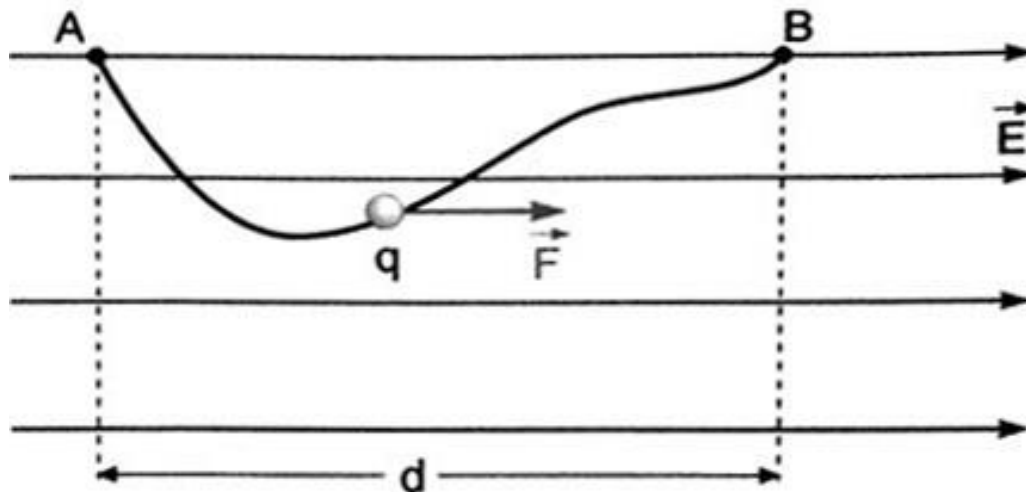


Potencial elétrico

✓ Trabalho no campo elétrico uniforme

Considere uma carga puntiforme colocada no ponto A de um campo elétrico uniforme. Deslocando-a até o ponto B, pode-se provar que o trabalho da força elétrica para mover a carga de um ponto a outro não depende da trajetória e é dado por:



$$\tau_{AB} = F \cdot d \Rightarrow \boxed{\tau_{AB} = q \cdot E \cdot d}$$

➤ Obs.: o campo eletrostático é um campo **conservativo**

✓ Energia potencial no campo eletrostático

Seja q uma carga elétrica puntiforme abandonada em repouso num ponto qualquer de um campo eletrostático qualquer. Ao ser colocada nesse ponto, sobre a carga atuará uma força elétrica que tende a deslocá-la em sua própria direção e sentido, realizando assim um trabalho positivo. A partícula adquire, então, uma energia cinética que veio de outra forma de energia, a chamada *energia potencial elétrica*. Para um par de cargas Q e q separadas por uma distância d , a energia potencial será dada por:

$$E_{pot} = K \frac{Q \cdot q}{d}$$

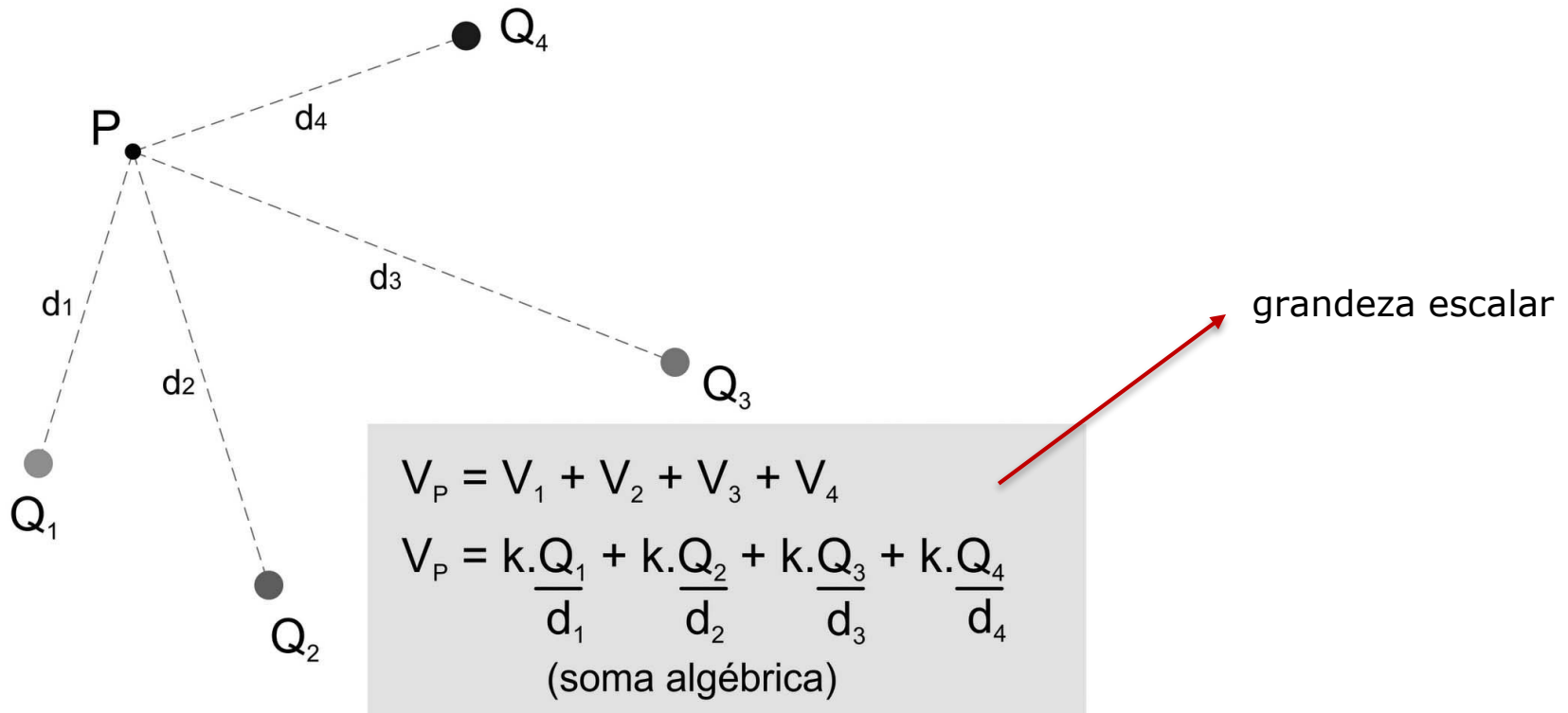
✓ Potencial elétrico

Por definição, o potencial elétrico associado a um certo ponto P , indicado por V_P , é dado pelo quociente entre a energia potencial da carga em P e o valor da carga:

$$V_P = \frac{E_{pot}}{q} \Rightarrow V_P = \frac{KQq/d}{q} \Rightarrow V_P = K \frac{Q}{d}$$

unidade: 1 J/C = 1 V (volt)

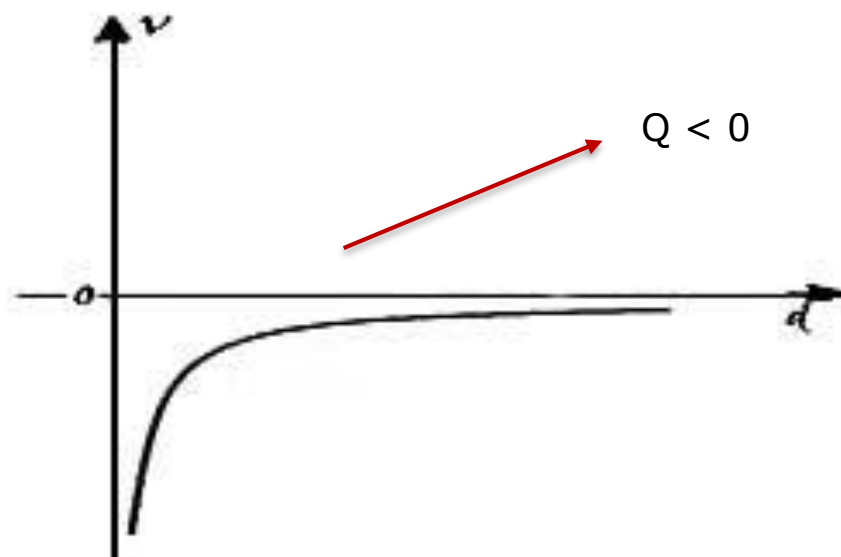
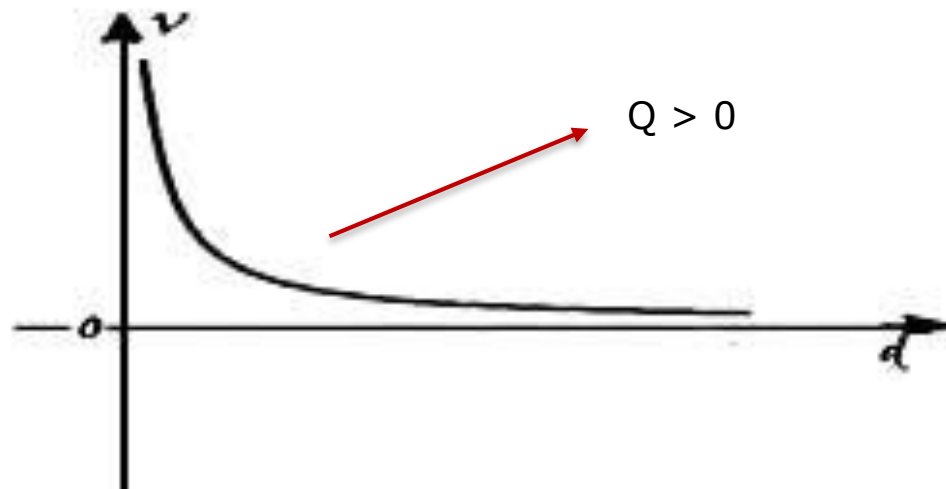
Para o caso de várias cargas puntiformes temos:



O potencial elétrico é a grandeza que define a energia potencial elétrica armazenada por uma carga de prova q colocada naquele ponto do campo.

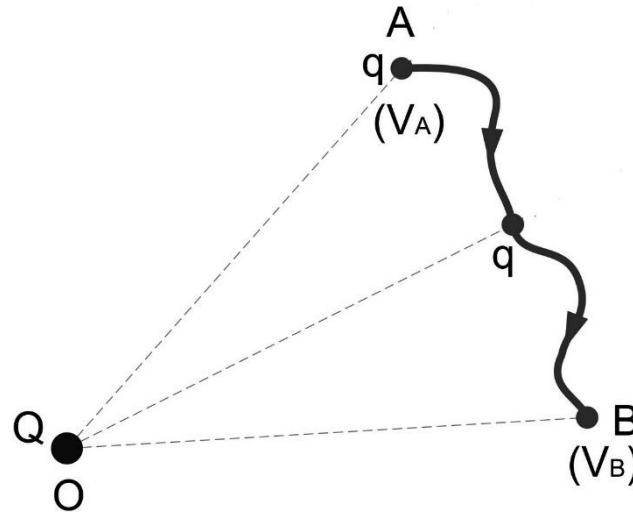
Tanto o campo elétrico quanto o potencial elétrico são característicos de cada ponto do campo e seus valores independem de haver ou não carga de prova naquele ponto. Afinal essas grandezas são causadas, em cada ponto do campo de forças, pela respectiva fonte dele, no caso, a carga principal Q .

Graficamente temos:



✓ Trabalho em função da d.d.p.

Considere uma partícula eletrizada com carga elétrica q que será deslocada entre dois pontos quaisquer, A e B , da região de um campo elétrico. O trabalho da força elétrica será dado por:



$$\tau = E_{pot_A} - E_{pot_B} = qV_A - qV_B \Rightarrow \boxed{\tau = q(V_A - V_B)}$$

No caso do campo elétrico uniforme temos:

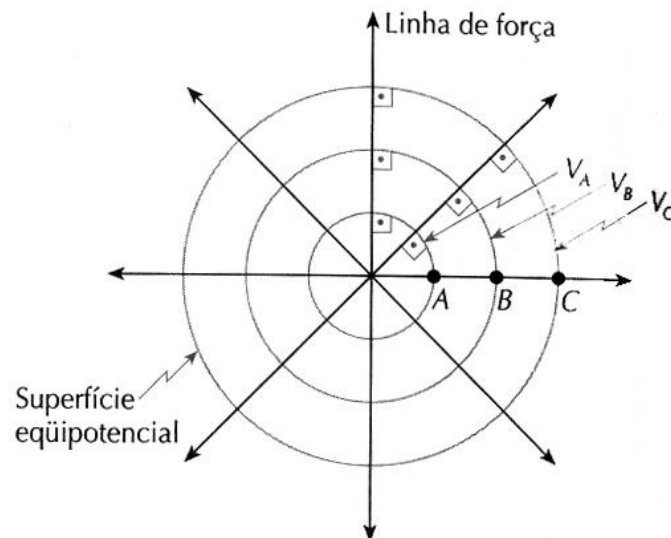
$$\begin{cases} \tau = q(V_A - V_B) \\ \tau = q.E.d \end{cases} \Rightarrow \boxed{E.d = V_A - V_B} \rightarrow \text{unidade de } E \text{ no SI é o V/m}$$

✓ Propriedades do potencial elétrico

- 1) O potencial elétrico é **decrecente** no sentido da linha de força.
- 2) As linhas de força de um campo elétrico, gerado por cargas elétricas em repouso, **não** podem ser linhas fechadas.

✓ Superfícies equipotenciais

Superfície equipotencial é o lugar geométrico dos pontos que apresentam um mesmo potencial elétrico. Para uma carga puntiforme Q em repouso, as equipotenciais serão superfícies esféricas concêntricas, com centro em Q .

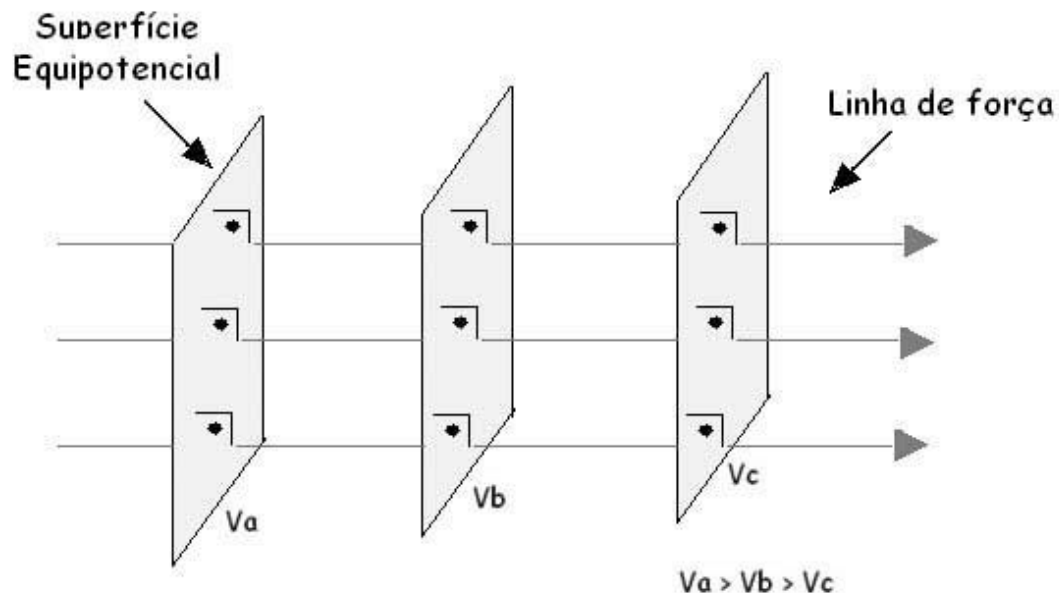


✓ Propriedades das equipotenciais

- 1) O trabalho da força elétrica durante o deslocamento de uma carga elétrica puntiforme sobre uma superfície equipotencial é **nulo**.

$$\tau = q(V_A - V_B) \Rightarrow \tau = q(V_A - V_A) \Rightarrow \boxed{\tau = 0}$$

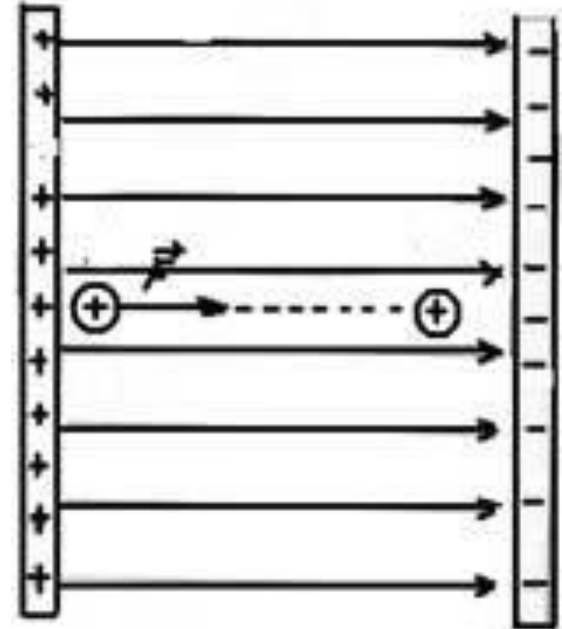
- 2) As superfícies equipotenciais são ortogonais às linhas de força que representam o campo elétrico e, conseqüentemente, **ortogonais** ao vetor campo elétrico.



✓ Carga elétrica puntiforme abandonada no campo elétrico

Abandonando-se, em repouso, uma carga elétrica q , puntiforme, numa região onde existe um campo elétrico, ela fica sujeita à ação de uma força elétrica resultante e desloca-se espontaneamente na direção e sentido dessa força, de tal forma que:

- 1) *Em todo movimento espontâneo de carga elétrica, num campo elétrico, a energia potencial elétrica diminui.*
- 2) *Cargas elétricas **positivas**, abandonadas em repouso no campo elétrico e sujeitas apenas à ação da força elétrica, deslocam-se espontaneamente para pontos de menor potencial.*
- 3) *Cargas elétricas **negativas**, abandonadas em repouso no campo elétrico e sujeitas apenas à ação da força elétrica, deslocam-se espontaneamente para pontos de maior potencial.*

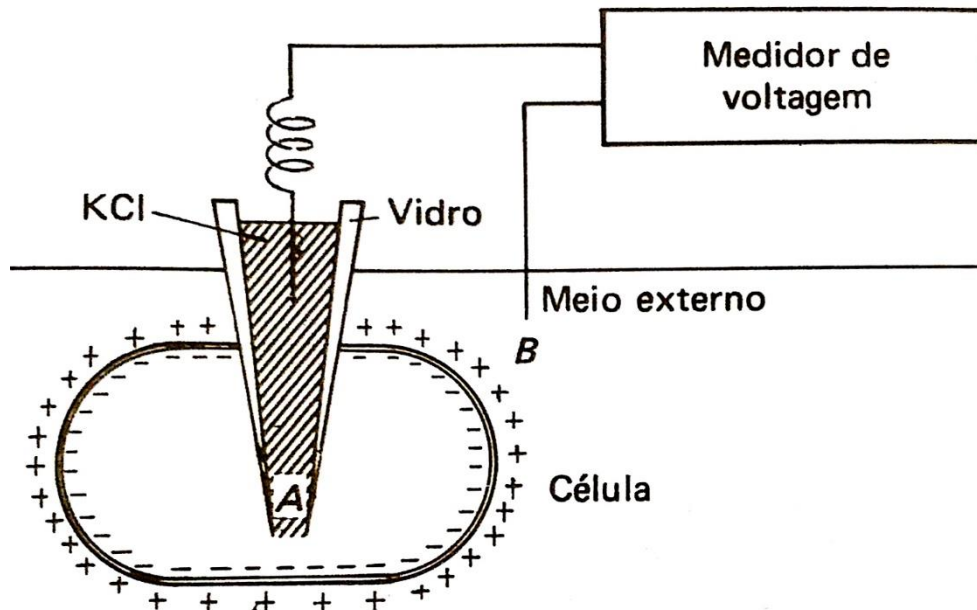


- Obs.: elétron-volt é a energia adquirida por um elétron acelerado, a partir do repouso, em um trecho de campo elétrico em que a d.d.p. é de um volt.

$$\tau_F = \Delta E_C \Rightarrow q(V_A - V_B) = E_C - E_{C_0} \Rightarrow 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1 = E_C \Rightarrow \boxed{1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J}$$

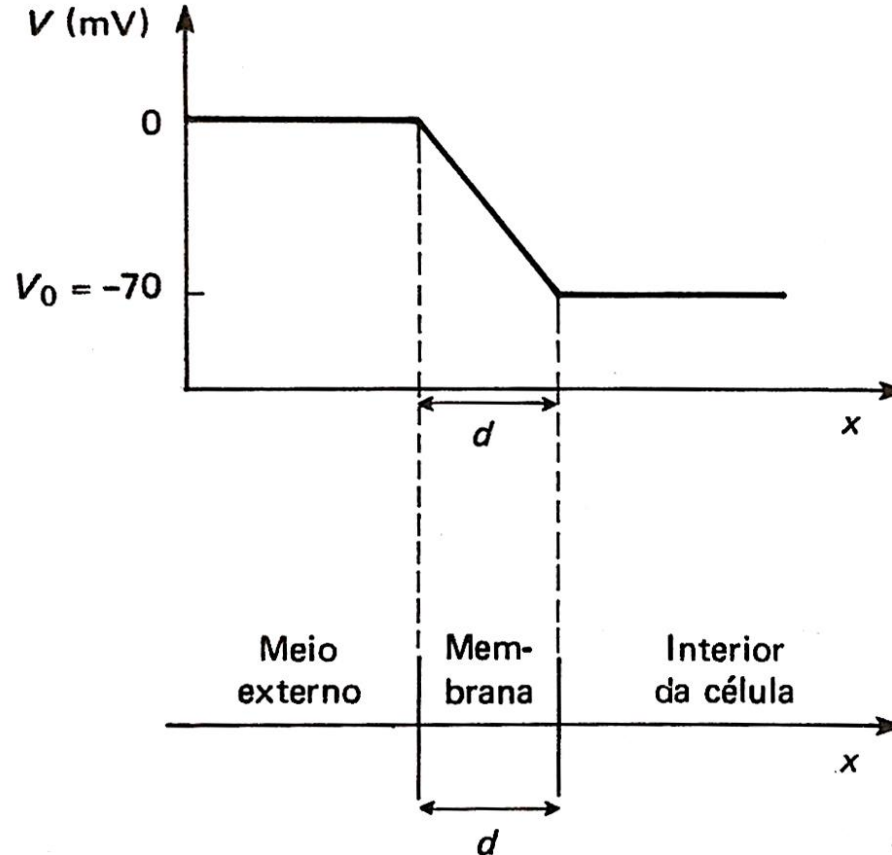
✓ O potencial de repouso

Entre o líquido no interior de uma célula e o fluido extracelular há uma diferença de potencial elétrico denominada **potencial de membrana**. Esse potencial pode ser medido ligando-se, por meio de microelétrodos, os polos de um medidor de voltagem ao interior de uma célula (ponto A), e ao líquido extracelular (ponto B).



Quando as pontas dos dois eletrodos estão no meio externo, a diferença de potencial medida é nula. O potencial elétrico do fluido extracelular, por convenção, é considerado nulo e a diferença de potencial então será o próprio potencial no interior da membrana.

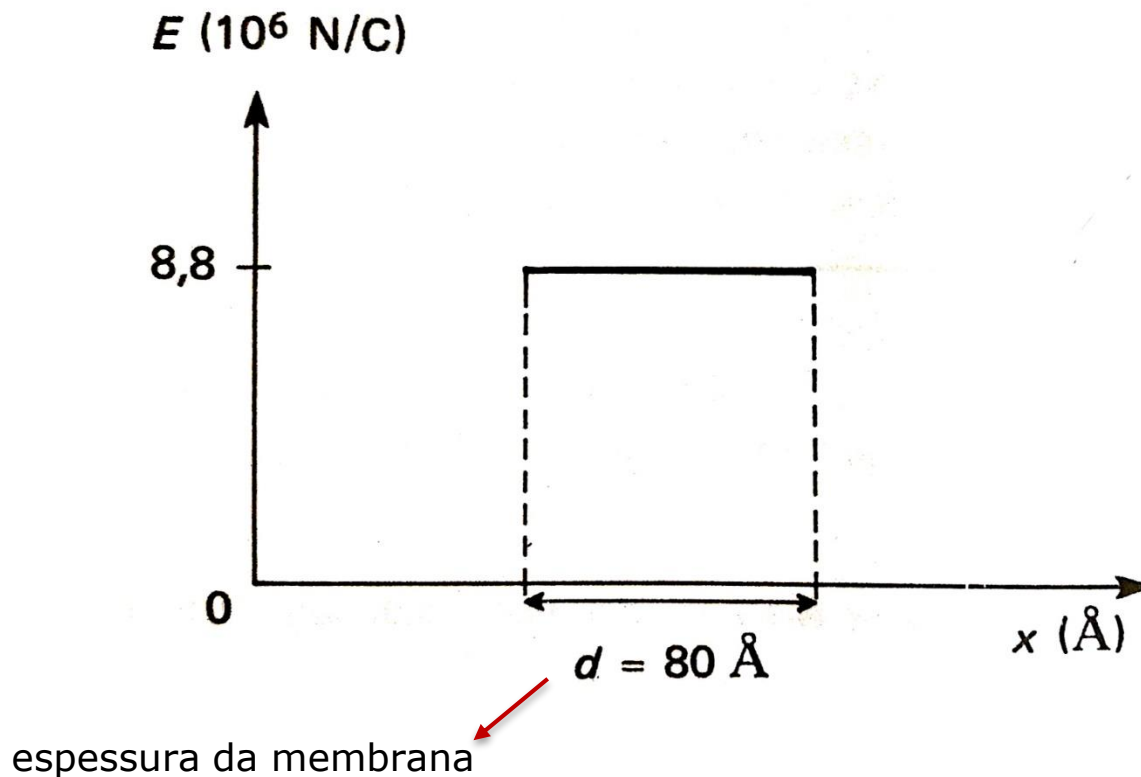
Quando a ponta do eletrodo A penetra na célula, o potencial elétrico V diminui bruscamente para -70mV . Na maioria das células, o potencial de membrana V permanece inalterado, desde que não haja influências externas. Quando a célula se encontra nessa condição, dá-se o nome de **potencial de repouso** (V_0).



O potencial V é constante dentro e fora da célula, devendo, portanto, variar no interior da membrana. A variação linear de V dentro da membrana é apenas hipotética, uma vez que não pode ser medida em função das dimensões envolvidas.

Dentro e fora da célula o **campo elétrico** é **nulo**, pois nessas regiões não há diferença de potencial. Logo:

$$E \cdot d = U \Rightarrow E = \frac{U}{d} \Rightarrow E = \frac{70 \cdot 10^{-3}}{80 \cdot 10^{-10}} \cong 8,8 \cdot 10^6 \frac{N}{C}$$



➤ Obs.: **a origem do potencial de repouso da membrana celular**

Tanto o interior quanto o meio extracelular de uma célula estão cheios de uma solução salina. Em soluções salinas muito diluídas, a maior parte das moléculas se decompõe em íons. Esses íons movem-se livremente numa solução aquosa. Os fluidos dentro e fora da célula são sempre neutros, não podendo haver um acúmulo local de cargas elétricas nesses fluidos. Pode-se imaginar a membrana celular como um capacitor no qual duas soluções condutoras estão separadas por uma delgada camada isolante – a membrana.

As cargas elétricas em excesso, $+Q$ e $-Q$, que provocam a formação do potencial de repouso, se localizam em torno da membrana celular. Esse potencial se origina também na membrana celular: a superfície interna da membrana é coberta pelo excesso de ânions e na superfície externa há o mesmo excesso de cátions.

