

**Redação selecionada e publicada  
pela Olimpíada de Química SP-2011**

**Autor:** Raphael Nercessian Corradini

**Série:** Segunda do Ensino Médio

**Prof.:** Aurea de Souza Bazzi

**Colégio:** Albert Sabin

**Cidade:** São Paulo, SP

**Pequenas e poderosas**

No início do século XX, a introdução de veículos automotores a combustão no mercado foi um poderoso marco para a Ciência, tornando possível o deslocamento por grandes distâncias em curtos períodos de tempo. Entretanto, o que se discute, um século depois, é a melhor forma de se diminuir as emissões de gases poluentes liberados na queima do combustível, sem que se perca a eficácia e a comodidade. Encontrou-se uma outra opção para a gasolina. o etanol, que polui menos e pode ser obtido a partir da cana de açúcar, dentre outras fontes naturais.

Com o consumismo cada vez mais acelerado, a troca pelo combustível ecológico não resultou em significativa mudança na qualidade do ar urbano. Logo, o motor elétrico, apesar de ainda ter um custo elevado, é a mais segura alternativa concebida para substituir os nocivos automóveis comuns, visto que não polui. Para qualquer máquina ser movimentada, é necessária uma fonte de energia que, no caso dos carros convencionais, é a bateria chumbo-ácido e nos veículos elétricos, é a bateria de íons de lítio.

Na prática, pilhas e baterias empregam a energia química nelas acumulada e transformam-na em energia elétrica. A diferença entre ambas é o simples fato de uma bateria ser um conjunto de pilhas. Na bateria chumbo-ácido, há três principais componentes: o eletrólito, ácido sulfúrico, e os eletrodos, peróxido de chumbo II e o próprio chumbo, cuja tendência é doar elétrons, ao passo que a do peróxido é de receber. A oxidação do chumbo em chumbo II ocorre no pólo negativo da bateria, o ânodo, e a redução do cátion chumbo IV ocorre no pólo positivo, chamado de cátodo. Conforme o ácido sulfúrico é consumido, sua densidade diminui, o que, a longo prazo, inutiliza o acumulador de energia, cuja densidade energética máxima é de aproximadamente 90J/g.

Um gerador também pode ser recarregado. Ao ser conectado a um outro gerador com a corrente em sentido contrário (entra pelo pólo positivo) e com maior intensidade, o primeiro absorverá a energia elétrica produzida pelo outro e a acumulará em forma de energia química, ocorrendo a reação inversa.

Em pequenos equipamentos, cujo funcionamento depende de uma fonte menor de energia, como controles remotos, carrinhos de brinquedo e rádios, são utilizadas pilhas alcalinas. Este tipo de fonte de energia é, obviamente, bem menos durável do que uma bateria de carro, mas funciona corretamente para tais práticas corriqueiras.

O fato de as alcalinas durarem de 5 a 8 vezes mais do que as pilhas comuns ácidas deve-se à sua composição. O cátodo é formado por carbono grafita e o ânodo por zinco. Cloreto de zinco, hidróxido de potássio, água e amido formam a pasta externa, e dióxido de manganês, cloreto de amônio, água e amido compõem a pasta interna. O pólo positivo da pilha conduz os elétrons transferidos do zinco para o manganês gerando a energia para o circuito. Seu desgaste é ocasionado pelo envolvimento da barra de grafita pela amônia formada no cátodo, o que impede a corrente de elétrons e, conseqüentemente, diminui a voltagem da pilha.

Enquanto no século passado se trabalhava para melhorar o rendimento das máquinas independentemente dos malefícios que trariam, no novo milênio a humanidade se preocupa cada vez mais com o meio ambiente. As empresas devem se ocupar, além da qualidade do produto, da melhor maneira para descartá-lo, de modo a afetar a natureza o mínimo possível. Praticamente todos os elementos que compõem células eletroquímicas são perigosos à saúde, tanto de seres humanos como de plantas e animais.

Existem alguns estabelecimentos que separam e, até mesmo, reciclam o lixo tóxico proveniente desse tipo de material. É importante sempre tomar cuidado ao mandá-lo a estas empresas. É recomendado descarregar completamente as baterias e guardá-las em recipientes isolados do restante. Algumas pilhas podem ser levadas às estações junto do lixo doméstico, como as alcalinas, as de zinco e as de botão, mas deve-se atentar ao fato de que todas possuem metais pesados nocivos, indicando que sejam remetidas às companhias especializadas.

Para objetos portáteis que precisam de mais carga, como celulares, MP3, rádios e computadores, a mais indicada é a bateria de íons de lítio por possuir grande capacidade de armazenamento de energia em pouco espaço. Além disso, o risco de acidentes com este tipo de gerador é praticamente nulo, tornando-o o principal e mais utilizado entre os pequenos aparelhos e também o mais cotado para assumir o comando dos futuros carros elétricos.

Dados sua densidade energética e o fato de não perderem a carga quando não estão em uso, este tipo de gerador começa a ser aperfeiçoado para tornar o sonho do automóvel movido a eletricidade uma realidade. No entanto, em um futuro próximo, quando tal bateria começar a ser empregada em larga escala, haverá a necessidade de maior obtenção de energia a fim de poder recarregá-la após o uso.

Para realizar a recarga de uma bateria são necessárias até 12 horas, o que torna praticamente inviável a construção de “postos de eletricidade” ao longo de ruas e avenidas. Há, porém, empresas estudando a possibilidade de se efetuar o carregamento em, no máximo, 10 minutos, o que seria um grande passo para a popularização do carro do futuro. O processo doméstico também seria uma solução para o problema, não fosse o grande aumento de produção necessária por parte das usinas que, em diversas partes do globo, já atuam em sua capacidade máxima. Alguns proprietários europeus de veículos ecológicos optaram por montar, em suas residências, placas fotossensíveis, como as utilizadas em usinas solares, para a recarga dos acumuladores. Infelizmente, este não é o tipo de tecnologia que se encontra acessível a todos.

Outro ponto positivo da utilização da bateria de íons de lítio em automóveis é a sua duração. O Tesla Roadster, da estadunidense Tesla Motors, por exemplo, possui autonomia de cerca de 350 km por ciclo, o que é muito, se comparado à média de 300 km possíveis com um tanque cheio de etanol. Este alcance pode até ser aumentado durante o próprio uso, já que há uma tecnologia, conhecida como frenagem regenerativa, que transforma a energia cinética dos freios em elétrica, recarregando o dispositivo. Segundo estudo do Departamento de Energia dos Estados Unidos, um carro elétrico consegue rodar por cerca de 68 km com apenas 1 dólar de eletricidade, ao passo que, com este mesmo valor em gasolina é possível se deslocar por pouco mais de 5 km, em média.

Quase meia tonelada é a massa da bateria de íons de lítio que fornecerá energia ao motor do Tesla Roadster. Isso inviabiliza qualquer tentativa de operar com mais de um gerador, visto que, em sua totalidade, o carro pesa 1220 kg, além do elevado custo de 10.000 dólares por dispositivo. Comparada à da gasolina, a densidade energética de uma bateria feita com íons de lítio é muito baixa; logo, têm de ser tão pesadas para oferecerem a mesma eficiência do combustível convencional. Tal célula eletroquímica possui capacidade de acumular cerca de 0,28MJ/kg, enquanto a gasolina armazena aproximadamente 46,9MJ/kg. É possível utilizá-la por pouco mais de 160 mil Km e, após este período, a bateria deve ser descartada.

Consumidos incansavelmente ao redor do mundo, celulares multitarefa que, além de realizarem chamadas, são câmeras fotográficas e filmadoras, tocadores de música, GPS, acessam a internet, ou seja,

verdadeiros computadores de bolso, também se utilizam das poderosas e pequenas baterias de íons de lítio. A praticidade oferecida por estes modernos equipamentos, que não seria possível sem a invenção da bateria, é, talvez, a principal razão para seu sucesso.

O aperfeiçoamento e a diminuição dos geradores também salvam vidas. Utilizadas principalmente em marca-passos, as pilhas de lítio-iodo revolucionaram a medicina moderna, haja vista o fato de fornecerem energia por um longo tempo a um aparelho que regula os batimentos cardíacos de um doente. Todos os componentes deste tipo de equipamento devem ser completamente seguros e confiáveis, já que é introduzido cirurgicamente ao lado do coração.

As baterias de lítio-iodo foram escolhidas justamente por seu tamanho, segurança, durabilidade e capacidade, que pode chegar a  $0,8 \text{ Wh/cm}^3$  e funcionar por até 10 anos. O cátodo destas células eletrolíticas é composto por iodo e poli(2- vinilpiridina), que, quando misturados e aquecidos a  $149^\circ\text{C}$  por 3 dias, reagem formando uma pasta que conduz eletricidade. O produto é introduzido na cápsula da bateria e resfriado até o estado sólido. Quando esta substância encontra a placa de lítio metálico no ânodo, é formado iodeto de lítio e cria-se a corrente elétrica, que abastece o marca-passo. O resultado deste processo é uma bateria com dimensões extremamente reduzidas, na maioria das vezes  $13,5 \text{ cm}^3$ , e com alta capacidade de gerar os estímulos que fazem o coração do paciente continuar trabalhando normalmente.

Apenas com o desenvolvimento de acumuladores energéticos foi possível a criação de equipamentos que facilitam ou até substituem os esforços humanos por movimentos eletrônicos. Celulares, que há pouco mais de 10 anos eram raramente encontrados nas camadas menos favorecidas da sociedade, em 2010 no Brasil, já são mais de 190 milhões comercializados, número que chega a ultrapassar a própria população nacional. Além disso, deve-se ressaltar que aparelhos móveis também causam impactos na estrutura da sociedade. Quanto mais se consomem os modernos eletrônicos, mais empregos são criados, há mais investimentos no aperfeiçoamento de características que aumentem o conforto, o acesso e diminuam os riscos de se utilizar um equipamento abastecido com a energia móvel, tornando-o mais popular e útil.

Até mesmo o descarte seguro dos geradores traz benefícios à sociedade, para além das questões que envolvem o meio ambiente. Comerciantes faturam com o reaproveitamento e a reciclagem de aparelhos eletrônicos. Tal setor, em intensa ampliação, também gera oportunidades em Logística, Varejo, Indústria, Administração e Planejamento. A responsabilidade ambiental, atualmente muito valorizada, e o incentivo governamental por meio de decretos que regulamentem atividades ligadas à

produção e a reutilização destes materiais são vantajosos tanto para a natureza, como para quem as pratica.

Pode-se dizer que a criação de geradores independentes de uma fonte fixa dinamizou e facilitou o desenvolvimento da tecnologia, já que são raros os aparelhos que não precisam de uma pilha ou bateria para que funcionem. Sem o advento das fontes de energia portáteis, não seria possível viajar milhares de quilômetros em aviões, levar um telefone a qualquer lugar ou apenas ouvir música nos novos e modernos tocadores. A sociedade do século XXI depende diretamente destas maravilhosas miniaturas que revolucionaram a velocidade e a forma como o mundo se relaciona.

#### Bibliografia

<http://www.mundoeducacao.com.br/quimica/pilhas-duvidas-frequentes.htm>  
<http://boasaude.uol.com.br/Lib/ShowDoc.cfm?LibDocID=4170&ReturnCatID=357>  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1502062/>  
<http://www.rayovac.com.br/pilha.htm>  
<http://carros.hsw.uol.com.br/bateria-carro-eletrico4.htm>  
<http://360graus.terra.com.br/ecologia/default.asp?did=26949&action=geral>  
[http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/pt/Energy\\_density](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/pt/Energy_density)  
[http://economia.estadao.com.br/noticias/not\\_44010.htm](http://economia.estadao.com.br/noticias/not_44010.htm)