

## Redação Seleccionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2011

**Autor:** Tatiana Novaes Theoto

**Série:** Segunda Ensino Médio

**Profs.:** Marcos Formis e Fernanda Rossi Torres

**Colégio:** Leonardo da Vinci

**Cidade:** Jundiaí, SP

### O Mundo das Baterias

---

#### Do marcapasso ao carro elétrico, sua presença em nosso cotidiano e sua subsequente importância.

Nossa dependência quanto às baterias é irrefutável. Basta olhar o nosso redor: as baterias são onipresentes. Estão nos automóveis, relógios, brinquedos, rádios, lanternas, celulares, aparelhos para surdez, entre outros inúmeros instrumentos. Cada situação exige, obviamente, diferentes propriedades de uma bateria. Por exemplo, enquanto um fabricante de automóveis tem como critério de escolha o custo-benefício da fonte energética, para o marcapasso a prioridade dá-se pela vida útil e o material da bateria.

Assim, de acordo com as demandas que surgiam, as baterias modificaram-se, tornando-se progressivamente mais eficientes e com densidades energéticas maiores, ou seja, com maior quantidade de energia armazenada por módulo de massa. Exemplo relevante de tal situação são as baterias de íon Lítio, surgidas no início dos anos 90. O baixo peso atômico do Lítio e seu elevado potencial eletroquímico permitiram a criação de baterias leves e com elevada capacidade, sendo que seu amplo uso estende-se até hoje<sup>i</sup>. Incluem-se dentre suas propriedades a pouca necessidade de manutenção e também o pequeno impacto que causam ao meio ambiente quando descartadas<sup>ii</sup>. O impasse encontrado quanto às baterias íon Lítio está em seu custo, relativamente elevado em comparação a outras baterias como a de Níquel Cádmio; o seu preço é cerca de 40% maior.

Do ponto de vista técnico, chama-se bateria a associação de células voltaicas. Estas, por sua vez, são constituídas por dois pólos: o negativo e o positivo. Tal classificação remete à diferença de potencial que se mantém entre os eletrodos da pilha, isto é, entre o ânodo – onde ocorrerá o processo de oxidação<sup>1</sup> – e o cátodo, responsável pela redução<sup>2</sup>. Ao associar tais

---

<sup>1</sup> Chama-se oxidação o processo de perda de elétrons de um elemento químico, quando este envolve-se em uma reação.

células, busca-se produzir uma corrente elétrica requisitada para o funcionamento do aparelho em que será instalada a bateria. A fonte energética citada, cuja função é transformar sua energia química armazenada em elétrica, apresenta certa força eletromotriz (E) e resistência interna (r) à corrente elétrica, sendo que diferença de potencial (U) útil é expressa por  $U = E - ri$ .

Para melhor compreender a definição de bateria, o exemplo da bateria secundária – ou seja, que pode ser recarregada – Chumbo-ácido mostra-se útil. Amplamente utilizada em nosso cotidiano – como em automóveis, iluminação de emergência, centros telefônicos e de computadores – a bateria recebe tal designação por ser feita de dois eletrodos de chumbo mergulhados em uma solução eletrolítica de ácido sulfúrico<sup>iii</sup>. Vale ressaltar que, apesar de um mesmo elemento químico ser utilizado em ambos eletrodos, ele está sob formas diferentes: no pólo positivo há dióxido de chumbo (PbO<sub>2</sub>), que sofre redução ao reagir com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e no pólo negativo o chumbo aparece sob sua forma metálica (Pb), sofrendo oxidação ao reagir com íons sulfato. A reação global do processo é expressa por  $Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$ , evidenciando que o consumo de ácido sulfúrico está diretamente relacionado à descarga da bateria, sendo sua concentração utilizada como parâmetro para a recarga. Durante esta, o sulfato de chumbo origina chumbo no ânodo e dióxido de chumbo no cátodo – isto é, mediante ao fornecimento de energia, o processo inverte-se, uma vez que a energia fornecida possibilita a ocorrência de tais reações não espontâneas. Se por um lado as baterias de chumbo-ácido são largamente utilizadas devido à sua resistência a correntes em curto circuito e a seu baixo preço, por outro são relativamente danosas ao meio ambiente. O chumbo, sua matéria prima essencial, é um metal pesado cuja contaminação é notadamente perigosa, muitas vezes causada pelo descarte incorreto da bateria – que também acarreta da liberação do chumbo particulado, poluente atmosférico.

Outra aplicação muito interessante das baterias está na medicina, mais precisamente em um aparelho chamado marcapasso. Utilizado em indivíduos cujos corações são incapazes de realizar o número de batimentos cardíacos adequado às suas necessidades, o marcapasso envia estímulos elétricos através de seus eletrodos aos músculos do coração, fazendo com que este retome seu funcionamento ideal. Como já citado anteriormente, o critério de escolha de uma bateria que alimente o marcapasso dá-se por seu material (que deve possuir toxicidade mínima e baixo nível de rejeição) e por sua durabilidade, para que sejam evitadas cirurgias periódicas para substituí-las. A escolhida para tal função é a bateria de iodeto de Lítio (LiI), cuja duração está compreendida entre 5 e 7 anos<sup>iv</sup>, um intervalo confortável entre as cirurgias para o

---

<sup>2</sup> Processo oposto ao de oxidação; o espécie química ganhará elétrons.

paciente que porta o marcapasso. Pesquisas inovadoras visam ampliá-lo ainda mais – a Biophan Technologies<sup>3</sup>, por exemplo, conduz um estudo que analisa a possibilidade de criar-se um sistema de recarga das baterias do marcapasso através das quantidades de calor trocadas entre a superfície externa e a região interna do corpo humano. Assim, prevê-se que a vida útil da bateria dobre, reduzindo seu consumo e descarte.

A preocupação ecológica relacionada com as baterias não se restringe, entretanto, ao simples descarte adequado e a utilização de materiais recicláveis. As próprias baterias vêm sendo utilizadas, atualmente, como um mecanismo favorável a preservação ambiental. Tal situação é ilustrada pelos automóveis elétricos que, alimentados por baterias, recebem crescentes incentivos devido ao aumento dos preços de petróleo e também à preocupação quanto a mudanças climáticas.

Todavia, primeiramente faz-se necessário analisar o impacto ambiental do carro elétrico em comparação ao automóvel convencional, movido por um motor a combustão. Mediante a queima de um combustível – como a gasolina ou o etanol – o veículo movimenta-se, havendo liberação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono (CO), chumbo particulado e outras substâncias através de seu escapamento<sup>v</sup>. Os níveis alarmantes de tais poluentes atmosféricos, fenômeno que ocorre principalmente em centros urbanos, estão relacionados ao aumento da temperatura (gases de efeito estufa, como o próprio gás carbônico) e a ameaças à saúde humana e à biosfera. Tecnicamente, o carro elétrico representaria um significativo decréscimo em tal poluição, já que não emite quaisquer substâncias enquanto movimenta-se. Por tal razão, os automóveis movidos à eletricidade foram taxados de “ecologicamente corretos”, o que não é, entretanto, verdade absoluta. A fonte da energia elétrica utilizada durante a recarga das baterias do automóvel pode apresentar uma emissão de poluentes significativa, e até mesmo maior do que a quantidade emitida por veículos convencionais para produzir uma mesma quantidade de energia<sup>vi</sup>. Um estudo conduzido pela WWF (World Wide Fund for Nature<sup>4</sup>) na Alemanha constatou que, naquele país, cuja principal fonte de energia elétrica dá-se por termelétricas movidas à carvão, a introdução de carros elétricos apenas aumentaria a emissão de poluentes – que passariam a liberar 200 gramas de gás carbônico por quilômetro rodado, em contrapartida da média européia atual, por volta dos 160 gramas. Viviane Raddatz, especialista em veículos da pesquisa, conclui que “Apesar de carros elétricos serem uma opção séria para o transporte com baixa emissão de carbono, eles tem de estar relacionados às fontes de energia renováveis

---

<sup>3</sup> Empresa estadunidense, produtora de marcapassos, stents e outros produtos ligados à prática médica.

<sup>4</sup> Organização não governamental que atua nas áreas de conservação e recuperação ambiental.

para fazer diferença”.<sup>vii</sup> No Brasil, por exemplo, 74,7% da energia elétrica produzida é oriunda de Hidrelétricas<sup>viii</sup>, uma fonte renovável – o que viabilizaria, portanto, o carro elétrico no país.

Outro aspecto a ser analisado é o custo de um veículo elétrico em comparação ao convencional. A gasolina, combustível mais utilizado em automóveis médios, custa em torno de R\$ 2,50 por litro. Seu consumo é de, em média, 10 quilômetros por litro; o custo por quilômetro é de, portanto, R\$ 0,25. O Volt, carro elétrico da GM, exige uma quantia de 12 Kwh para recarregar seu conjunto de baterias íon Lítio, adquirindo autonomia de 80 quilômetros. No Brasil, cada Kwh de energia custa R\$ 0,46, fazendo com que a cada recarga seu dono desembolse R\$ 5,52 – sendo o preço total R\$ 0,069 por quilômetro, praticamente um quarto do preço da gasolina. Entretanto, o alto preço do conjunto de baterias, que tem de ser trocado a cada 30000 quilômetros torna o carro elétrico relativamente mais caro: cerca de R\$ 1,25 por quilômetro rodado.<sup>ix</sup> As estatísticas mostram, todavia, um cenário promissor: o preço das baterias cai, em média, 10% ao ano desde 2003, e a densidade energética destas aumenta em 5% anuais.<sup>5</sup>

Além disso, apesar das densidades energéticas dos combustíveis convencionais superarem consideravelmente a da baterias – 46,9 e 30 MJ/kg para a gasolina e o etanol, respectivamente, contra 0,72 MJ/kg da bateria íon Lítio<sup>x</sup> – vale ressaltar que em um automóvel movido a motor a gasolina, a quantidade de energia fornecida tem apenas 15% de seu total convertido em trabalho útil, enquanto que em um carro elétrico espera-se atingir 80% de eficiência.

Assim, percebe-se o quão profunda é a relação de dependência humana quanto às baterias. Saúde, comunicação, transportes, equipamentos eletrônicos – a necessidade comum de uma fonte de energia elétrica portátil originou as mais diversas baterias, cada qual atendendo às exigências particulares de cada situação. O estudo químico mostra-se aplicado à vida cotidiana, um reflexo desta e de suas demandas. Sua ligação com a sociedade faz tornar necessária a associação de tal tecnologia aos interesses sociais, isto é, visar a conservação do meio ambiente e, portanto, a qualidade de vida da população; tanto o marcapasso quanto o carro elétrico são exemplos deste cenário. Há, todavia, inúmeros campos a serem explorados e tecnologias a serem aprimoradas, fazendo progredir o pensamento científico e também o papel das baterias no dia-a-dia. Assim, constitui-se a realidade da ciência, a constante inovação. Condizente a tal raciocínio é a afirmação de Linus Pauling: “O mundo prospera,

---

<sup>5</sup> Dados da consultoria estadunidense McKinsey.

ano a ano, século a século, quando os membros da geração jovem descobrem o que estava errado dentre as coisas que os mais velhos disseram”.

---

#### Bibliografia

<sup>i</sup> Technology Quarterly. “Case history: In search for the perfect battery”. *The Economist Web site*.  
<http://www.economist.com/node/10789409>.

<sup>ii</sup> Voelcker, John. “IEEE Spectrum: Lithium Batteries take to the road”. *IEEE Spectrum Web site*.  
<http://spectrum.ieee.org/green-tech/advanced-cars/lithium-batteries-take-to-the-road>.

<sup>iii</sup> Bocchi, Nerilso, Luiz C. Ferracin, e Sonia R. Biaggio. “Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental”. *Revista Química Nova na Escola Web site*.  
<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>.

<sup>iv</sup> “Biothermal Power Resource”. *Biophan Technologies Inc. Web site*.  
[http://www.biophan.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=25&Itemid=1119](http://www.biophan.com/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=1119).

<sup>v</sup> “Poluentes Atmosféricos”. *Programa Educ@r Web site*.  
<http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/ee/PoluentesAtmosfericos.htm>

<sup>vi</sup> Richard, Michael G. “Plug-in Hybrid Cars: Chart of CO2 Emissions Ranked by Power Source”. *TreeHugger Web site*.  
<http://www.treehugger.com/files/2008/04/plug-in-hybrid-cars-co2-emissions-electricity-energy.php>.

<sup>vii</sup> Palm, Eric. “Study: Electric cars not as green as you think”. *CNET News*.  
[http://news.cnet.com/8301-11128\\_3-10231102-54.html](http://news.cnet.com/8301-11128_3-10231102-54.html)

<sup>viii</sup> Isto É Dinheiro, n. 387, 2005: 35.

<sup>ix</sup> Nascimento, Silvio, e Fernando V. de Barros. “Especial Combustíveis Limpos”. *Veja*, 2010: 102-110.

<sup>x</sup> “Densidade de Energia”.  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Densidade\\_de\\_energia#cite\\_note-BatteryspaceCom-1](http://pt.wikipedia.org/wiki/Densidade_de_energia#cite_note-BatteryspaceCom-1).

Outras fontes bibliográficas:

Usberco, João, e Edgard Salvador. “Eletroquímica”. In: *Química2: Físico-química*, páginas 255-262. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.