



FÍSICO-QUÍMICA

PROF. JOTA

FÍSICO-QUÍMICA

ELETROQUÍMICA

PILHAS

BATERIAS PRIMÁRIAS

BATERIAS SECUNDÁRIAS

## Baterias Primárias e Secundárias

## Baterias primárias

Zn-C

 $\text{MnO}_2$  $\text{HgO}$  $\text{AgO}$ 

Zn-ar

Mg

Al

Li

Eletrólito sólido

## Baterias Secundárias

Pb-Ácido

Ni-Cd

Ni-H/M

 $\text{AgO}$ 

Ni-Zn

Eletrodo (H)

Íon Lítio

PILHAS

## Baterias Primárias e Secundárias

Vantagem

Mobilidade

Baterias Primárias

Pilhas ou baterias  
de uso únicoPilha de Leclanché (Pilha seca)  
Pilhas alcalinas

Desvantagem

Não  
recarregáveisEnergia mais cara do  
que a energia elétrica

São irreversíveis

PILHAS

## Baterias Primárias e Secundárias

PILHAS

**Vantagem**

São passíveis de ser eletricamente  
invertidas através de corrente elétrica.

ciclos de vida  
mais longos

**Baterias secundárias****Recarregáveis**

Ex.: Chumbo-ácido  
Íon - lítio

**Desvantagem**

Custo inicial alto

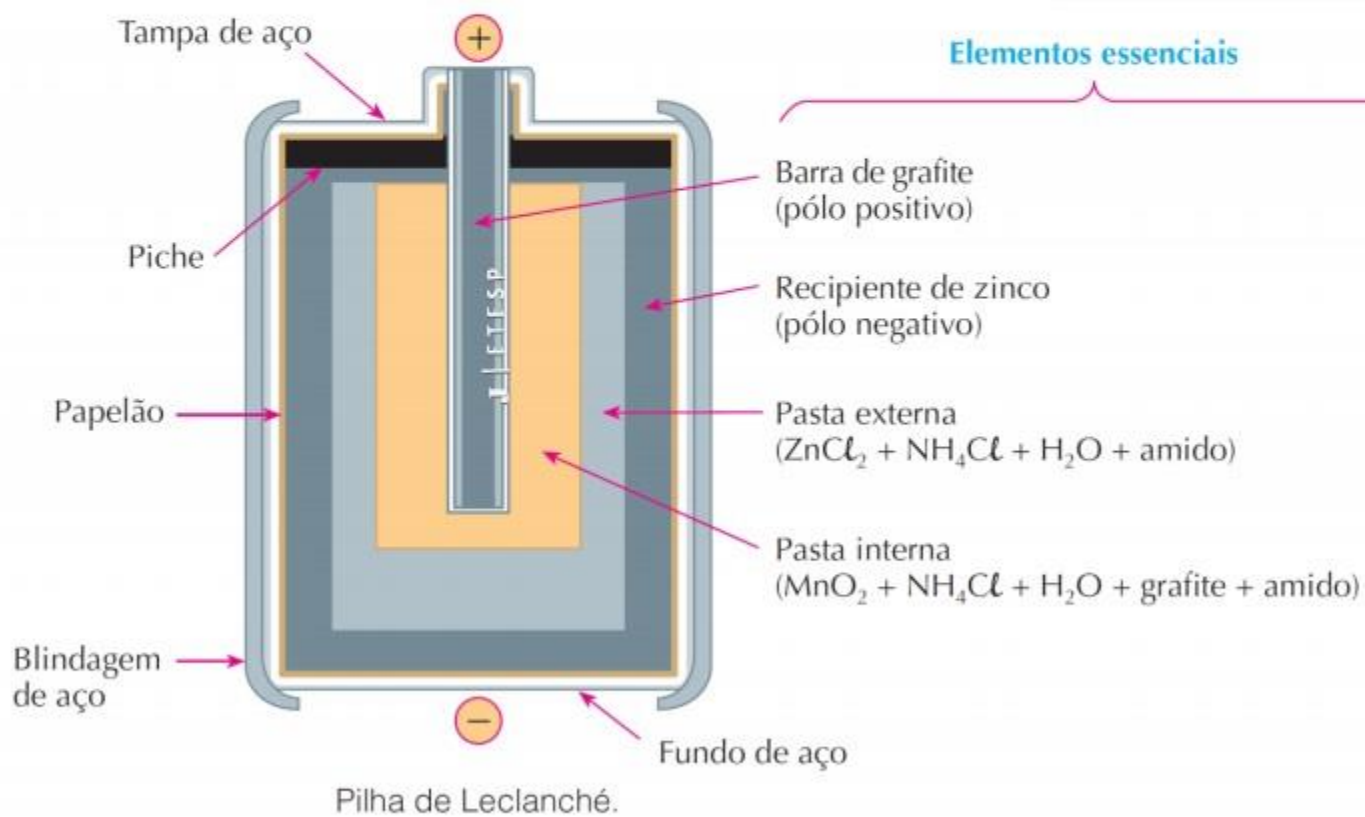
Eletrólito pode ser  
inflamável

Não aceita  
sobrecargas como a  
de chumbo-ácida

| Pilhas Primárias

| Pilha Seca

PILHA SECA

PILHA DE  
LECLANCHÉ

| Pilhas Primárias

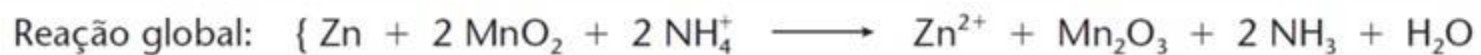
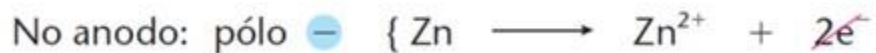
| Pilha Seca

PILHA SECA

PILHA DE  
LECLANCHÉ

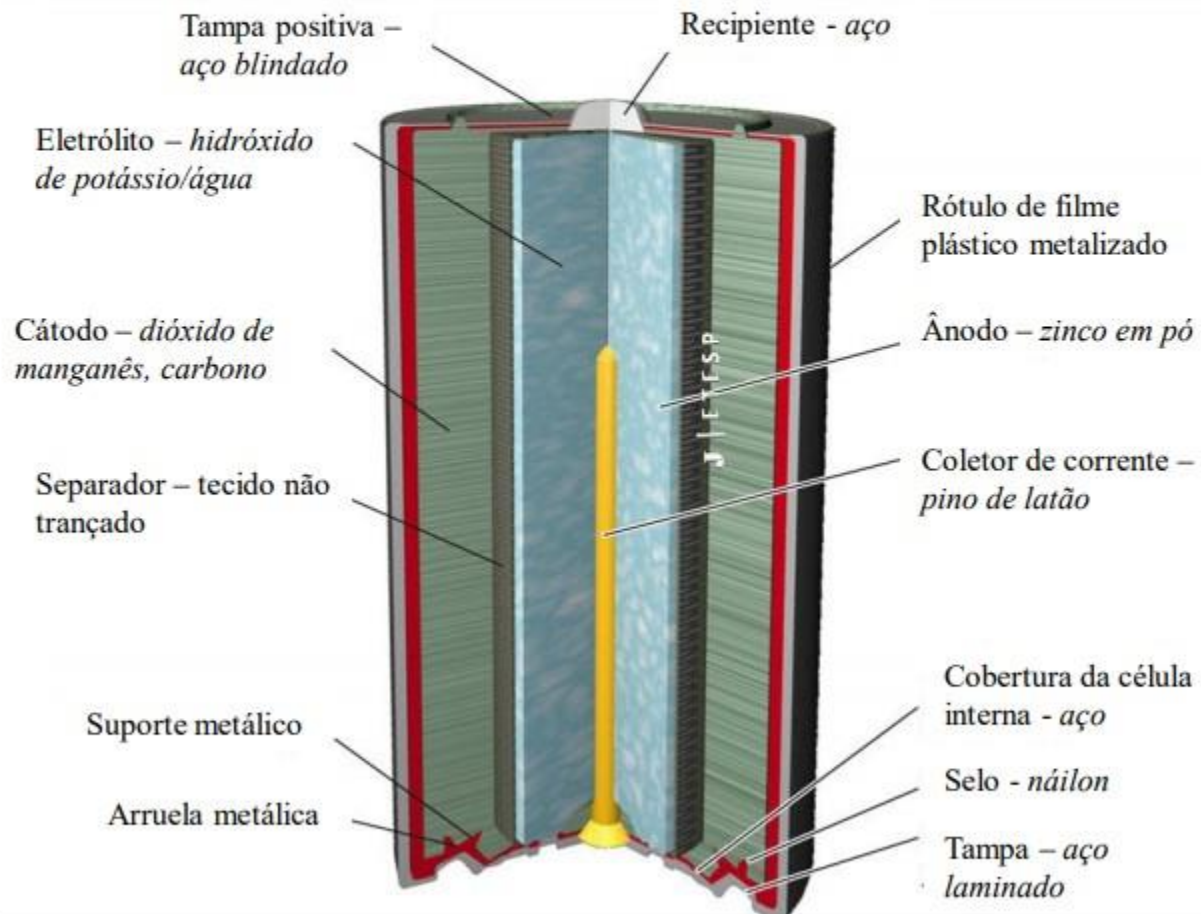
ETESP

| PILHAS



| Pilhas Primárias

| Pilha Alcalina



| PILHAS



| Pilhas Primárias

| Pilha Alcalina

| PILHAS

$\text{NH}_4\text{Cl}$  (ácido) por  $\text{KOH}$  ou  $\text{NaOH}$  (básico)

50% mais energia  $\rightarrow$   $\text{KOH}$  /  $\text{NaOH}$  melhor condutor  $\rightarrow$  menor resistência à movimentação de carga

No anodo: pólo  $-$  {  $\text{Zn} + \cancel{2\text{OH}^-} \longrightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + \cancel{2e^-}$

No catodo: pólo  $+$  {  $2\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \cancel{2e^-} \longrightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + \cancel{2\text{OH}^-}$

Reação global: {  $\text{Zn} + 2\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{Mn}_2\text{O}_3$



| Pilhas Secundárias

| Níquel - Cádmio

CÉLULAS SECUNDÁRIAS

PILHAS OU BATERIAS  
RECARREGÁVEIS

NÍQUEL - CÁDMIO

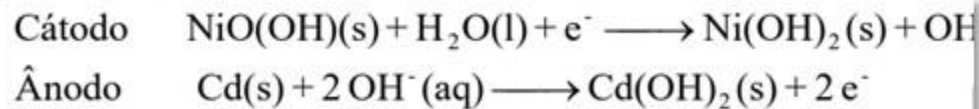
O Níquel é convertido de  $\text{NiO(OH)}$  em  $\text{Ni(OH)}_2$  no cátodo.

Os materiais do cátodo e do ânodo são separados por um isolante por toda a bateria.

O coletor positivo está em contato com diversos cátodos a base de níquel.

O cádmio é oxidado no ânodo na bateria ni-cad

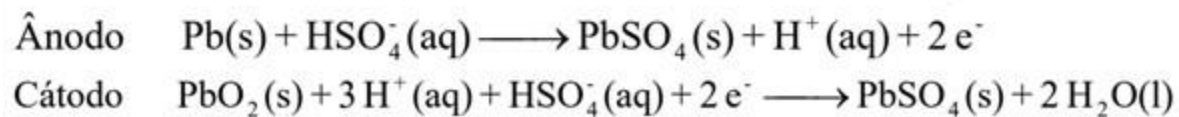
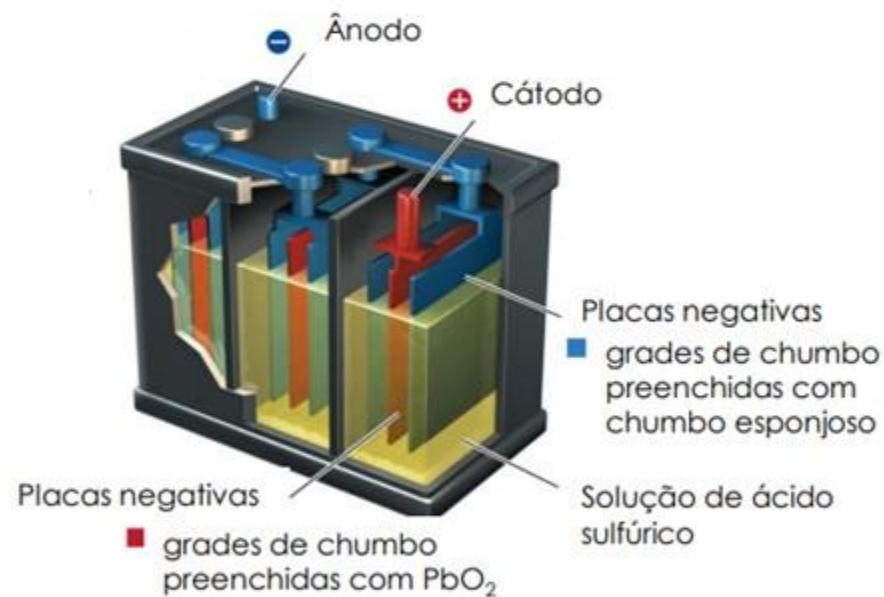
O coletor negativo está em contato com diversos ânodos de cádmio. A bateria é projetada para ter uma maior capacidade para os eletrodos negativos do que para os positivos



| Pilhas Secundárias

| Chumbo-ácido

CÉLULAS SECUNDÁRIAS

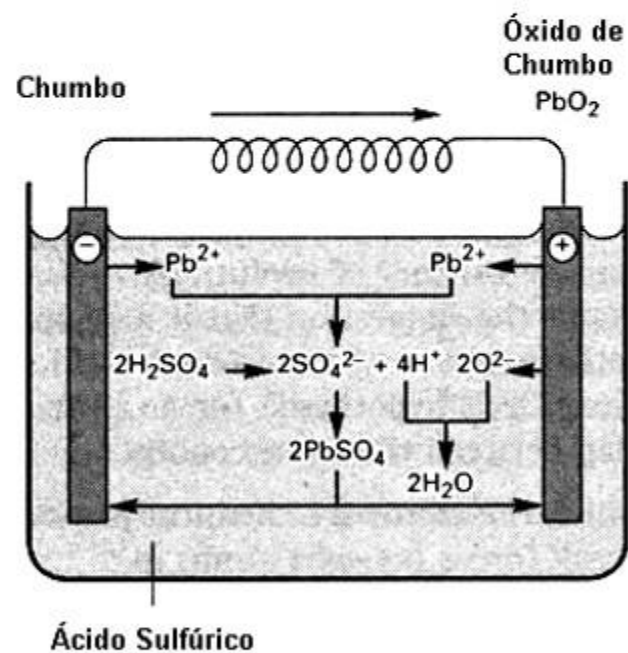
PILHAS OU BATERIAS  
RECARREGÁVEISBATERIA DE ARMAZENAMENTO  
DE CHUMBO - ÁCIDO

## Pilhas Secundárias

## Chumbo-ácido

A ideia de se recarregar uma célula ou bateria é simples: se passarmos pela substância fornecedora de energia uma corrente no sentido contrário àquela que ela fornece normalmente, a reação se inverte e a substância "absorve" a energia liberada, voltando à sua condição inicial.

É isso que acontece com a bateria chumbo-ácido que é encontrada nos automóveis

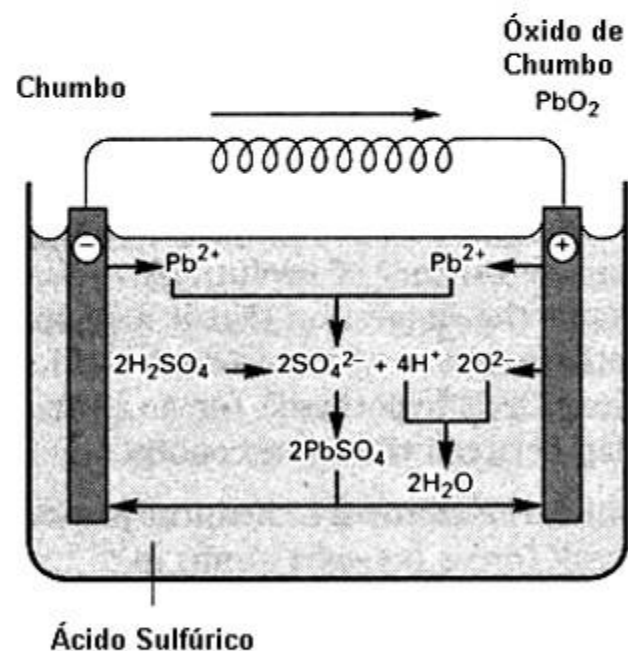


## Pilhas Secundárias

## Chumbo-ácido

Nela temos duas placas de chumbo que formam seus polos e o eletrólito é uma solução de ácido sulfúrico (ácido sulfúrico diluído em água). Cada par de placas fornece uma tensão de 2 V quando carregada, o que significa que uma bateria de carro de 12 V tem 6 pares deste tipo.

Quando a bateria está descarregada, as duas placas que são de chumbo puro. Ao se fazer circular uma corrente de carga nesta bateria, o ácido reage com uma das placas formando uma substância nova que é o óxido de chumbo que recobre a placa positiva. Esta substância contém a energia armazenada que a bateria pode fornecer depois numa reação química.





## | Pilhas Secundárias

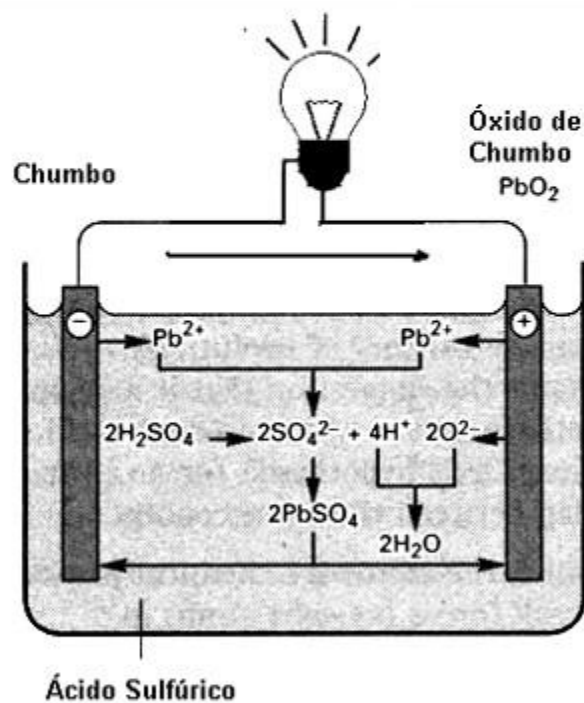
## | Chumbo-ácido

Quando uma carga é ligada à bateria, uma lâmpada, por exemplo, a corrente começa a circular pela lâmpada e pelo eletrólito na forma de íons, dando início a uma reação que começa a consumir a substância em que a energia está armazenada.

Esse fornecimento continua até o momento em que a substância armazenada na placa seja consumida totalmente, com o eletrodo de chumbo voltando à sua condição inicial.

Se uma corrente for agora forçada a circular no sentido inverso, a reação inversa ocorre, com a placa recompondo a substância com a energia disponível. Nos automóveis, o alternador fornece esta corrente de carga quando o motor está em funcionamento, recompondo continuamente a substância que fornece energia.

a d i s p



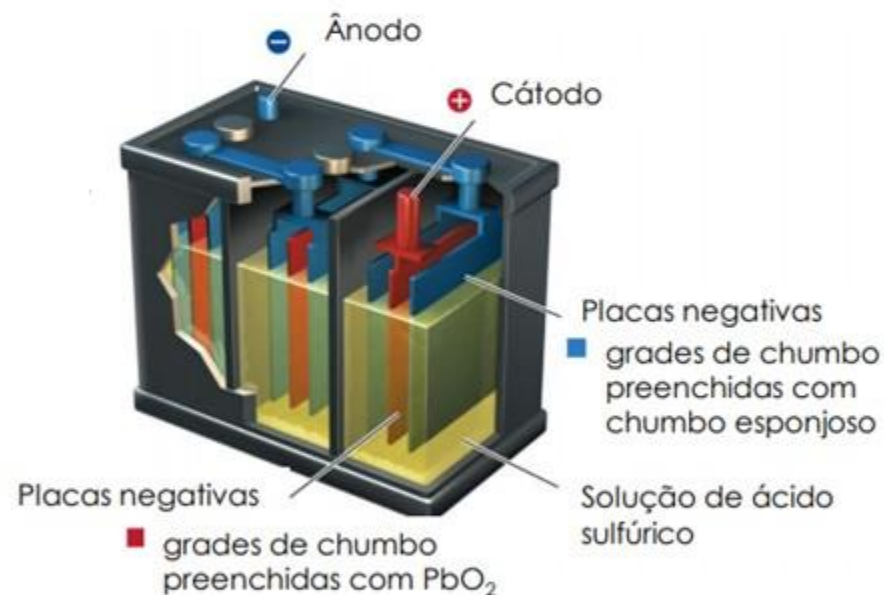
Ligando uma lâmpada como carga.

## | Pilhas Secundárias

## | Chumbo-ácido

A substância usada como eletrólito com o tempo perde suas propriedades químicas e até mesmo os eletrodos podem sofrer desgastes e rupturas. Nas baterias de carro, por exemplo, o efeito da dilatação e contração que ocorre no processo de carga e descarga pode acabar por trincar as placas, tornando assim inoperante a bateria.

Todos que já tiveram um carro com baterias desses tipo, as que não são seladas do tipo antigo, onde era preciso completar com água destilada de tempos em tempos o nível do eletrólito, devem se lembrar do teste feito pelo eletricitista de autos que, colocando uma forte carga na bateria para ela fornecer uma corrente intensa, fazia com que o eletrólito do par de placas danificadas fervesse.

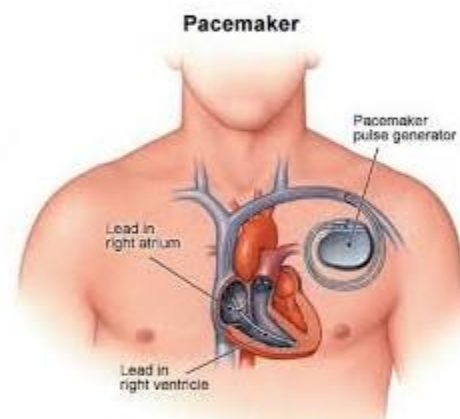


| Pilhas Secundárias

| Íon Lítio

BATERIAS SECUNDÁRIAS

BATERIAS RECARREGÁVEIS

BATERIA DE ARMAZENAMENTO  
DE ÍON LÍTIO

Há vários tipos de baterias que usam o elemento lítio. É muito utilizada em máquinas fotográficas, notebooks, celulares e tablets. Nelas, um dos eletrodos é de grafite e o outro é geralmente de óxido de lítio e cobalto (III),  $\text{LiCoO}_2$ . O meio eletrolítico é uma mistura de substâncias orgânicas, polar e de consistência pastosa, que contém íons  $\text{Li}^+$ .



| Pilhas Secundárias

| Íon Lítio

| PILHAS

BATERIAS SECUNDÁRIAS

BATERIAS RECARREGÁVEIS

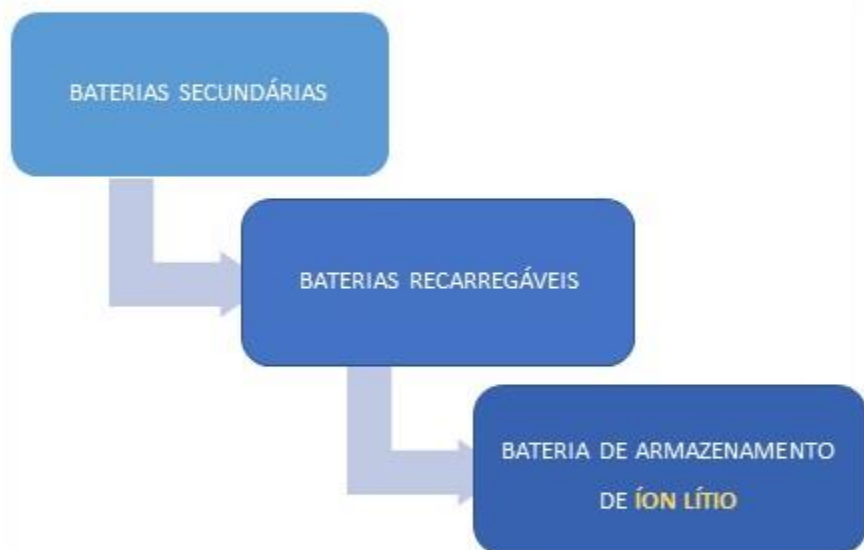
BATERIA DE ARMAZENAMENTO  
DE ÍON LÍTIO

## COMPOSIÇÃO DA BATERIA DE LÍTIO

A bateria de lítio tem 4 partes internas principais, que são:

- **Anodo:** composto por grafite, no qual a carga positiva flui, ou seja, recebe elétrons.
- **Catodo:** composto por óxido de cobalto, que seria a parte negativa, a qual cede elétrons.
- **Separador:** sua função é separar o óxido de cobalto do lítio. Geralmente ele é composto por um material semipermeável, o qual deixa passar apenas um tipo de elemento – nesse caso, os íons lítio. Curiosamente, o separador é encharcado com solvente (geralmente éter).
- **Camada de íons de lítio:** fica separada do óxido de cobalto.

## | Íon Lítio



As lâminas internas, que compõem seu catodo e anodo, são compostas de óxido de cobalto, íons de lítio, cobre e grafite. Quando a bateria entra no processo de descarga, os íons de lítio percorrem do anodo para o catodo, passando através do separador e se ligando ao óxido de cobalto. Quando isso ocorre, sobra basicamente 1 elétron por íon de lítio, o qual é capturado pelo anodo de grafite, que o leva para fora para fornecer carga.

Quando não há mais íons de lítio para serem transportados, a reação química acaba, fazendo com que a energia da bateria esgote. Quando recarregamos a bateria, o processo inverso ocorre, fazendo os íons de lítio voltarem para seu lugar novamente.

Um fato importante a ser salientado, é que uma bateria de lítio jamais deve ser usada até consumir toda sua matéria interna. Por isso, há um circuito inteligente de proteção na bateria, o qual evita que toda carga seja consumida. Deste modo, o composto interno da bateria é preservado para que não seja totalmente consumido e ocasione seu fim.