

BANCO DE BATERIAS PARA UPS EM DATA CENTERS: VRLA, LÍTIO, AUTONOMIA E RISCOS

Entenda como projetar bancos de baterias para UPS em Data Centers: VRLA, lítio, autonomia, strings, recarga, temperatura, riscos, manutenção e testes.

SUMÁRIO

1. QUAL É A FUNÇÃO DO BANCO DE BATERIAS NA UPS?	5
2. BANCO, STRING, MÓDULO, CÉLULA E RACK: CONCEITOS BÁSICOS	6
3. TECNOLOGIAS UTILIZADAS EM BANCOS DE BATERIAS PARA UPS	6
3.1. VRLA – VALVE-REGULATED LEAD-ACID	6
3.2. CHUMBO-ÁCIDO VENTILADA	7
3.3. ÍONS DE LÍTIO	7
3.4. NÍQUEL-CÁDMIO	7
3.5. FLYWHEEL	8
4. VRLA OU LÍTIO: COMPARAÇÃO PARA DATA CENTERS	8
5. COMO DEFINIR A AUTONOMIA NECESSÁRIA	8
5.1. TEMPOS QUE PRECISAM SER CONSIDERADOS	8
5.2. AUTONOMIA NOMINAL E AUTONOMIA DE FIM DE VIDA	9
5.3. AUTONOMIA E ESTRATÉGIA OPERACIONAL	9
6. COMO DIMENSIONAR UM BANCO DE BATERIAS PARA UPS	9
6.1. 1. DETERMINAR A POTÊNCIA EFETIVA PROTEGIDA	9
6.2. 2. CONSIDERAR A EFICIÊNCIA DO INVERSOR E DO CAMINHO CC	9
6.3. 3. DEFINIR TENSÃO MÍNIMA E FAIXA DO BARRAMENTO CC	9
6.4. 4. SELECIONAR O TEMPO DE DESCARGA	10
6.5. 5. APLICAR FATORES DE ENVELHECIMENTO E TEMPERATURA	10
6.6. 6. DEFINIR QUANTIDADE DE CÉLULAS OU MÓDULOS EM SÉRIE	10
6.7. 7. DEFINIR NÚMERO DE STRINGS EM PARALELO	10
6.8. 8. VERIFICAR CORRENTE, CABOS E PROTEÇÃO	10
6.9. 9. VERIFICAR RECARGA	10
6.10. 10. VALIDAR O CONJUNTO COM O FABRICANTE DA UPS	10
7. EXEMPLO CONCEITUAL DE DIMENSIONAMENTO	11
8. QUANTIDADE DE STRINGS E DISPONIBILIDADE	11
8.1. UMA ÚNICA STRING	11
8.2. DUAS OU MAIS STRINGS	11
8.3. REDUNDÂNCIA A/B	12
9. TEMPERATURA E VIDA ÚTIL	12
9.1. VRLA	12
9.2. LÍTIO	12
9.3. CONDIÇÕES DE PROJETO	12
10. SALA DE BATERIAS, GABINETES E IMPLANTAÇÃO FÍSICA	12

10.1. ACESSIBILIDADE	13
10.2. PESO E ESTRUTURA	13
10.3. SEGREGAÇÃO E PROXIMIDADE DA UPS	13
10.4. VENTILAÇÃO	13
10.5. CONTENÇÃO E PROTEÇÃO MECÂNICA	13
11. RISCOS ELÉTRICOS, QUÍMICOS E TÉRMICOS	14
11.1. CURTO-CIRCUITO CC	14
11.2. POLARIDADE E MONTAGEM	14
11.3. GASES E ELETRÓLITO	14
11.4. RISCO TÉRMICO EM LÍTIO	14
12. BMS E MONITORAMENTO DE BATERIAS	14
12.1. PARÂMETROS RELEVANTES	14
12.2. ESTADO DE CARGA E ESTADO DE SAÚDE	15
12.3. INTEGRAÇÃO COM BMS, EPMS E DCIM	15
12.4. SINCRONISMO DE EVENTOS	15
13. MANUTENÇÃO DE BATERIAS VRLA	15
13.1. TESTE DE IMPEDÂNCIA NÃO SUBSTITUI TESTE DE CAPACIDADE	15
13.2. SUBSTITUIÇÃO PARCIAL	16
14. MANUTENÇÃO DE BATERIAS DE LÍTIO	16
15. RECARGA APÓS DESCARGA	16
16. VIDA ÚTIL, SUBSTITUIÇÃO E OBSOLESCÊNCIA	16
16.1. VIDA DE PROJETO	16
16.2. VIDA ESPERADA	17
16.3. GARANTIA	17
16.4. ESTRATÉGIA DE SUBSTITUIÇÃO	17
17. CAPEX, OPEX E CUSTO DO CICLO DE VIDA	17
18. INTEGRAÇÃO ENTRE BATERIAS, UPS E GERADORES	18
18.1. COMPATIBILIDADE ELÉTRICA	18
18.2. AUTONOMIA E PARTIDA DA GERAÇÃO	18
18.3. RECARGA E CAPACIDADE DO GERADOR	18
18.4. BYPASS E MANUTENÇÃO	18
18.5. OPERAÇÃO EM 2N	18
19. CRITÉRIOS PARA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	18
20. FAT, SAT E COMISSONAMENTO	19
20.1. DOCUMENTAÇÃO DE FABRICAÇÃO	19

20.2. INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO	19
20.3. INSTALAÇÃO	19
20.4. TESTES FUNCIONAIS	19
20.5. TESTE DE AUTONOMIA	20
20.6. TESTE INTEGRADO	20
21. ERROS COMUNS EM BANCOS DE BATERIAS PARA UPS	20
21.1. DIMENSIONAR APENAS POR AMPÈRE-HORA	20
21.2. CONSIDERAR APENAS A AUTONOMIA INICIAL	20
21.3. INSTALAR STRINGS SEM PROTEÇÃO INDIVIDUAL	20
21.4. IGNORAR A RECARGA	20
21.5. TRATAR VRLA COMO LIVRE DE MANUTENÇÃO	21
21.6. CONFIAR APENAS NO BMS	21
21.7. MISTURAR MODELOS E IDADES	21
21.8. COMPARAR LÍTIO E VRLA APENAS PELO PREÇO	21
21.9. DEIXAR SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO PARA A OBRA	21
22. MATRIZ DE DECISÃO PARA ESCOLHA DA TECNOLOGIA	21
23. EXEMPLO CONCEITUAL DE SELEÇÃO	22
24. NORMAS E REFERÊNCIAS APLICÁVEIS	22
25. RESUMO TÉCNICO	23

O banco de baterias é o elemento que sustenta a UPS quando a fonte normal deixa de atender aos limites definidos. Em um Data Center, sua função normalmente não é manter a instalação por horas, mas cobrir a transição entre a perda da rede, a partida dos grupos geradores, a estabilização da geração e a transferência das cargas críticas. Mesmo assim, a decisão envolve muito mais do que escolher uma quantidade de minutos de autonomia.

Tecnologia, tensão do barramento CC, quantidade de strings, temperatura, envelhecimento, corrente de descarga, recarga, proteção, seletividade, monitoramento, disponibilidade de peças, risco térmico, ventilação, manutenção e estratégia de substituição precisam ser tratados como partes do mesmo sistema.

Os termos “bateria para nobreak”, “bateria estacionária”, “VRLA”, “bateria de lítio” e “banco de baterias UPS” também abrangem aplicações muito diferentes. Uma bateria de pequeno porte para equipamento individual não possui os mesmos requisitos de uma instalação com centenas de quilowatts, múltiplas strings, redundância A/B e operação contínua.

Este artigo explica como projetar, especificar e aceitar bancos de baterias para UPS em Data Centers, comparando tecnologias, critérios de autonomia, riscos, manutenção e integração com a arquitetura elétrica crítica.

1. QUAL É A FUNÇÃO DO BANCO DE BATERIAS NA UPS?

A UPS utiliza o armazenamento de energia para manter o barramento CC e o inversor quando a alimentação de entrada é interrompida ou sai dos limites admitidos. Em uma UPS estática de dupla conversão, a carga permanece alimentada pelo inversor enquanto a energia passa a ser fornecida pelas baterias.

O banco precisa sustentar a potência exigida durante toda a janela de autonomia de projeto, mantendo tensão, corrente e temperatura dentro dos limites do sistema. A autonomia deve continuar suficiente ao final da vida útil considerada, e não apenas quando as baterias são novas.

Em um Data Center com geração automática, a sequência típica envolve:

1. perda ou degradação da fonte normal; 2. transferência da UPS para energia armazenada; 3. comando de partida dos grupos geradores; 4. estabilização de tensão e frequência; 5. transferência da entrada da UPS para a geração; 6. recomposição das cargas auxiliares; 7. recarga controlada das baterias.

Cada etapa possui tempos, falhas possíveis e retentativas. Por isso, “dez minutos de autonomia” só possui significado quando associado a uma sequência operacional

validada.

O artigo [UPS para Data Center: topologias, redundância e critérios de seleção](#) apresenta o papel da UPS na cadeia elétrica completa. Este conteúdo aprofunda exclusivamente o armazenamento associado ao sistema UPS.

2. BANCO, STRING, MÓDULO, CÉLULA E RACK: CONCEITOS BÁSICOS

Uma especificação precisa utilizar os termos de forma consistente.

Elemento	Definição funcional
Célula	Unidade eletroquímica básica que fornece determinada tensão nominal
Monobloco ou módulo	Conjunto de células interligadas e encapsuladas
String	Série de células ou módulos que atinge a tensão CC necessária
Banco de baterias	Uma ou mais strings conectadas à UPS ou ao barramento CC
Rack ou gabinete	Estrutura mecânica que suporta módulos, cabos, proteção e monitoramento
BMS	Sistema de gerenciamento que supervisiona células, módulos, temperatura e proteção

Em baterias chumbo-ácido VRLA, é comum utilizar monoblocos de 12 V conectados em série. Em sistemas de lítio, módulos são combinados em racks com BMS local e controlador de sistema. A quantidade e a organização física dependem da tensão do barramento, da energia requerida, da corrente e da arquitetura do fabricante.

A conexão em série aumenta a tensão. A conexão de strings em paralelo aumenta a capacidade de corrente e energia, mas também cria desafios de compartilhamento, proteção, manutenção e identificação de falhas.

3. TECNOLOGIAS UTILIZADAS EM BANCOS DE BATERIAS PARA UPS

As tecnologias mais comuns em Data Centers são chumbo-ácido regulado por válvula, conhecido como VRLA, e íons de lítio. Baterias chumbo-ácido ventiladas, níquel-cádmio e sistemas cinéticos também podem ser encontrados em aplicações específicas.

3.1. VRLA – VALVE-REGULATED LEAD-ACID

As baterias VRLA são seladas e reguladas por válvula. Podem utilizar eletrólito absorvido em manta de fibra de vidro, tecnologia AGM, ou eletrólito imobilizado em gel.

Sua adoção em UPS é ampla devido à maturidade, disponibilidade, familiaridade das equipes, cadeia de fornecedores e custo inicial. Em contrapartida, vida útil, capacidade e confiabilidade são sensíveis à temperatura, à qualidade de fabricação, ao regime de carga, ao ripple, à profundidade de descarga e à manutenção.

3.2. CHUMBO-ÁCIDO VENTILADA

Baterias ventiladas utilizam eletrólito líquido e permitem inspeções e reposições específicas. Podem oferecer vida útil elevada quando corretamente instaladas e mantidas, mas exigem maior controle de ventilação, eletrólito, gases, contenção e segurança operacional.

São mais frequentes em aplicações industriais e sistemas CC de subestações do que em salas compactas de UPS, embora possam ser tecnicamente adequadas em projetos específicos.

3.3. ÍONS DE LÍTIO

Baterias de íons de lítio possuem maior densidade de energia, menor massa, maior capacidade de ciclos e menor sensibilidade a determinadas condições de carga do que VRLA. Também podem permitir vida útil mais longa e melhor monitoramento em nível de módulo ou célula.

Por outro lado, exigem BMS, integração adequada com a UPS, avaliação de propagação térmica, proteção, detecção, resposta a falhas, compatibilidade eletromagnética, firmware e estratégia de segurança contra incêndio.

“Bateria de lítio” não identifica uma solução única. Química, formato de célula, arquitetura do módulo, BMS, contenção e ensaios alteram significativamente o comportamento do sistema.

3.4. NÍQUEL-CÁDMIO

Baterias de níquel-cádmio suportam temperaturas amplas, descargas profundas e longa vida em determinadas aplicações. Seu custo, características ambientais e requisitos de manutenção limitam a adoção em Data Centers convencionais, mas permanecem relevantes em ambientes industriais severos.

3.5. FLYWHEEL

Flywheels armazenam energia cinética e fornecem elevada potência por curto período. Podem reduzir o uso de baterias químicas quando a geração é rápida e confiável. A autonomia normalmente é menor, e o projeto depende fortemente do desempenho dos grupos geradores e da sequência de transferência.

4. VRLA OU LÍCIO: COMPARAÇÃO PARA DATA CENTERS

A escolha não deve ser feita apenas pelo CAPEX. O período de análise precisa incluir substituições, climatização, área, peso, monitoramento, manutenção, disponibilidade de peças e risco operacional.

Critério	VRLA	Íons de lítio
Investimento inicial	Geralmente menor	Geralmente maior
Densidade de energia	Menor	Maior
Peso e área	Maiores para a mesma energia	Menores para a mesma energia
Vida de projeto	Dependente de modelo e ambiente	Pode ser superior, conforme química e uso
Sensibilidade térmica	Elevada; calor acelera envelhecimento	Requer controle térmico e proteção pelo BMS
Monitoramento	Pode exigir sistema adicional	Normalmente integrado ao BMS
Capacidade de ciclos	Limitada em descargas frequentes	Geralmente maior
Substituição	Cadeia madura e ampla	Dependente de fabricante e compatibilidade
Risco predominante	Falha de célula, sulfatação, corrosão, gases	Falha térmica, propagação, BMS e firmware
Reciclagem	Cadeia consolidada para chumbo	Cadeia em desenvolvimento e dependente da região

O resultado pode variar conforme o fabricante, a química e o modelo. Não é tecnicamente correto afirmar que toda solução de lítio possui vida maior ou que toda VRLA é mais simples. A comparação precisa utilizar dados do sistema ofertado e condições equivalentes.

5. COMO DEFINIR A AUTONOMIA NECESSÁRIA

A autonomia deve ser derivada do tempo máximo aceitável entre a perda da fonte normal e a disponibilidade estável da fonte alternativa.

5.1. TEMPOS QUE PRECISAM SER CONSIDERADOS

O estudo deve incluir:

Se a geração normalmente assume a carga em menos de um minuto, isso não significa que uma autonomia de um minuto seja suficiente. A bateria deve cobrir condições degradadas e contingências compatíveis com o risco do empreendimento.

5.2. AUTONOMIA NOMINAL E AUTONOMIA DE FIM DE VIDA

A capacidade disponível diminui com envelhecimento, temperatura, descargas, armazenamento e condições de carga. O projeto deve exigir autonomia no final da vida considerada ou aplicar margem de envelhecimento explicitamente definida.

5.3. AUTONOMIA E ESTRATÉGIA OPERACIONAL

Autonomia maior não elimina a necessidade de geração confiável. Bancos extensos aumentam área, custo, energia armazenada, risco e tempo de recarga. A decisão precisa equilibrar continuidade, arquitetura de fontes e capacidade operacional.

6. COMO DIMENSIONAR UM BANCO DE BATERIAS PARA UPS

O dimensionamento detalhado deve utilizar curvas e ferramentas aprovadas pelo fabricante, porque a capacidade não varia linearmente com a corrente de descarga. Ainda assim, o memorial de cálculo precisa apresentar premissas verificáveis.

6.1. 1. DETERMINAR A POTÊNCIA EFETIVA PROTEGIDA

A carga deve ser definida em kW, considerando demanda atual, crescimento, redundância e cenários de falha. Não se deve utilizar automaticamente a potência nominal da UPS.

6.2. 2. CONSIDERAR A EFICIÊNCIA DO INVERSOR E DO CAMINHO CC

A energia retirada do banco é maior que a energia entregue à carga devido às perdas. Eficiência, cabos, conexões e conversão precisam ser incluídos conforme dados do sistema.

6.3. 3. DEFINIR TENSÃO MÍNIMA E FAIXA DO BARRAMENTO CC

A UPS possui tensão nominal, tensão de flutuação, tensão máxima de recarga e limite mínimo de descarga. O banco precisa permanecer dentro dessa janela em todos os estados.

6.4. 4. SELECIONAR O TEMPO DE DESCARGA

A taxa de descarga altera a capacidade efetivamente disponível. Curvas de 5, 10, 15 ou 30 minutos não podem ser substituídas por capacidade nominal medida em regime de várias horas.

6.5. 5. APLICAR FATORES DE ENVELHECIMENTO E TEMPERATURA

Temperatura abaixo da referência pode reduzir capacidade momentânea. Temperatura elevada pode melhorar capacidade de curto prazo, mas acelerar envelhecimento. Os fatores precisam ser tratados separadamente.

6.6. 6. DEFINIR QUANTIDADE DE CÉLULAS OU MÓDULOS EM SÉRIE

A quantidade em série deriva da tensão do barramento e dos limites de tensão por célula ou módulo. Deve-se verificar condição de carga, flutuação, equalização, descarga e tolerâncias.

6.7. 7. DEFINIR NÚMERO DE STRINGS EM PARALELO

O número de strings precisa atender à corrente e à energia, considerando indisponibilidade planejada, falha, manutenção e compartilhamento. Strings excessivas aumentam conexões e pontos de falha.

6.8. 8. VERIFICAR CORRENTE, CABOS E PROTEÇÃO

Correntes de descarga podem ser elevadas. Cabos, barramentos, fusíveis, disjuntores, chaves e conexões devem suportar regime normal, faltas e energia incidente aplicável.

6.9. 9. VERIFICAR RECARGA

Após descarga, a corrente de recarga soma-se à demanda da UPS. O projeto deve limitar e sequenciar a recarga para não sobrecarregar geradores, transformadores ou alimentadores.

6.10. 10. VALIDAR O CONJUNTO COM O FABRICANTE DA UPS

Bateria, carregador, firmware, BMS, contadores, comunicação e curvas devem ser compatíveis. A aprovação não deve se limitar à tensão nominal.

7. EXEMPLO CONCEITUAL DE DIMENSIONAMENTO

Considere uma UPS alimentando 500 kW de carga crítica, com autonomia requerida de dez minutos no fim da vida. A seleção não deve ser feita multiplicando diretamente potência por tempo e escolhendo uma bateria com energia equivalente.

O processo deve considerar:

1. potência CC requerida pelo inversor; 2. tensão mínima admissível do barramento; 3. curva de descarga da tecnologia selecionada; 4. temperatura mínima de projeto; 5. margem de envelhecimento; 6. tolerância de fabricação; 7. quantidade de módulos em série; 8. quantidade de strings; 9. queda de tensão nos cabos; 10. capacidade de recarga; 11. condição com uma string indisponível, quando aplicável.

A energia idealizada de 500 kW por dez minutos seria aproximadamente 83,3 kWh na saída. O banco instalado precisará possuir energia nominal superior devido às perdas, à taxa de descarga, à tensão mínima, ao envelhecimento e às margens. O valor final depende das curvas do sistema e não pode ser obtido apenas pela capacidade em ampère-hora.

8. QUANTIDADE DE STRINGS E DISPONIBILIDADE

Adicionar strings em paralelo pode aumentar capacidade e permitir manutenção, mas também aumenta complexidade.

8.1. UMA ÚNICA STRING

Uma string única possui menor quantidade de conexões e proteção mais simples. Entretanto, uma célula aberta, um cabo defeituoso ou uma intervenção pode tornar todo o banco indisponível.

8.2. DUAS OU MAIS STRINGS

Múltiplas strings podem manter parte da capacidade quando uma delas é isolada. Para que isso represente redundância real, a capacidade remanescente deve atender ao requisito de autonomia e potência.

Também é necessário verificar:

8.3. REDUNDÂNCIA A/B

Em uma arquitetura 2N, cada caminho A e B deve possuir armazenamento compatível com sua UPS. Compartilhar baterias entre caminhos pode criar dependências comuns e precisa ser analisado com extremo cuidado.

O artigo [Arquitetura elétrica de Data Center: N, N+1, 2N e distribuição A/B](#) explica como avaliar pontos únicos de falha e independência de caminhos.

9. TEMPERATURA E VIDA ÚTIL

A temperatura é um dos principais fatores de degradação de baterias estacionárias.

9.1. VRLA

Temperaturas elevadas aceleram reações químicas, corrosão e perda de água, reduzindo a vida útil. A sala precisa manter condições estáveis e evitar pontos quentes entre racks ou gabinetes.

A temperatura do ambiente não substitui a medição nos terminais ou módulos. Diferenças entre posições podem indicar ventilação inadequada, conexão resistiva ou falha incipiente.

9.2. LÍTIO

Sistemas de lítio utilizam BMS para acompanhar temperaturas e limitar carga ou descarga. Mesmo assim, a climatização deve manter o sistema dentro da faixa definida pelo fabricante e impedir concentração térmica.

9.3. CONDIÇÕES DE PROJETO

O projeto precisa registrar:

10. SALA DE BATERIAS, GABINETES E IMPLANTAÇÃO FÍSICA

A solução física deve permitir instalação, inspeção, manutenção, substituição e resposta a emergências.

10.1. ACESSIBILIDADE

Deve existir espaço para medição, torque, retirada de módulos, manobra de dispositivos, uso de ferramentas e movimentação de peças. Gabinetes compactos não podem impedir manutenção segura.

10.2. PESO E ESTRUTURA

Baterias possuem elevada massa. Piso, base, racks, ancoragem, transporte, elevadores e rotas de movimentação precisam ser verificados.

10.3. SEGREGAÇÃO E PROXIMIDADE DA UPS

A proximidade reduz comprimento e queda de tensão dos cabos CC, mas pode concentrar riscos na mesma sala. A decisão deve considerar compartimentação, manutenção, incêndio, ventilação e disponibilidade.

10.4. VENTILAÇÃO

Baterias chumbo-ácido podem liberar gases, especialmente em condições anormais ou de carga. Ventilação e detecção devem ser dimensionadas conforme tecnologia, capacidade, regime e requisitos aplicáveis.

Sistemas de lítio exigem avaliação diferente. O controle não se limita a ventilação de hidrogênio; deve considerar gases de falha, propagação térmica, detecção e estratégia de contenção.

10.5. CONTENÇÃO E PROTEÇÃO MECÂNICA

Instalações com eletrólito líquido podem exigir contenção. Racks e gabinetes precisam proteger contra impactos, queda, deformação e curto-circuito acidental.

Projeto de energia crítica

Banco de baterias, UPS, carregador, proteção, climatização e geração precisam ser especificados como um único sistema, com autonomia e modos de falha verificáveis.

[Conheça o serviço de Projeto de Sistemas de Energia Crítica e Ininterrupta](#)

11. RISCOS ELÉTRICOS, QUÍMICOS E TÉRMICOS

O banco armazena energia suficiente para produzir correntes de falta elevadas, mesmo quando a UPS está desligada da rede.

11.1. CURTO-CIRCUITO CC

Baterias podem fornecer correntes intensas com rápida liberação de energia. Proteção, seccionamento, barreiras, isolamento e procedimentos precisam ser compatíveis com o sistema.

11.2. POLARIDADE E MONTAGEM

Erros de polaridade, conexões frouxas, torque inadequado e ferramentas não isoladas podem causar falhas graves. O aceite deve conferir sequência, identificação, torque e proteção dos terminais.

11.3. GASES E ELETRÓLITO

Baterias chumbo-ácido introduzem riscos relacionados a ácido e gases. Materiais, ventilação, contenção, sinalização e equipamentos de resposta devem ser definidos no projeto.

11.4. RISCO TÉRMICO EM LÍTIO

Uma falha interna pode gerar calor, gases e propagação entre células ou módulos. O projeto precisa exigir ensaios aplicáveis, BMS, detecção, isolamento, limites de instalação e plano de resposta.

A IEC 62485-5 trata da operação segura de baterias estacionárias de íons de lítio, incluindo riscos elétricos, curto-circuito, gases, incêndio e explosão. A IEC 62619 estabelece requisitos e ensaios de segurança para baterias industriais, incluindo aplicações em UPS.

12. BMS E MONITORAMENTO DE BATERIAS

Monitoramento não aumenta a capacidade do banco, mas permite detectar degradação, desequilíbrio e condições anormais antes de uma falha funcional.

12.1. PARÂMETROS RELEVANTES

Conforme a tecnologia, podem ser acompanhados:

12.2. ESTADO DE CARGA E ESTADO DE SAÚDE

O estado de carga estima a energia disponível no momento. O estado de saúde representa a capacidade e o desempenho remanescentes em relação à condição de referência. Ambos são estimativas e devem ser validados por testes e tendência histórica.

12.3. INTEGRAÇÃO COM BMS, EPMS E DCIM

Os dados podem ser enviados para sistemas prediais, elétricos ou de gestão de infraestrutura. Alarmes precisam ser priorizados, temporizados e associados a procedimentos operacionais.

A solução [Data Center Infrastructure Management \(DCIM\)](#) pode relacionar estado das baterias, capacidade da UPS, carga de TI, alarmes e planejamento de substituição.

12.4. SINCRONISMO DE EVENTOS

Eventos de bateria, UPS, gerador, ATS e disjuntores devem compartilhar referência temporal. Isso é essencial para identificar se uma descarga foi causada por perda da rede, instabilidade da geração, falha do bypass ou comando indevido.

13. MANUTENÇÃO DE BATERIAS VRLA

A percepção de que VRLA é “livre de manutenção” é incorreta. A tecnologia reduz atividades relacionadas ao eletrólito, mas exige inspeção, medição, limpeza, verificação de conexões e testes.

Um programa de manutenção pode incluir:

A IEEE 1188-2025 é a prática recomendada ativa para manutenção, ensaio e substituição de baterias VRLA em aplicações estacionárias. Ela substituiu a edição de 2005.

13.1. TESTE DE IMPEDÂNCIA NÃO SUBSTITUI TESTE DE CAPACIDADE

Medições de resistência, impedância ou condutância ajudam a identificar desvios e tendências, mas não comprovam isoladamente a autonomia do banco. O método, o instrumento e a linha de base precisam ser consistentes.

13.2. SUBSTITUIÇÃO PARCIAL

Misturar baterias novas e envelhecidas na mesma string pode provocar desequilíbrio e desempenho imprevisível. A estratégia de substituição deve seguir orientação do fabricante e análise do conjunto.

14. MANUTENÇÃO DE BATERIAS DE LÍTIO

Sistemas de lítio reduzem algumas tarefas manuais, mas introduzem dependência de BMS, comunicação, contadores, sensores e software.

A manutenção deve verificar:

Atualizações de firmware devem seguir gestão de mudanças. Uma alteração pode modificar limites, comunicação ou resposta a falhas e precisa ser testada antes da aplicação em sistemas críticos.

15. RECARGA APÓS DESCARGA

A recarga é um estado operacional que precisa ser projetado.

Após uma falha de energia, a instalação pode estar simultaneamente:

A corrente de recarga deve ser limitada e, quando necessário, escalonada. Uma recarga muito lenta prolonga a vulnerabilidade; uma recarga agressiva aumenta demanda, aquecimento e desgaste.

O memorial deve definir tempo de recomposição, corrente máxima, prioridade entre caminhos A/B e comportamento se ocorrer nova descarga antes da recarga completa.

16. VIDA ÚTIL, SUBSTITUIÇÃO E OBSOLESCÊNCIA

Vida de projeto, vida esperada e garantia são conceitos diferentes.

16.1. VIDA DE PROJETO

É o valor declarado para condições específicas de temperatura, carga e uso. Não garante que todas as unidades atingirão esse período em qualquer instalação.

16.2. VIDA ESPERADA

É a estimativa para as condições reais do projeto. Deve considerar temperatura, ciclos, ripple, qualidade da rede, manutenção e dispersão entre unidades.

16.3. GARANTIA

É uma condição comercial com limites, exclusões e critérios próprios. Não substitui o plano de renovação.

16.4. ESTRATÉGIA DE SUBSTITUIÇÃO

O plano precisa prever:

Em sistemas de lítio, obsolescência de módulos, BMS e firmware pode ser tão importante quanto a degradação eletroquímica.

Diagnóstico e modernização

Bancos envelhecidos, sem monitoramento ou sem peças compatíveis podem concentrar risco operacional. A modernização deve avaliar a transição sem interromper a carga crítica.

[Conheça o serviço de Diagnóstico e Modernização de Data Centers e CPDs](#)

17. CAPEX, OPEX E CUSTO DO CICLO DE VIDA

A análise econômica deve comparar o período completo do empreendimento.

Componente de custo	VRLA	Lítio
Aquisição inicial	Normalmente menor	Normalmente maior
Área e estrutura	Maior	Menor
Climatização	Pode ser relevante	Também necessária, com limites diferentes
Monitoramento	Pode ser adicional	Geralmente integrado
Substituições	Podem ocorrer mais vezes	Potencialmente menos frequentes
Mão de obra	Inspecões e testes periódicos	Supervisão de BMS e gestão de sistema
Descarte e reciclagem	Cadeia consolidada	Dependente de fornecedor e região
Obsolescência	Modelos e monoblocos	Módulos, BMS, firmware e comunicação

O artigo [Quanto custa um Data Center? CAPEX, fatores de custo e implantação por fases](#) explica como incorporar sistemas críticos à análise de implantação e expansão.

18. INTEGRAÇÃO ENTRE BATERIAS, UPS E GERADORES

O banco não deve ser especificado isoladamente da UPS e da geração.

18.1. COMPATIBILIDADE ELÉTRICA

Tensão, corrente, carregador, limite de descarga, comunicação, proteção e sequência de contadores precisam ser compatíveis.

18.2. AUTONOMIA E PARTIDA DA GERAÇÃO

O tempo de bateria precisa cobrir partida, estabilização, retentativa e transferência. O histórico de falhas do sistema de geração deve influenciar a margem.

18.3. RECARGA E CAPACIDADE DO GERADOR

A potência de recarga soma-se à carga crítica e às perdas. O grupo gerador deve suportar a condição sem instabilidade ou sobrecarga.

18.4. BYPASS E MANUTENÇÃO

A retirada do banco pode limitar a capacidade da UPS de sustentar transições. O procedimento deve indicar quais fontes e caminhos permanecem disponíveis.

18.5. OPERAÇÃO EM 2N

A recarga simultânea dos dois caminhos pode criar degrau de carga significativo. É possível coordenar limites ou sequências para preservar margem de geração.

19. CRITÉRIOS PARA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Uma RFP deve permitir comparação entre soluções equivalentes e identificar claramente desvios.

Grupo	Requisitos que devem ser informados
Aplicação	Potência, autonomia, topologia UPS, caminhos e criticidade
Tecnologia	Química, célula, módulo, vida de projeto e certificações
Capacidade	Curvas de descarga, fim de vida, temperatura e margens
Arquitetura	Tensão, módulos em série, strings, proteção e seccionamento
Ambiente	Temperatura, umidade, ventilação, altitude e sala

Grupo	Requisitos que devem ser informados
Segurança	Riscos elétricos, gases, eletrólito, incêndio e propagação
Monitoramento	Parâmetros, protocolos, alarmes, logs e integração
Manutenção	Inspeções, testes, ferramentas, sobressalentes e treinamento
Recarga	Corrente, tempo, limites e integração com geradores
Logística	Peso, transporte, instalação, substituição e descarte
Ensaio	Certificados, FAT, SAT, capacidade e testes integrados
Comercial	Garantia, SLA, suporte, obsolescência e custo do ciclo de vida

O artigo [RFP para Data Center: o que é, como elaborar e quais requisitos incluir](#) apresenta a matriz de conformidade e o processo de equalização técnica aplicáveis à contratação.

20. FAT, SAT E COMISSIONAMENTO

O banco precisa ser verificado desde a fabricação até a operação integrada.

20.1. DOCUMENTAÇÃO DE FABRICAÇÃO

Devem ser entregues certificados, identificação de lotes, características elétricas, curvas, datas de fabricação, condições de armazenamento e resultados de ensaios aplicáveis.

20.2. INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO

O recebimento deve verificar danos, tensão, estado de carga, identificação, acessórios, quantidade e condições de transporte. Baterias armazenadas por período prolongado podem exigir recarga ou nova avaliação.

20.3. INSTALAÇÃO

A inspeção deve conferir:

20.4. TESTES FUNCIONAIS

Os testes podem incluir carga, descarga controlada, transferência da UPS para bateria, alarmes, isolamento de string, comunicação, recarga e resposta a falhas simuladas dentro de condições seguras.

20.5. TESTE DE AUTONOMIA

A autonomia deve ser comprovada conforme o plano de comissionamento. O teste precisa definir carga, condição inicial, temperatura, tensão final, critérios de abortagem, instrumentação e restauração.

20.6. TESTE INTEGRADO

A bateria deve participar do teste da sequência completa: perda da rede, partida dos geradores, transferência, estabilização, retorno da fonte normal e recarga.

O artigo [Comissionamento de Data Center: testes, níveis e critérios de aceite](#) detalha o encadeamento entre inspeção, SAT, testes funcionais e IST.

Comissionamento e aceite

Autonomia, alarmes, recarga e integração com UPS e geradores devem ser comprovados antes do aceite definitivo.

[Conheça o serviço de Comissionamento e Aceite de Data Centers](#)

21. ERROS COMUNS EM BANCOS DE BATERIAS PARA UPS

21.1. DIMENSIONAR APENAS POR AMPÈRE-HORA

A capacidade em Ah depende do regime de descarga e da tensão. O dimensionamento de UPS deve utilizar curvas correspondentes ao tempo e à potência exigidos.

21.2. CONSIDERAR APENAS A AUTONOMIA INICIAL

O banco precisa atender ao requisito no fim da vida definida, com temperatura e margens aplicadas.

21.3. INSTALAR STRINGS SEM PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Uma falha em uma string pode afetar as demais ou impedir isolamento seguro. Proteção e seccionamento devem ser definidos por string.

21.4. IGNORAR A RECARGA

Após a descarga, a UPS pode exigir potência adicional significativa. Isso precisa ser incluído na geração e na distribuição.

21.5. TRATAR VRLA COMO LIVRE DE MANUTENÇÃO

Sem inspeções, medições e testes, a instalação pode manter tensão normal e falhar durante a descarga.

21.6. CONFIAR APENAS NO BMS

O BMS depende de sensores, algoritmos, comunicação e firmware. Alarmes e estimativas precisam ser confrontados com inspeção e testes.

21.7. MISTURAR MODELOS E IDADES

Unidades com características diferentes podem provocar desequilíbrio, sobrecarga e perda de autonomia.

21.8. COMPARAR LÍTIO E VRLA APENAS PELO PREÇO

Área, peso, substituições, climatização, monitoramento, risco, suporte e obsolescência alteram o custo total.

21.9. DEIXAR SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO PARA A OBRA

A estratégia de detecção, compartimentação e resposta precisa ser definida na fase de projeto e compatibilizada com a tecnologia selecionada.

22. MATRIZ DE DECISÃO PARA ESCOLHA DA TECNOLOGIA

A decisão pode ser estruturada por critérios eliminatórios e ponderados.

Critério	Pergunta de decisão
Autonomia	A tecnologia entrega a potência requerida no fim da vida?
Área e peso	O edifício suporta a implantação e a substituição futura?
Temperatura	A climatização mantém a faixa em todos os estados?
Segurança	Os riscos elétricos, químicos e térmicos estão controlados?
Manutenção	A equipe consegue inspecionar, testar e substituir o sistema?
Monitoramento	Existe visibilidade suficiente por módulo e por string?
Disponibilidade	Uma string pode ser isolada sem perder o requisito?
Recarga	A geração suporta a recomposição após descarga?
Suporte	Há assistência, sobressalentes e compatibilidade de longo prazo?

Critério	Pergunta de decisão
Ciclo de vida	CAPEX, OPEX, substituições e descarte foram comparados?
Testabilidade	A autonomia e as falhas podem ser comprovadas com segurança?
Expansão	O sistema admite crescimento sem criar incompatibilidades?

Critérios como incompatibilidade com a UPS, ausência de ensaios de segurança, falta de suporte ou impossibilidade de manutenção devem ser eliminatórios, ainda que a proposta apresente menor preço.

23. EXEMPLO CONCEITUAL DE SELEÇÃO

Um Data Center corporativo possui dois caminhos A/B, cada um com UPS modular de 600 kW e autonomia requerida de dez minutos. A carga inicial é menor, mas crescerá por etapas.

A comparação entre VRLA e lítio deve considerar:

1. energia necessária por caminho no fim da vida; 2. número de strings ou racks; 3. capacidade com uma string indisponível; 4. peso e área; 5. temperatura e climatização; 6. corrente e tempo de recarga; 7. monitoramento; 8. vida esperada; 9. substituições durante o horizonte de análise; 10. estratégia de incêndio; 11. suporte e obsolescência; 12. custo do ciclo de vida.

Uma solução VRLA pode apresentar menor investimento inicial e cadeia de reposição mais ampla. Uma solução de lítio pode reduzir área, peso e substituições. A decisão depende dos valores comprovados para o empreendimento, não de uma preferência genérica por tecnologia.

24. NORMAS E REFERÊNCIAS APLICÁVEIS

A IEC 62485-2:2010 estabelece medidas de segurança para baterias estacionárias chumbo-ácido e níquel, abrangendo riscos elétricos, gases e eletrólito. A publicação permanece estável até 2028.

A IEC 62485-5:2020 trata da operação segura de baterias estacionárias de íons de lítio. A IEC 62619:2022 cobre requisitos e ensaios de segurança para baterias industriais, incluindo UPS.

A IEC 63056:2020 adiciona requisitos para baterias de lítio utilizadas em sistemas de armazenamento de energia e inclui aplicações de UPS.

A IEC 62620:2014+A1:2023 estabelece requisitos de desempenho para baterias de lítio industriais. A IEEE 1188-2025 trata de manutenção, testes e substituição de VRLA estacionárias.

A NFPA 855 possui edição 2026 para instalação de sistemas estacionários de armazenamento de energia e deve ser considerada quando adotada pela regulamentação e pelas autoridades aplicáveis.

Também devem ser consideradas as normas brasileiras de instalações elétricas, segurança, incêndio, transporte, resíduos e condições específicas do empreendimento.

25. RESUMO TÉCNICO

O banco de baterias para UPS precisa ser projetado como parte da arquitetura elétrica crítica. A autonomia não deve ser escolhida por costume nem calculada apenas por Ah ou energia idealizada.

A seleção deve considerar potência, tempo de descarga, tensão mínima, curvas, envelhecimento, temperatura, quantidade de strings, proteção, recarga, manutenção, monitoramento e integração com UPS e geradores.

VRLA e lítio podem atender Data Centers, desde que a solução escolhida seja compatível com o risco, a operação, a infraestrutura física e o ciclo de vida do empreendimento.

O aceite deve comprovar instalação, proteção, comunicação, alarmes, autonomia, recarga e participação na sequência integrada de perda e retorno de energia.

A A3A Engenharia atua no estudo, projeto, especificação, equalização técnica, Owner's Engineering, comissionamento e modernização de sistemas UPS e bancos de baterias para infraestrutura crítica.

[1] IEC. IEC 62485-2:2010 — Safety requirements for secondary batteries and battery installations — Part 2: Stationary batteries. 2010. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/en/publication/7091>.

[2] IEC. IEC 62485-5:2020 — Safety requirements for secondary batteries and battery installations — Part 5: Safe operation of stationary lithium ion batteries. 2020. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/en/publication/29086>.

[3] IEC. IEC 62619:2022 — Safety requirements for secondary lithium cells and batteries for industrial applications. 2022. Disponível em:

<https://webstore.iec.ch/en/publication/64073>.

[4] IEC. IEC 63056:2020 – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries for use in electrical energy storage systems. 2020. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/en/publication/29224>.

[5] IEC. IEC 62620:2014+AMD1:2023 CSV – Secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications. 2023. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/en/publication/85493>.

[6] IEEE. IEEE 1188-2025 – Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of VRLA Batteries for Stationary Applications. 2025. Disponível em: <https://standards.ieee.org/ieee/1188/11656/>.

[7] NFPA. NFPA 855 – Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems. 2026. Disponível em: <https://link.nfpa.org/all-publications/855/2026>.

[8] IEC. IEC 62040-3:2021 – Uninterruptible power systems – Method of specifying performance and test requirements. 2021. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/en/publication/60140>.

[9] ISO; IEC. ISO/IEC 22237-3:2021 – Data centre facilities and infrastructures – Part 3: Power distribution. 2021. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/78551.html>.

[10] A3A ENGENHARIA. UPS para Data Center: topologias, redundância e critérios de seleção. 2026. Disponível em: <https://a3aengenharia.com.br/conteudo/artigos-tecnicos/ups-data-center-topologias-redundancia/>.

[11] A3A ENGENHARIA. Arquitetura elétrica de Data Center: N, N+1, 2N e distribuição A/B. 2026. Disponível em: <https://a3aengenharia.com.br/conteudo/artigos-tecnicos/arquitetura-eletrica-data-center-n-n1-2n-distribuicao-ab/>.

Qual é a melhor bateria para UPS de Data Center? Não existe uma tecnologia universalmente superior. VRLA e íons de lítio podem atender à aplicação. A escolha depende de autonomia, área, peso, temperatura, manutenção, segurança, suporte, vida esperada e custo do ciclo de vida. **O que é uma string de baterias?** É um conjunto de células ou módulos conectados em série para atingir a tensão CC exigida pela UPS. Um banco pode possuir uma ou várias strings em paralelo. **Como calcular a autonomia do banco de baterias?** O cálculo deve utilizar a potência efetiva, eficiência do inversor, tensão mínima, curvas de descarga, temperatura, envelhecimento, tolerâncias e queda de tensão. A multiplicação direta de potência por tempo é apenas uma estimativa inicial. **Quantas**

strings devem ser instaladas? A quantidade depende da corrente, energia e requisito de disponibilidade. Múltiplas strings podem permitir manutenção, mas exigem proteção individual, compartilhamento adequado, monitoramento e capacidade remanescente suficiente. **Bateria VRLA é livre de manutenção?** Não. Ela exige inspeção, medição de tensão e temperatura, verificação de conexões, tendência de resistência ou condutância e testes periódicos de autonomia ou capacidade. **Bateria de lítio é segura para Data Center?** Pode ser utilizada com segurança quando o sistema possui química, módulos, BMS, proteção, ensaios, instalação, detecção e resposta a falhas compatíveis com a aplicação e com as normas adotadas. **Qual temperatura deve ser mantida na sala de baterias?** A faixa deve seguir o fabricante e as premissas do projeto. O mais importante é manter temperatura estável, evitar pontos quentes e considerar a condição de falha da climatização. **O teste de impedância comprova a autonomia?** Não. Impedância, resistência ou condutância ajudam a identificar desvios e tendências, mas não substituem o teste de descarga ou capacidade quando a autonomia precisa ser comprovada. **A recarga das baterias afeta os geradores?** Sim. A corrente de recarga aumenta a potência de entrada da UPS e pode coincidir com a recomposição de outras cargas. O limite e a sequência de recarga devem ser coordenados com a capacidade de geração. **Quais testes são necessários no comissionamento?** Devem ser verificados instalação, polaridade, torque, proteção, comunicação, alarmes, transferência para bateria, descarga, autonomia, recarga, isolamento de strings e comportamento integrado com UPS e geradores.

UPS, armazenamento e arquitetura elétrica

Projeto, contratação e custos

Implantação, modernização e aceite

Soluções e serviços de engenharia

Normas e fontes oficiais

Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.