

## **Chumbo-ácido (Pb)**

Este tipo de bateria é normalmente utilizado em caixas de campo tanto de modelistas que pilotam modelos à combustão (onde são utilizadas para sistemas de partida elétrica) quanto para modelos elétricos (sendo utilizadas para recarregar as demais baterias).

Suas principais vantagens são o baixo custo (menos de 50 reais para uma bateria de 12V/14Ah), resistência e durabilidade. Também são utilizadas em automóveis e não raramente aeromodelistas utilizam suas baterias da caixa de campo para dar partida no carro após esquecer algum equipamento ligado.

Quando bem utilizadas duram centenas de ciclos, quando mal utilizadas, duram poucas semanas.

Nas baterias de ciclo profundo, e que permitem manutenção (normalmente utilizadas em submarinos, grupos geradores, grandes no-breaks, etc.) a manutenção adequada permite durabilidade de décadas.

Nas seladas, por não haver como fazer manutenção normalmente a vida útil é de algumas centenas de ciclos.

O processo de carga destas baterias é tensão constante/corrente constante, preferencialmente com 0,1C ou menos, até 14,5V.

Após carregada, pode-se manter a bateria em carga de manutenção a 13,5V.

Estas baterias gostam de ser mantidas constantemente carregadas, e ao serem descarregadas seguidamente até tensões muito baixas tendem a perder capacidade (algo que todo mundo já viu acontecer em carros). As baterias "comuns" não são feitas para ciclos profundos, e descarregar seguidamente até o final danifica rapidamente.

### **Como estragar uma bateria de chumbo-ácido**

Esta parte é fácil. Basta descarregá-la com alta corrente, até cair a tensão abaixo de 11V, e deixá-la descarregada por bastante tempo depois disto.

Usar carregadores improvisados ou de má qualidade é outra forma fácil de estragar uma bateria.

A maioria dos carregadores disponíveis nas lojas de eletrônica utilizam tensão muito maior do que a recomendada, e alguns são ridículos como os que utilizam uma lâmpada de 60W e um diodo, jogando 110V na bateria.

Evite a todo custo estas soluções "milagrosas", e carregue sua bateria com um carregador inteligente, que tem circuito dimensionado corretamente e tem toda a lógica necessária para não sobrecarregar a bateria.

Atualmente tem carregadores inteligentes (como o Bantam 301DX) no mercado nacional por pouco mais de 170 reais, pouco mais que o preço de uma bateria LiPo maiorzinha. Portanto não vale a pena improvisar, compre um carregador inteligente bom, mesmo que não seja o top de capacidade de carga, células em série, recursos, que ele se pagará rapidamente pela economia com baterias danificadas.

### **Como fazer uma bateria de chumbo-ácido durar anos**

Basta usar dentro dos parâmetros do fabricante, não descarregar abaixo de 11V (de preferência nunca usar mais que 60% da carga) e sempre recarregá-las após o uso, utilizando um carregador de boa qualidade, um carregador inteligente, ou mesmo colocando-a em um no-break e deixando-o ligado por 48 horas.

Se puder, compre uma bateria maior do que realmente precisa, para não precisar descarregar até o final. Afinal, elas são relativamente baratas e não vão voar, então o peso extra não é tão ruim assim.

Mesmo sendo "seladas", usá-las inclinadas ou de cabeça para baixo não é boa idéia, armazene e use sempre na posição correta.

Lembre-se que estas baterias são altamente tóxicas, tanto o chumbo quanto o ácido sulfúrico do eletrólito. Por isto, descarte sempre em locais adequados, como os atuais lixos especiais para baterias encontrados em supermercados, lojas, empresas, etc.

### **Como dar um pouco mais de vida a uma bateria de chumbo-ácido judiada**

O único jeito de tentar fazer uma bateria selada recuperar parte de sua saúde é carregá-la e descarregá-la lentamente, no caso de uma bateria de 12V não deixando a tensão cair abaixo de 11V. A carga deve ser de 0,1C ou menos.

Algumas, apesar de parecerem seladas, têm pequenas tampas que podem ser utilizadas para aliviar a pressão durante a carga, onde pode-se tentar completar o nível do eletrólito com água destilada. Cuidado ao fazer isto, lembre-se de que há ácido ali

### **Níquel-Cádmio(NiCd)**

É uma das baterias mais antigas usadas em modelismo, mas ainda faz parte de nosso dia-a-dia, pois é muito utilizada em transmissores e receptores de aeromodelos, telefones sem fio e outros utensílios.

Quando bem utilizadas podem durar mais de 10 anos facilmente e aguentar mais de 1000 ciclos, mas têm uma forte desvantagem de que têm efeito memória, não devem ser recarregadas antes de uma descarga completa pois tendem a perder capacidade.

Além disto, têm auto-descarga, isto é, se deixadas sozinhas descarregam sozinhas. Esta é a razão dos carregadores para estas baterias após completar a carga manterem uma corrente baixa para que não descarreguem, evitando uma nova carga antes do uso (trickle charge), e de ser recomendável ciclá-las periodicamente quando armazenadas.

Outra vantagem além da durabilidade é a alta capacidade de descarga e aguentar alguns abusos sem grandes problemas, por isto seu uso continua tão comum.

Devido à auto-descarga, o ideal é guardá-las carregadas, efetuando ciclos de descarga/carga periodicamente (a cada 3 meses sem uso no máximo).

Os métodos de carga mais usuais são corrente constante de até 1/20C (podendo ser mantidas nesta carga lenta eternamente), corrente constante de 1/10C (por até 2 semanas), corrente constante (rápida) maior que 1/10C com monitoração de temperatura, e o mais sofisticado, normalmente utilizado em modelismo que é corrente constante com detecção de pico, que normalmente permite corrente de carga de até 3C nas NiCd de alta capacidade de corrente, passando depois para trickle charge (1/20C) para evitar que descarregue.

### **Como estragar uma bateria de NiCd**

O jeito mais fácil é recarregá-la constantemente sem descarregar antes, por exemplo colocando e tirando o telefone sem fio da base toda hora, carregando o rádio após voar mesmo que a carga esteja quase completa.

Outro jeito de estragá-las rapidamente é utilizar carregadores rápidos sem circuito de detecção de pico ou por temperatura, deixando-as superaquecer. Este também é um bom jeito de explodí-las, causando ferimentos e estragando móveis e objetos próximos.

Descarregar abaixo de 0,8V por células também prejudica a bateria.

Esquecê-la dentro do transmissor por meses sem ciclar também é uma receita para desastre, isto além de estragar a bateria, estraga todos os fios no caminho dela até o interruptor do transmissor, podendo causar problemas ainda piores se ela vazar dentro do transmissor.

### **Como fazer uma bateria de NiCd durar anos**

Antes de carregar, descarregue até 0,8V por célula usando um descarregador ou ciclador, com carga lenta.

Sempre que possível, faça carga lenta, de 0,5C ou menos, em carregador inteligente. Ou carga de 0,1C em carregador overnight.

Se for armazená-la por longos tempos sem uso, retire do equipamento e carregue completamente, ciclando a cada 3 meses.

Evite também temperaturas muito altas ou muito baixas, assim como deixá-las onde possam ter os contatos colocados em curto.

Receitas básicas:

Para a NiCd do transmissor (600mAh 9,6V): após voar, não recarregue. Um ou dois dias antes do próximo vôo, retire do rádio e coloque no carregador para ciclar, descarregando a 0,3A até 6,4V e carregando a 0,3A em seguida. Faça isto nas minhas e após 10 anos de uso ainda têm os mesmos 600mAh com que teoricamente saíram da fábrica.

para a NiCd do receptor (600mAh 4,8V): mesmo procedimento acima, mas descarregando até 3,2V.

Para a NiCd do telefone sem fio: uma vez por semana retire do aparelho e coloque para descarregar a 0,3A (se for tamanho AA) ou 0,2A (se for menor que isto) até 2,4V (se forem duas células) ou 3,6V (se forem 3 células) umas duas ou três vezes, depois carregue com a mesma corrente. Se não mora sozinho, explique sua família de que o telefone sem fio também merece cuidados de vez em quando, economizar baterias ajuda o planeta, e o mundo não vai parar se o telefone sem fio ficar desligado por algumas horas, afinal a casa provavelmente também tem um fixo com fio para quando acaba a luz, além de vários telefones celulares, e-mail, sinal de fumaça, atualmente não faltam meios de comunicação.

Se não quiser tirar do transmissor constantemente para carregar, é preciso fazer uma modificação no transmissor, um bypass no diodo que evita inversão de polaridade no carregador. Na internet há vários tutoriais sobre isto, como este:

<http://homepages.paradise.net.nz/bhabbott/f4chrg.html>

### **Como dar uma sobrevida uma bateria NiCd judiada**

Algumas baterias NiCd conseguem uma sobrevida, que pode ser de meses ou anos, se forem

utilizados alguns procedimentos simples, que já deveriam ter sido feitos em todos os seus usos.

Caso todas as células estejam acima de 0,8V, basta fazer vários ciclos (3 ou 4) descarregando lentamente e recarregando lentamente, a 0,5C ou menos.

No caso de alguma célula estar abaixo de 0,8V, pode-se tentar carregá-la e ciclá-la individualmente para tentar fazer com que se recupere.

Em alguns casos um "tranco" de carga alta corrente (uns 10C) por menos de 1s ajuda a dissolver os cristais formados no eletrólito, diminuindo a resistência interna e fazendo-a aceitar carga novamente. Este procedimento deve ser feito com muito cuidado, pois pode causar facilmente superaquecimento da bateria ou do fio, portanto não faça se não tiver experiência com eletricidade e use equipamento de proteção.

### **Níquel-Hidreto metálico(NiMh)**

Bastante parecidas com as NiCd, inclusive com relação ao processo de carga e formatos típicos, as principais vantagens das NiMh são a ausência de efeito memória (podem ser recarregadas de qualquer ponto sem precisar recarregar) e maior densidade energética (enquanto pilhas NiCd tamanho AA têm usualmente 600mAh, as NiMh normalmente têm 1100mAh, com algumas de melhor qualidade chegando a 1500mAh ou a absurdos como 2300mAh (Sanyo 2300mAh HR, por exemplo).

A desvantagem é a maior taxa de auto-descarga (se mantida sem uso descarrega mais rapidamente) e a vida útil média menor que as NiCd (típica de 500 ciclos).

Os métodos de carga são os mesmos das NiCd, exceto pela corrente menor (até 2C) e por não necessitar de trickle charge (caso demore muito da carga até o uso, basta completar a carga).

Para conservação considere os mesmos procedimentos das NiCd.

### **Íons de Lítio (LiIon)**

Estas baterias são muito comuns atualmente em filmadoras, máquinas fotográficas, telefones celulares, computadores portáteis, MP3 players e todo tipo de dispositivos portáteis.

Suas principais vantagens são a maior densidade de energia, menor peso, ausência de efeito memória, processo de carga relativamente simples (tensão constante/corrente constante), baixa auto-descarga e boa durabilidade.

A maior desvantagem é que quando carregadas acima da tensão correta podem explodir, quando descarregadas abaixo da tensão correta.

Ao contrário das anteriores, baterias LiIon não gostam de ser mantidas carregadas e começam a envelhecer assim que saem da fábrica, independente do número de ciclos.

Seus maiores inimigos são a temperatura, excesso de corrente na carga ou descarga, armazenamento em carga máxima e descarga até o limite de tensão inferior.

Para prolongar sua vida útil o ideal é carregar a 0,7C ou menos, descarregar dentro dos parâmetros indicados pelo fabricante, evitar descarregar a menos de 30% da capacidade total, evitar guardar totalmente carregada e em locais quentes.

Alguns carregadores têm opção de "storage charge" para carregar até o ponto ideal para armazenamento longo.

Entretanto, se cuidadas adequadamente duram anos sem problemas.

Estas baterias tiveram uma curta vida nos aeromodelos devido à rápida ascensão das LiPo, vistas abaixo, mas são muito utilizadas em outros dispositivos.

O método de carga é corrente constante até chegar a 4,1V por célula (algumas 4,2V por célula) e a partir deste ponto tensão constante até que a corrente caia abaixo de 10% da capacidade nominal da bateria.

Um cuidado essencial nestas baterias é que ao contrário dos tipos citados anteriormente (NiCd/NiMh/Pb), diferenças de tensão em baterias de vários elementos não causa apenas um leve aquecimento, após o qual todas as "pilhas" que em série formam o pack ficam totalmente carregadas. Em caso de desbalanceamento, ao carregar, uma ou mais células (pilhas) pode(m) ultrapassar a tensão máxima, formando lítio metálico por eletrólise, que é um metal que reage queimando violentamente, sendo o motivo para os relatos de baterias de telefones celulares e notebooks que costumamos ver nos noticiários.

### **Polímero de Lítio (LiPo)**

Estas baterias apresentam os mesmos defeitos e qualidades das baterias LiIon, com algumas diferenças principais.

A principal diferença, interessante no aeromodelismo, é a maior capacidade de descarga. Enquanto as LiIon normalmente têm capacidade de descarga de 1C, algumas poucas chegando a 5C, as LiPo atualmente são produzidas com capacidade entre 12C e 20C constante, aproximando-se das NiCd em termos de capacidade de descarga, motivo pelo qual são as mais utilizadas atualmente em aeromodelos elétricos.

A desvantagem adicional em relação às citadas para LiIon é que por não ter um invólucro metálico é recomendável tomar cuidado com onde é armazenada e instalada no modelo, sobretudo evitando que sejam amassadas ou perfuradas.

O método de carga é corrente constante até chegar a 4,23V por célula e a partir deste ponto tensão constante de 4,23V até que a corrente caia abaixo de 10% da capacidade nominal da bateria.

### **Como estragar uma bateria LiPo rapidamente**

Baterias LiPo são fáceis de estragar com alguns abusos simples. O jeito mais fácil é deixá-las fechadas sem ventilação dentro de um modelo de isopor, trabalhando no limite da corrente, de preferência com os parafusos que seguram o motor logo à frente. Após alguns minutos ela irá superaquecer, estufar e deixar a tensão cair, na hora do pouso forçado o impacto faz com que se desloquem para a frente sendo perfuradas pelos parafusos.

Caso isto não tenha resolvido, após pousar as células provavelmente estarão desbalanceadas (a mais interna do pack, por exemplo, esquenta mais e perde capacidade mais rapidamente), e coloque para carregar sem medir as células nem balancear. Ao colocar para carregar uma das células estará com tensão maior, assim quando o pack 3S (por exemplo) chegar aos 12,69V, uma das células talvez já tenha passado de 4,5V, possivelmente causando um incêndio.

Não prender direito e deixá-las cair no chão, amassando, é outro jeito. Guardar na caixa de ferramentas junto com chaves de fenda, punções e pregos (e andar por uma estrada bem esburacada com elas) também.

Carregar para voar, não usar, e deixar o mês todo guardada no porta-luvas do carro estacionado no sol (a uns 60 graus) também é um bom jeito de acabar com baterias LiPo rapidamente.

### **Como fazer uma bateria LiPo durar anos**

Com alguns poucos cuidados, nada de excepcional, uma bateria durará anos.

A primeira providência é sempre tomar cuidado no dimensionamento. Se o motor consome 15A, utilize ESC de 20A e bateria que aguente 20A, assim nem ESC nem bateria aquecerão demais. Lembre-se de que muitos equipamentos foram projetados e testados em países bem mais frios que o nosso, portanto algo que aqueça 30 graus acima da temperatura ambiente em um dia típico na Noruega sofrerá menos por excesso de temperatura do que algo aquecendo 20 graus acima da temperatura ambiente no verão de Maceió.

A próxima é utilizar um carregador de boa qualidade, de preferência com balanceador, e fazer as cargas sempre a 0,7C ou menos. Pode-se carregar a até 1C eventualmente, mas deixe estes abusos para casos de necessidade, quando por exemplo estiver em campo e desejar voar com a mesma bateria novamente em no máximo uma hora.

Sempre crie dentro do modelo um espaço adequado para a bateria (e também para o ESC), onde recebam fluxo de ar e não fiquem com uma das células totalmente encostada em uma parede de isopor por exemplo. Lembre-se de que boa parte dos modelos elétricos é feita de isopor, um ótimo isolante térmico, e se não houver ventilação você estará criando uma estufa.

Dentro do modelo também cuide para que em caso de impacto as baterias não sejam espremidas ou perfuradas, nem possam cair da fuselagem atingindo o chão. Geralmente uma "caixa" de isopor ou balsa com furos, e uma cinta de velcro segurando a bateria ou a tampa da caixa são suficientes.

Durante o vôo, ao perceber que a performance do motor caiu significativamente, pause. Não espere o ESC cortar para pousar.

Não existem duas coisas iguais, sejam naturais ou fabricadas pelo homem. Se as células forem exatamente iguais e o ESC cortar o motor com 2,8V por célula, tudo bem. Mas se uma tiver uma curva diferente, ela pode descarregar abaixo da tensão mínima. Também é normal que estas curvas se alterem com o tempo, as células internas em um pack com várias células aquecem mais portanto se trabalharem no limite de capacidade, portanto tendem a envelhecer mais rapidamente, perdendo capacidade. Um pack que quando novo podia ser usado até o limite do corte automático do ESC poderá não se sair tão bem após meses de uso.

Outro motivo para não voar até cortar o motor é que baterias LiIon e LiPo não gostam de descargas profundas, elas sobrevivem bem melhor se forem utilizadas até 70% de sua capacidade.

Após voar, se for voar novamente no mesmo dia, espere a bateria esfriar até próximo da temperatura ambiente antes de carregá-la novamente. Se possível use um balanceador.

Se não for voar novamente no mesmo dia, não recarregue. Se seu carregador tiver opção de

"storage charge" ou "carga de armazenamento", use esta opção, que deve deixar o pack com cerca de 40% de sua capacidade.

Se o carregador não tiver esta opção, se a bateria terminar a carga com 3,4V a 3,7V por célula, guarde como está. Se estiver abaixo disto, carregue até chegar a uns 3,6V, mas não até completar a carga.

Quando a bateria não estiver em uso, mantenha-a na sombra em local fresco. Nada de guardar as baterias no capô do carro, onde está o motor que você acabou de desligar, nem dentro do carro fechado, ou sob sol forte.

Cuidado também para não deixá-las no chão, onde possam ser pisadas nem em locais onde possa ser amassada ou perfurada.

Em casa, guarde-as em local fresco e seco. Se sua oficina não é muito quente, pode ser em uma prateleira, na caixa de campo, etc. Se for muito quente, guarde na porta da geladeira, de preferência em um pote fechado e com aviso de "não mexa", para evitar acidentes como quedas no chão ou serem espremidas entre o pote de azeitonas e o de maionese.

Cuidado com tombos e ferramentas perfurantes.

Pode parecer demais, mas a maior parte destes cuidados vale para qualquer bateria, seja NiCd, NiMh, chumbo-ácido, etc.

Se você tiver balanceador, use-o sempre, isto garantirá que não passe do limite de tensão na carga. Se não tiver, procure monitorar a tensão das células a cada 5 ciclos em média, se perceber que a diferença com o pack quase carregado é maior que 0,05V, carregue individualmente célula a célula (desde que o carregador tenha esta opção). Se não tiver, peça a um amigo ou compre um balanceador, ou um carregador melhor.

De tempos em tempos (a cada 10 a 20 ciclos), faça um ciclo lento de carga até completar, descarga até 3V por célula (tomando cuidado para nenhuma célula ficar abaixo de 3V), e carga de armazenamento até 40%.

### **Recuperando células LiPo que perderam performance, incharam ou ficaram abaixo da tensão mínima**

Se as células estão balanceadas, devem ser balanceadas para evitar danos. Para isto, pode-se usar um balanceador, que equaliza a tensão das células durante a carga.

Na falta de um balanceador uma forma de balancear a bateria é carregá-la lentamente (0,5C por exemplo) célula por célula, com o carregador configurado para 1S, até completar a carga do pack todo. Cuidado pois alguns carregadores limitam o tempo de carga, pode ser necessário reiniciar o processo de carga para completá-la nestes casos.

Se uma bateria já sofreu abusos, os sintomas mais evidentes são o estufamento (formação de gás a partir do eletrólito), perda de capacidade, desbalanceamento constante e aumento da resistência interna (causando perda de performance no motor).

Caso um ou mais destes sintomas tenham se manifestado, a primeira providência é com a ajuda de um balanceador ou um carregador que carregue uma célula por vez, carregar o pack (balanceando ou célula a célula) a 0,5C ou menos e descarregá-lo a 0,5C ou menos (com função de descarga ou ciclagem do carregador, tomando cuidado de não descarregar nenhuma célula abaixo de 3V), de preferência anotando o valor descarregado em miliampéres-hora que o carregador mostra, repetindo este procedimento cerca de 3 vezes.

Acompanhe os valores anotados se houve melhora na capacidade. É comum este procedimento diminuir o inchaço e recuperar a capacidade das células a um valor mais próximo do original.

Em caso extremo, de células que ficaram com menos de 3V, nenhum carregador ou balanceador inteligente permite a carga. Isto acontece por segurança do fabricante, embora muitas vezes a célula ainda esteja dentro ou próxima do limite onde realmente ocorrem danos, em torno de 2,5V.

Para carregá-las neste caso é necessário usar um carregador "burro" de LiPo 1S, um carregador lento para NiCd/NiMh ou mesmo o carregador inteligente configurado para carga em NiMh. Inicie a carga a cerca de 0,1C nestas condições e acompanhe constantemente com um voltímetro, interrompendo assim que alcançar 3V. Nunca se afaste da bateria, mantenha atenção ao voltímetro e em hipótese nenhuma saia do local, pois se a tensão passar de 4,2V pode haver uma explosão.

Assim que a célula alcançar 3V, utilize o carregador LiPo e/ou balanceador para concluir a carga, e faça alguns ciclos como descrito acima para certificar-se de sua capacidade atual. Não realize este procedimento se não tiver certeza do que está fazendo, se não tiver multímetro ou voltímetro capaz de ler tensão na faixa de 0 a 20V ou se não souber utilizá-lo com segurança.

TRADUÇÃO - SEBASTIÃO GRECO. [tecnica precisao@bol.com.br](mailto:tecnica precisao@bol.com.br)