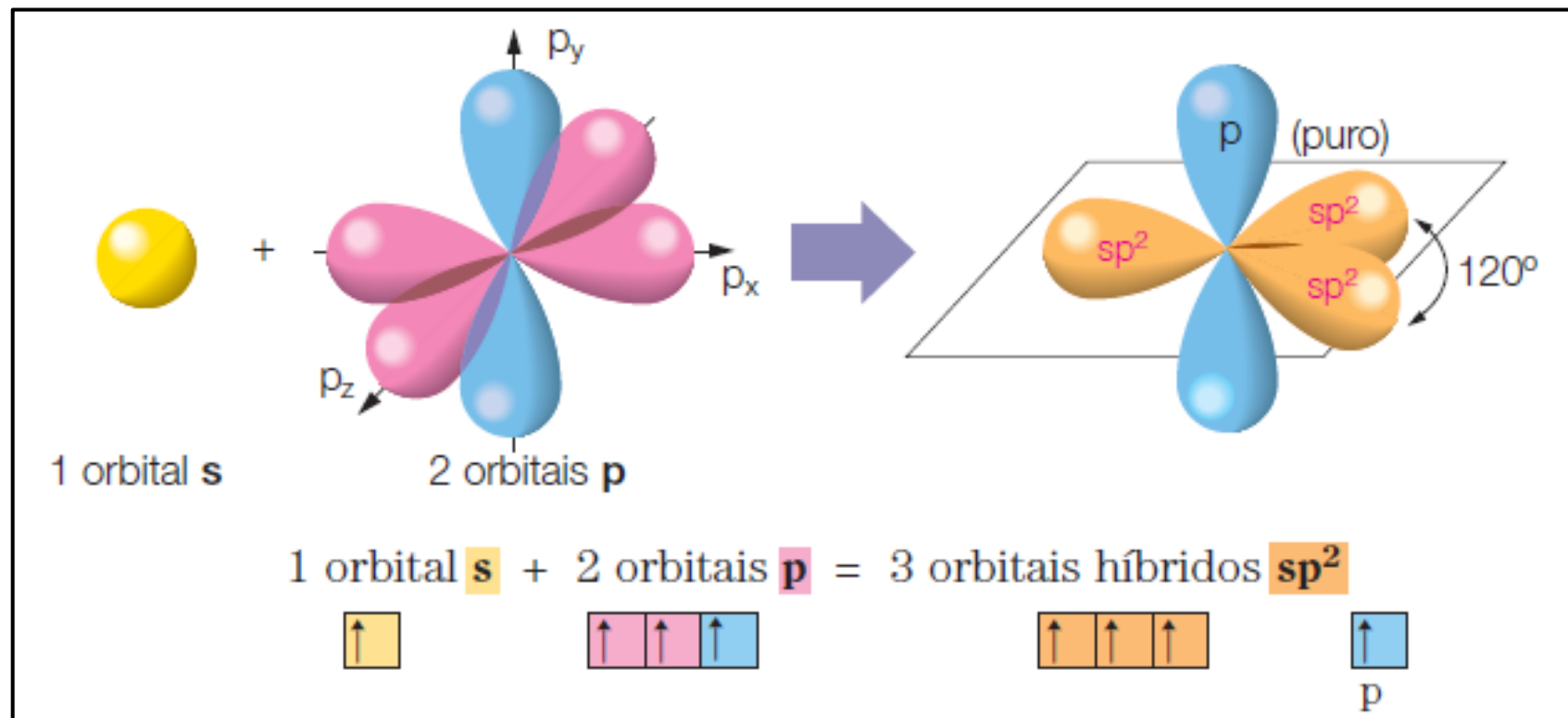
**Todo o carbono que se encontrar ligado a quatro outros átomos ou grupos de átomos apenas por meio de ligações simples, terá hibridação  $sp^3$ , ou seja, geometria tetraédrica**

# Hibridização $sp^2$

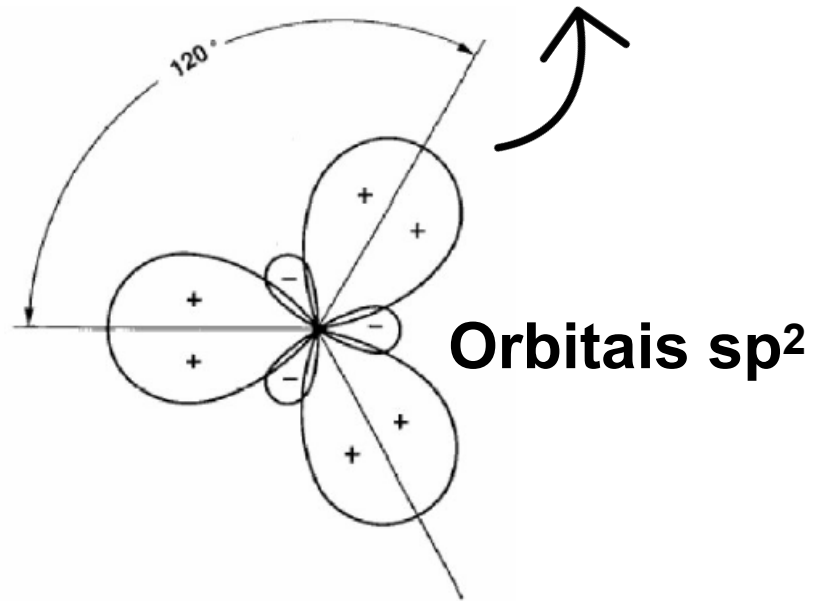
Em muitos compostos orgânicos importantes os átomos de carbono compartilham mais que dois elétrons com outro átomo



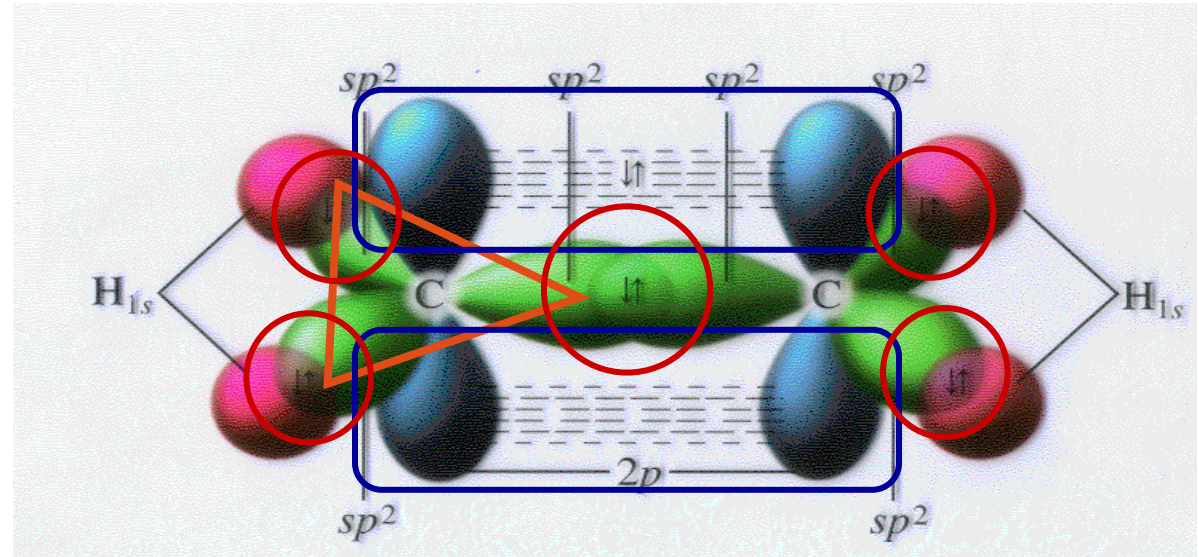
Como existe uma ligação  $\pi$ , um dos orbitais  $p$  do carbono não participará da hibridização



## Interação frontal com outros orbitais forma ligações simples ( $\sigma$ - sigma)



Os três orbitais  $sp^2$ , resultantes da hibridização, são direcionados para os cantos de um triângulo regular (com ângulos de  $120^\circ$  entre si)

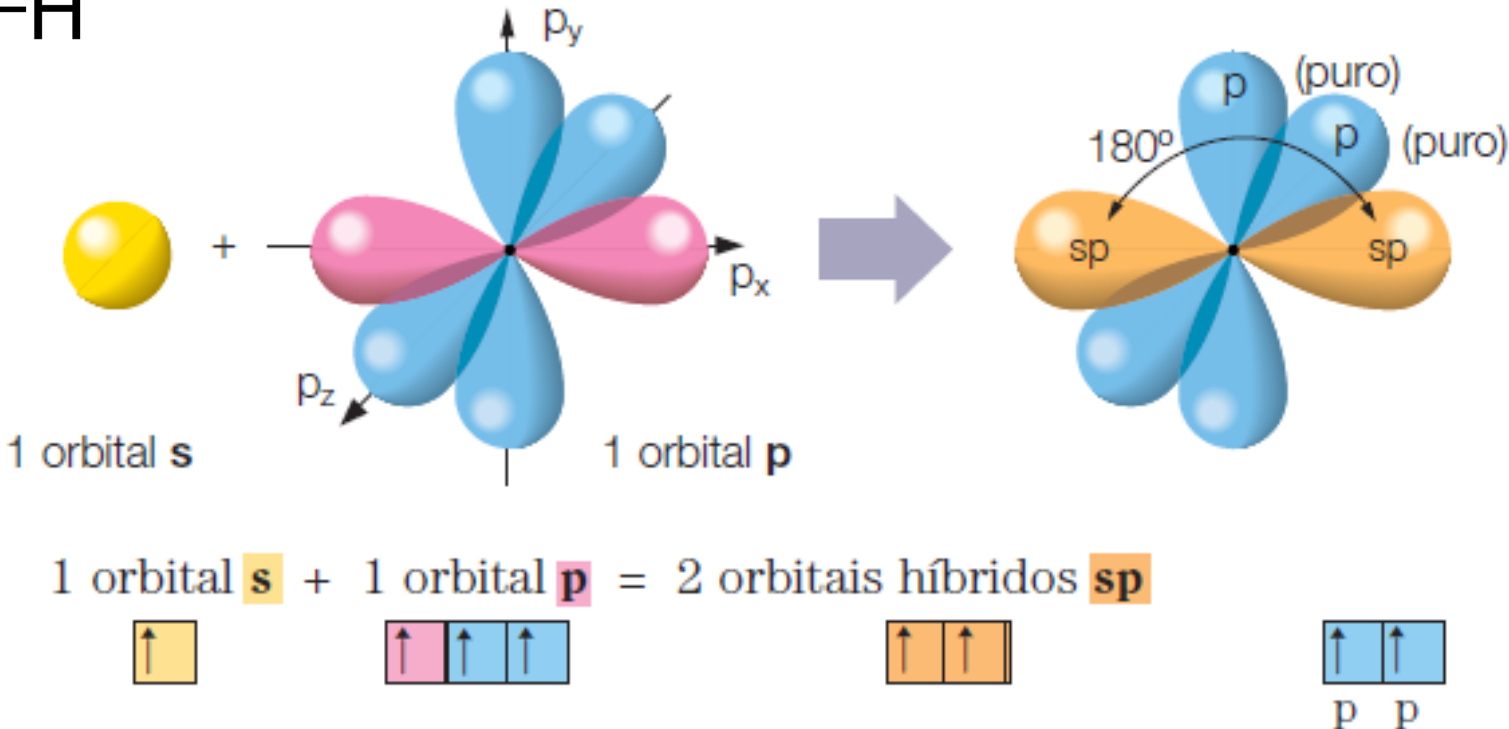
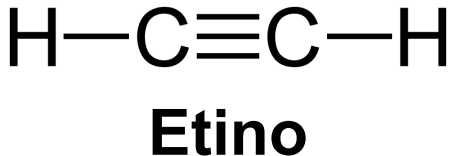


Os orbitais  $p$  não-hibridizados se aproximam com uma geometria correta para que ocorra uma sobreposição lateral, originando a formação de um ligação  $\pi$  ( $\pi$ )

Os grupos unidos pelas ligações duplas não giram livremente em torno da ligação

## Hibridização sp

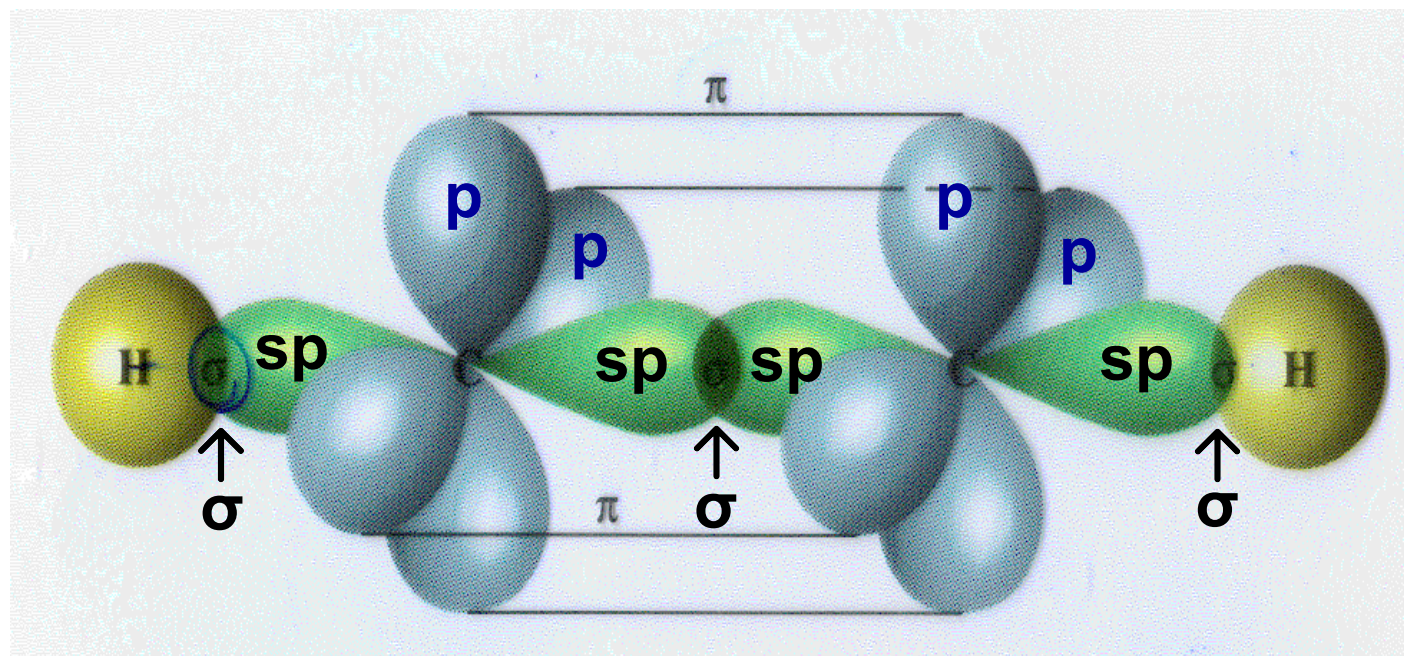
**O carbono também pode formar uma ligação *tripla* pelo compartilhamento de seis elétrons**



**Para que ocorram as duas ligações pi, será necessário que dois orbitais p do carbono não participem da hibridização**



# Hibridização sp



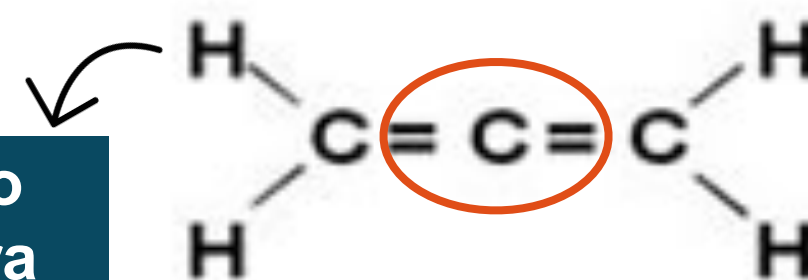
Geometria linear

Dois orbitais p do carbono (não hibridizados) são utilizados para formar as duas ligações  $\pi$

A hibridização sp não se restringe à formação da ligação tripla carbono-carbono



Todo o carbono que se liga a outros dois átomos de carbono por meio de duas ligações duplas também é **sp**



## Resumo - hibridização

Ligações no C	Tipos de ligação	Hibridização	Ângulos adjacentes	Geometria
$\begin{array}{c}   \\ -C- \\   \end{array}$	4 $\sigma$	sp <sup>3</sup>	109° 28'	tetraédrica
$\begin{array}{c} \diagup \\ C= \\ \diagdown \end{array}$	3 $\sigma$ 1 $\pi$	sp <sup>2</sup>	120°	trigonal
$\begin{array}{c} -C\equiv \\ =C= \end{array}$	2 $\sigma$ 2 $\pi$	sp	180°	linear

Fonte: USBERCO, J.; SALVADOR, E. Química — 5. ed. reform. São Paulo : Saraiva, 2002.