FOTOVOLTAICA UFSC:
Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar da
Universidade Federal de Santa Catarina
www.fotovoltaica.ufsc.br

Coordenador
Prof. Ricardo Rüther

[P&D ENGIE/UFSC – Especificações Técnicas do Sistema de Armazenamento de Energia (SAE) de 1MWh/1MW com íons de lítio]

"Contratação de empresa de engenharia para fornecimento de materiais e instalação de sistema de armazenamento de energia (modalidade turn-key) com elevação de tensão para conexão à rede em 34,5 kV."

MAIO / 2018

[EQUIPE:

Alexandre Montenegro	*Eng. Mecânico, Mestre Eng. Civil*
Aline Kirsten Vidal de Oliveira	*Eng.ª Eletricista*
Álvaro Della Justina do Nascimento	*Eng. Eletricista*
André Luiz Prado Cechinel	*Acad. Eng. Elétrica*
Carlos Eduardo Possamai	*Eng. de Controle e Automação*
Clarissa Debiazi Zomer	*Arquiteta, Dr.a Eng. Civil*
Giuliano Luchetta Martins	*Acad. Eng. Mecânica*
Glauber de Freitas Lima	*Eng. Eletricista*
Prof.a Helena Flavia Naspolini	*Eng.ª Eletricista, Dr.a Eng. Civil*
Isadora Pauli Custodio	*Arquiteta*
Prof. Ivo Barbi	*Eng. Eletricista, Dr. Eng. Elétrica*
Prof.a Juliane Almeida Silva	*Eng.ª Eletricista, Mestre Eng. Elétrica*
Julio Boing Neto	*Eng. Eletricista*
Kathlen Schneider	*Eng.ª Civil*
Lucas Nascimento	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil*
Lucas Parmigiani Zanchetta	*Eng. De Energia*
Marília Braga	*Eng.ª Eletricista*
Manfred Kratzenberg	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Mecânica*
Natan Bernardo Nicolli	*Eng. Eletricista*
Pedro Henrique Alves Veríssimo	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil*
Rafael Antunes Campos	*Eng. Eletricista*
Ruany Dolla	*Eng.ª Eletricista*
Tallys Lins Almeida	*Eng. Eletricista*

Coordenador: Prof. Ricardo Rüther, Ph.D.]

[ELABORAÇÃO:

Aline Kirsten Vidal de Oliveira	Eng.ª Eletricista
Gustavo Xavier de Andrade Pinto	Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil
Lucas Nascimento	Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil
Lucas Parmigiani Zanchetta	Eng. De Energia*]*

[REVISÃO:

Alexandre Montenegro	*Eng. Mecânico, Mestre Eng. Civil*
Prof. Ricardo Rüther, Ph.D]	

Centro de Pesquisa e Capacitação em Energia Solar da UFSC
Laboratório FOTOVOLTAICA-UFSC
Sapiens Parque - Av. Luiz Boiteux Piazza, 1302 - Lotes 114/115
Cachoeira do Bom Jesus - Florianópolis/SC - CEP:88056-000
www.fotovoltaica.ufsc.br

SUMÁRIO

SUMÁRIO 3
LISTA DE SIGLAS E SIGNIFICADOS 5
1. INTRODUÇÃO 6
2. LOCAL PARA INSTALAÇÃO DO SAE 6
2.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DO LOCAL 7
3. COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA (SAE) 7
3.1. COMPONENTES BÁSICOS DO SAE 8
3.1.1. Unidade de armazenamento de energia (UAE) 8
3.1.2. Sistema para controle de temperatura (HVAC) 8
3.1.3. Unidade elevadora de tensão (UET) 8
3.1.4. Sistema de proteção contra incêndio 8
3.1.5. Sistema de aquisição e análise de dados (SAAD) 9
3.1.6. Conexão entre UAE e a UET 9
3.2. CONEXÃO DO SAE À REDE 9
3.2.1. Ponto de conexão à rede 9
3.2.2. Capacidade de curto circuito 10
4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS BÁSICAS DOS COMPONENTES DO SAE 10
4.1. UNIDADE DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA (UAE) 10
4.1.1. Banco de baterias 10
4.1.2. Retificadores/Inversores da UAE 10
4.2. UNIDADE ELEVADORA DE TENSÃO (UET) 11
4.2.1. Descrição e características básicas da UET 11
4.3. SISTEMA DE AQUISIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS (SAAD) 13
4.4. ESTRUTURAS METÁLICAS DA UAE E DA UET 14
5. FORNECIMENTO DE MATERIAIS 15
6. SERVIÇOS A SEREM PRESTADOS 15
6.1. LEVANTAMENTO E VISITA EM CAMPO 15
6.2. CARGA DE VENTO NAS ESTRUTURAS DO SAE 15
6.3. ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO 16
6.4. SERVIÇOS DE MONTAGEM MECÂNICA 16
6.4.1. Montagem e instalação das estruturas 16
6.4.2. Principais serviços de montagem mecânica 17
6.5. SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA 17
6.5.1. Instalações Elétricas 17
6.5.2. Conexão do SAE com a rede elétrica 19
6.5.3. Instalação do sistema de aquisição e análise de dados (SAAD) 19
6.5.4. Etiquetagem de equipamentos e cabos 20
6.6. ELABORAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA (DT) 21
6.6.1. Informações básicas do SAE 21
6.6.2. Informações do projetista do SAE 21
6.6.3. Informações do instalador do SAE 22
6.6.4. Diagramas 22
6.6.5. Folhas de Dados e Manuais Técnicos 22
6.6.6. Manual de Operação e Manutenção Básica 22

6.6.7. Manual de Segurança e Gerenciamento de Acidentes 23
6.7. FISCALIZAÇÃO 23
6.7.1. Inspeção 23
6.7.2. Relatório de Inspeção 24
6.8. COMISSIONAMENTO E AVALIAÇÕES DE DESEMPENHO 24
6.9. SERVIÇOS PÓS-COMISSIONAMENTO 25
6.9.1. Visitas técnicas programadas 25
6.9.2. Relatório de visita técnica (RVT) 25
7. SEGURANÇA DO TRABALHO 25
8. REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA O SAE 25
9. TREINAMENTO 26
10. PRAZO PARA INSTALAÇÃO DO SAE 27
11. GARANTIA DA INSTALAÇÃO 27
12. NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS 28
13. SERVIÇOES E RESPONSABILIDADES 29

LISTA DE SIGLAS E SIGNIFICADOS

SIGLA	SIGNIFICADO
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
HVAC	Sistema para controle da temperatura (parte do SAE) *Heating, ventilation and air conditioning* - Aquecimento, ventilação e condicionamento de ar.
Li-ion	Íons de lítio; bateria de íons de lítio (bateria Li-ion)
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
SAAD	Sistema de aquisição e análise de dados
SAE	Sistema de Armazenamento de Energia
SE-UETB	Subestação de 34,5 kV/69 kV, existente no local, ponto de conexão da usina fotovoltaica (UFV), do aerogerador (UEE1) e do SAE.
UAE	Unidade de Armazenamento de Energia (parte do SAE)
UEE1	Unidade de Energia Eólica 1 (aerogerador de 2,1 MW)
UET	Unidade Elevadora de Tensão (parte do SAE)
UFV	Usina Fotovoltaica, constituída por 3 subsistemas com total de 3 MWp.
UTJL	Usina Termoelétrica Jorge Lacerda

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta as Especificações Técnicas (ET) e requisitos básicos dos materiais, equipamentos, documentação e serviços a serem fornecidos e executados para a instalação, teste e comissionamento de um Sistema de Armazenamento de Energia (SAE) de 1 MWh/1 MVA, na modalidade turn-key, com saída em tensão alternada elevada para conexão à rede de 34,5 kV, 60 Hz. O referido sistema de armazenamento de energia (que inclui unidade elevadora de tensão) será instalado em Tubarão, Santa Catarina, na área da Usina Solar Fotovoltaica Cidade Azul (UFCA), situada nas proximidades do Complexo Termoelétrico Jorge Lacerda (CTJL).

Este documento não esgota todos os requisitos e especificações nem todos os itens necessários para a execução dos serviços, fornecimento dos equipamentos e materiais para a perfeita execução, operação e garantia da montagem e do desempenho do SAE. Portanto, a lista de itens aqui contida deve ser entendida como geral e com requisitos mínimos. Esta lista também não desobriga a **CONTRATADA** de incluir, na proposta apresentada, as descrições detalhadas de todos os itens, serviços e materiais, mesmo que não sejam aqui especificamente mencionados, de modo a garantir a operação do SAE de forma adequada e contínua, bem como de todos os sistemas auxiliares e acessórios.

Todos os materiais, equipamentos, instalações, projetos civis e outros itens necessários, em qualquer aspecto, para a instalação, conclusão e operação de forma adequada e contínua do SAE, bem como de todos os sistemas auxiliares e acessórios, estarão incluídos no escopo dos trabalhos da **CONTRATADA** e no valor do CONTRATO, a menos que seja expressamente especificado de outra forma.

A empresa **CONTRATADA** para implantação do sistema de armazenamento de energia (SAE) será responsável pela elaboração do projeto executivo, fornecimento de todos os materiais e equipamentos, e por todas as instalações mecânicas e elétricas, devendo entregar o SAE totalmente operacional (modalidade turn-key).

Este Sistema de Armazenamento de Energia (SAE) é parte integrante do projeto de P&D ENGIE/UFSC, da chamada estratégica P&D 021/2016 da ANEEL.

2. LOCAL PARA INSTALAÇÃO DO SAE

O local destinado para a instalação do sistema de armazenamento de energia (SAE) está situado na cidade de Tubarão, SC, nas proximidades do Complexo Termoelétrico Jorge Lacerda (CTJL). No local existe a Usina Solar Fotovoltaica (UFV) Cidade Azul, de 3 MWp e uma Unidade de Energia Eólica 1 (UEE1) constituída por um aerogerador de 2,1 MW.

As condições gerais do local para a instalação do SAE são descritas a seguir. Ressalta-se que as descrições e fotografias contidas neste documento não eximem a **CONTRATADA** de realizar exame criterioso do local, de levantar e conferir todas as informações, detalhes estruturais, instalações elétricas e hidráulicas existentes que possam interferir na elaboração do Projeto Executivo e na execução dos serviços a serem prestados.

A **CONTRATADA** deve considerar os projetos atualizados e completos, que serão fornecidos pela **CONTRATANTE**, para elaborar o Projeto Executivo.

A área disponível para implantação do sistema (SAE), mostrada em FIGURA 1, é de aproximadamente 500 m², com as seguintes coordenadas: -28.448°, -48.972°.

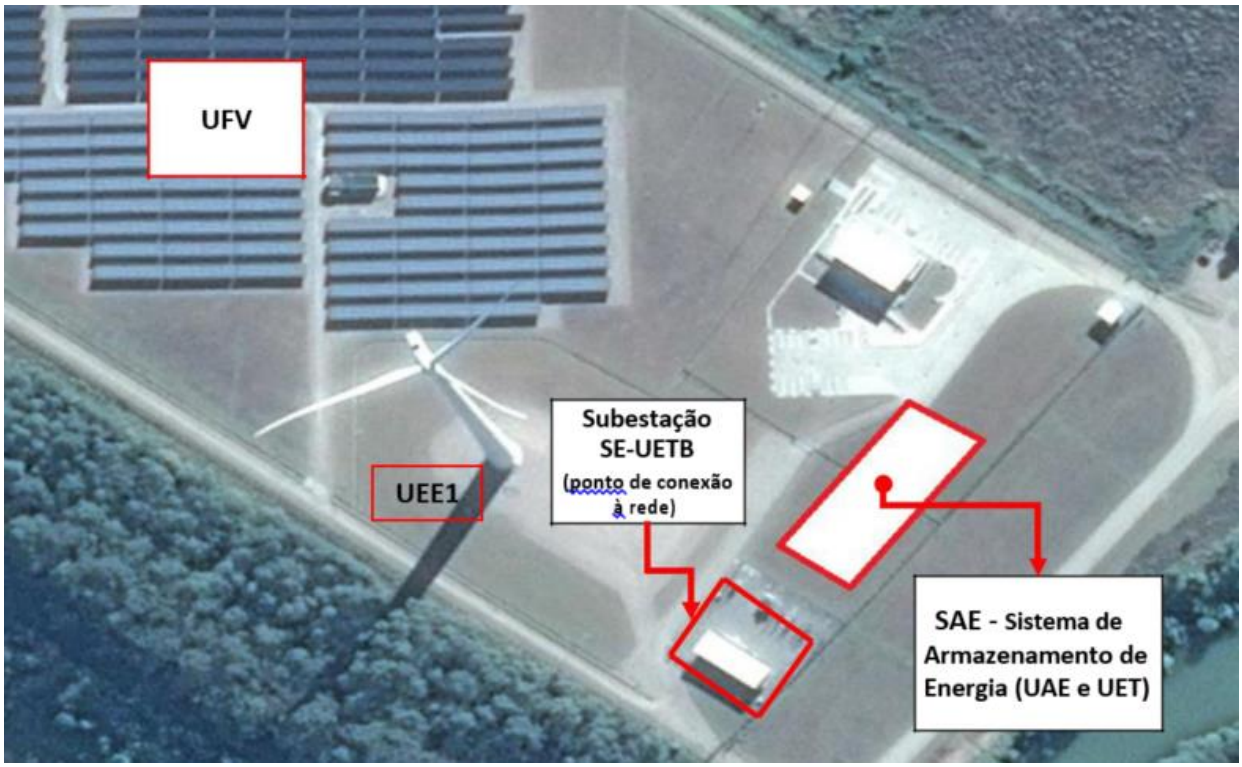


Figura 1 - Área destinada à instalação do Sistema de Armazenamento de Energia (SAE).

2.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DO LOCAL

A cidade de Tubarão está localizada ao sul do estado de Santa Catarina. A área para instalação do sistema de armazenamento de energia está na altitude aproximada de 9 metros acima do nível médio do mar. A temperatura média anual do ar é de 19°C, com extremos nos meses de julho (média de 15°C e mínima de 2°C) e fevereiro (média de 22,76°C e máxima de 45°C). A umidade relativa tem média anual de 72,6%, variando cerca de ±3% ao longo do ano.

3. COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA (SAE)

O sistema de armazenamento de energia (SAE) será composto por duas unidades básicas: uma Unidade de Armazenamento de Energia (UAE) e uma Unidade Elevadora de Tensão (UET). As duas unidades (UAE e UET) deverão ser instaladas em ambientes independentes, os quais poderão ser afastados ou integrados em uma única estrutura, como ilustra a Figura 2. O SAE será instalado na modalidade *turn-key*, ou seja: instalado, conectado à rede, colocado em operação, testado, comissionado e entregue totalmente operacional.

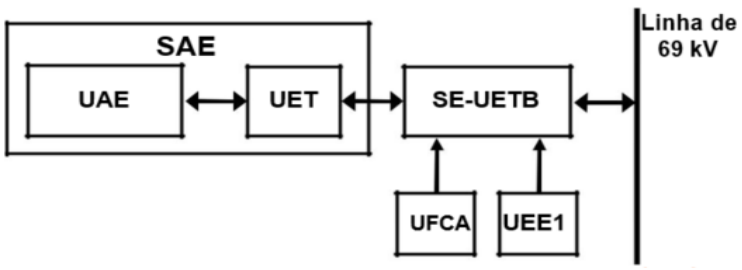


Figura 2 - Estrutura básica do Sistema de Armazenamento de Energia (SAE) e conexão à rede.

3.1. COMPONENTES BÁSICOS DO SAE

3.1.1. Unidade de armazenamento de energia (UAE)

A unidade de armazenamento de energia (UAE) será composta por banco de baterias de íons de lítio (Li-ion), com capacidade de armazenamento de 1 MWh, retificadores/inversores (equipamento bidirecional) e demais acessórios.

O banco de baterias, os retificadores/inversores e todos os demais componentes da UAE deverão ser armazenados em um único contêiner metálico.

A saída da UAE será conectada à unidade elevadora de tensão (UET) conforme ilustrado na FIGURA 2.

3.1.2. Sistema para controle de temperatura (HVAC)

A unidade de armazenamento de energia (UAE) deverá contar com um sistema para controle de temperatura (HVAC), contendo os dispositivos suficientes para manter a temperatura de operação controlada, nos valores especificados pelos fabricantes dos equipamentos instalados. Um sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC) desempenha papel vital na proteção de componentes elétricos e baterias, mantendo a temperatura dentro da faixa adequada para o seu funcionamento ótimo, bem como para a preservação e extensão do tempo de vida de todo o sistema. A alimentação elétrica do HVAC deverá ser providenciada a partir de um quadro elétrico auxiliar contido na própria UAE, não estando disponíveis fontes externas de alimentação.

3.1.3. Unidade elevadora de tensão (UET)

A unidade elevadora de tensão (UET) será composta por um eletrocentro contendo transformador e todos os demais componentes necessários para elevar a tensão de saída da Unidade de Armazenamento de Energia (UAE) para 34,5 kV/60 Hz, que é a tensão necessária para conexão à rede na subestação SE-UETB, existente no local, conforme mostrado na FIGURA 2.

A subestação SE-UETB recebe energia fotovoltaica (UFCA) e energia eólica (UEE1) em 34,5 kV e está conectada através de uma linha de 69 kV à SE “A” Jorge Lacerda da Eletrosul (Figura 2). Todos os componentes da UET deverão ser acondicionados em um contêiner metálico, pintado na cor branco-gelo, branco padrão, ou similar, fabricado para ser instalado em ambiente externo, exposto ao tempo, com características de estanqueidade e de anticorrosão adequadas. Caso necessário, a UET deverá contar com um sistema para controle de temperatura (HVAC).

3.1.4. Sistema de proteção contra incêndio

Os contêineres deverão possuir sensores e dispositivos capazes de alertar e atuar em caso de indício de incêndio e deverá ser instalado um painel central em local adequado, para monitorar o sistema de proteção contra incêndio.

Toda a alimentação elétrica dos sistemas deverá ser providenciada a partir de um quadro auxiliar contido no SAE, não estando disponíveis fontes externas de alimentação. A lista a seguir apresenta os componentes mínimos que deverão fazer parte do sistema de proteção contra incêndio:

- Detector de fumaça com alarme sonoro local e sinalização remota;

- Detector de fogo com alarme sonoro local e sinalização remota;
- Alarme luminoso externo conjugado com os alarmes sonoros;
- Sistema automático de extinção de fogo pirofórico, compatível com as baterias utilizadas;
- Extintores de incêndio pirofóricos, compatíveis com as baterias utilizadas;
- Outros dispositivos determinados por normas técnicas pertinentes.

3.1.5. Sistema de aquisição e análise de dados (SAAD)

A **CONTRATADA** deverá instalar um Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD), que terá como objetivos exibir dados da operação, indicar a ocorrência de falhas e calcular e exibir parâmetros de desempenho do SAE ao longo do tempo. Para atingir os objetivos, o SAAD deverá monitorar e armazenar dados elétricos e ambientais do SAE, obtidos dos respectivos sensores e medidores, até o ponto de conexão à rede.

Os dados deverão ser gerenciados por um programa de controle (software) com interface gráfica para exibir o monitoramento de todo o SAE e permitir realizar, localmente, a supervisão, ajuste e configuração nos componentes do sistema. O programa deverá permitir, também, realizar remotamente, na Sala de Operação, a operação, supervisão, controle e configuração do sistema. A interface de comunicação deverá ser compatível com o sistema supervisório atualmente utilizado pela **CONTRATANTE** (*SCADA ELIPSE*).

3.1.6. Conexão entre UAE e a UET

A conexão elétrica entre as unidades UAE e a UET será realizada pela **CONTRATADA**. Caso as referidas unidades estejam separadas, a **CONTRATADA** deverá apresentar projeto civil para realizar a conexão por via subterrânea. A conexão por via subterrânea deverá ser em tubo de PEAD assentado em vala, na profundidade de 60 cm. A terra escavada deverá ser colocada ao lado da vala para inspeção e deverá estar isenta de raízes e materiais orgânicos para realizar o aterro da vala, compactado em camadas de 20 cm, para o rolo compactador CA 50, ou em camadas de 15 cm, com compactador vibratório autopropelido. Os eletrodutos deverão adicionalmente ser envelopados em concreto. Caso seja instalada alguma caixa de passagem, esta poderá ser em alvenaria com tampa de concreto armado com alças (bipartida ou não, dependo do peso próprio) e dispositivo de drenagem no fundo (sumidouro). O pátio externo possui piso revestido com camada de brita, a qual deverá ser restabelecida no mesmo padrão após o fechamento da vala.

3.2. CONEXÃO DO SAE À REDE

3.2.1. Ponto de conexão à rede

O ponto para conexão da saída do sistema de armazenamento de energia (SAE) à rede está situado a aproximadamente 50 metros, no interior da subestação SE-UETB existente no local, conforme mostrado na FIGURA 2.

No ponto de conexão na SE-UETB, haverá um disjuntor de 34,5 kV que poderá ser utilizado para conexão do transformador elevador. Nesse caso, caberá a **CONTRATADA** avaliar a sua utilização, incluindo serviços de parametrização, comunicação e ajustes do relé de proteção, se assim optar por sua utilização. Caso não opte pelo disjuntor disponível, um disjuntor de saída do transformador elevador em 34,5 kV também deverá ser ofertado dentro do contêiner.

3.2.2. Capacidade de curto circuito

A capacidade de curto circuito do sistema de proteção da UET deverá ser de 25 kA, e o tempo de atuação das chaves deverá ser programável.

Ressalta-se que as informações fornecidas não eximem a **CONTRATADA** da elaboração de estudos elétricos, em especial estudos de curto-circuito e seletividade de relés.

4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS BÁSICAS DOS COMPONENTES DO SAE

4.1. UNIDADE DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA (UAE)

O banco de baterias da unidade de armazenamento de energia (UAE) será composto por baterias de íons de lítio (Li-ion), com capacidade de armazenamento de 1 MWh, com sistema de carga e descarga das baterias dimensionado para potência de 1 MVA, autonomia de 1 hora (1C); retificadores/inversores (equipamento bidirecional) e demais acessórios.

4.1.1. Banco de baterias

A escolha do fabricante das baterias para compor o SAE ficará a cargo da **CONTRATADA**. Dentre os fabricantes disponíveis no mercado, avaliados e considerados para o projeto, tem-se: *BYD, LG Chem e Samsung.*

A TABELA 1 mostra as principais características do banco de baterias (total) a ser utilizado no SAE:

TABELA 1 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO BANCO DE BATERIAS DO SAE

Característica	Especificação
Tecnologia das células	Íons de lítio
Capacidade de armazenamento nominal	1 MWh
Potência nominal	1 MVA
Temperatura ambiente (externa)	-10 a 50°C
Umidade relativa máxima (externa)	90%
Vida útil esperada	> 5000 ciclos @80% DOD

4.1.2. Retificadores/Inversores da UAE

A unidade de armazenamento de energia (UAE) deverá realizar a conversão de corrente alternada para corrente contínua e vice-versa, devendo possuir retificadores/inversores com potência total mínima de 1 MVA, a qual deverá ser implementada com a utilização de pelo menos dois retificadores/inversores.

A Tabela 2 mostra as principais características dos retificadores/inversores a serem utilizados no SAE:

TABELA 2 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS RETIFICADORES/INVERSORES.

Característica	Especificação

Potência mínima total	≤ 1 MVA
Frequência	60 Hz
Temperatura permissível máxima	40°C
Umidade relativa (não condensante)	< 95%
Eficiência máxima do sistema (carga/descarga)	> 97,5%
Fator de potência (cos φ)	Ajustável ± 0,8

Realizar os seguintes testes nos retificadores/inversores:

- Teste continuidade dos circuitos;
- Teste resistência de isolamento;
- Teste funcionamento dos circuitos;
- Parametrização e ajuste dos dispositivos eletrônicos;
- Teste de energização dos circuitos de força, comando, controle, proteção e supervisão.

4.2. UNIDADE ELEVADORA DE TENSÃO (UET)

4.2.1. Descrição e características básicas da UET

A unidade elevadora de tensão (UET) é destinada a elevar a tensão de saída da Unidade de Armazenamento de Energia (UAE) para o valor de 34,5 kV e será composta por um eletrocentro, contendo os componentes para elevação da tensão, proteção e demais materiais necessários para efetivar a conexão à rede. A descrição e características técnicas básicas dos principais componentes e materiais a serem utilizados na UET estão na

TABELA 3.

TABELA 3 - DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NA UET.

Qte	Descrição
01	**Transformador de força:** • Transformador de força, a seco; • Potência nominal de 1,5 MVA; • Tensão primária nominal de 34,5 kV; • Ligação estrela no primário de 34,5 kV; • Tensão secundária nominal compatível com a saída da UAE; • Ligação no secundário compatível com a tensão de saída da UAE; • NBI 200/110 kV. • Buchas de AT e BT flangeadas (para entrada/saída com cabos isolados). • O transformador deverá ter plaquetas de identificação, de metal não corrosível, com as características técnicas facilmente legíveis, em língua portuguesa. As dimensões e características técnicas facilmente legíveis, em língua portuguesa. As dimensões e informações contidas nas plaquetas devem ser aprovadas pela **CONTRATANTE** • O transformador será trifásico, com isolamento a seco, moldado em resina epóxi, resfriamento natural (AN), com 02 enrolamentos, montado em cubículo metálico, caso não esteja dentro do contêiner, para atendimento ao grau de proteção, fabricados atendendo o estabelecido na NBR-10295; • Para monitoração de temperatura, o transformador será equipado com sondas tipo PTC, instaladas nos enrolamentos de baixa tensão, com funções de alarme e desligamento. Estas funções deverão ser executadas por um relé supervisor de temperatura, que também deverá ter capacidade para transmitir um sinal 4-20 mA, para indicação remota de temperatura; • Realizar os seguintes testes no transformador de média e baixa tensão: ○ Teste resistência ôhmica dos enrolamentos de alta e baixa tensão; ○ Teste resistência de isolamento; ○ Teste dos dispositivos de proteção e supervisão do transformador; • Registro dos dados obtidos nos testes realizados, os quais deverão compor o relatório das atividades realizadas;
01	**Cubículo Blindado** • Cubículo blindado para uso interno, com uma seção de entrada compatível com a tensão vinda do SAE e uma seção de saída com tensão de 34,5 kV; barramentos em cobre e saídas subterrâneas com cabo isolado. No ponto de conexão, haverá um cubículo com disjuntor de 34,5 kV e demais equipamentos que poderá ser utilizado. Caso não opte por sua utilização, o cubículo deverá conter, no mínimo, os seguintes materiais: ○ 1 Disjuntor compatível com a saída do SAE; ○ 1 Disjuntor 36 kV, 25 kA, 1250 A ; ○ 3 TC´s 100-200-5-5 A, classe 0,3C50 e 10B100; ○ 1 Chave seccionadora tripolar com lamina de terra; ○ 1 Chave de aterramento tripolar; ○ 3 pára-raios 30 kV, 10 kA; ○ 1 Rele multifunção tipo SEL 751 A – SEL-751201ACA0X0X850420 ou compatível; ○ 1 Multimedidor, SENTRON PAC 3100, Codigo7KM3133-0BA00-3AA0 ou compatível; ○ Demais acessórios.

4.3. SISTEMA DE AQUISIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS (SAAD)

O Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD) é destinado a exibir dados da operação, indicar a ocorrência de falhas e calcular e exibir parâmetros de desempenho do SAE ao longo do tempo. Para atingir esses objetivos, o SAAD deverá monitorar e armazenar dados elétricos e

ambientais do SAE, obtidos dos respectivos sensores e medidores, até o ponto de conexão à rede.

O SAAD será composto por sensores, medidores, interfaces, registradores de dados (*dataloggers*), computadores, monitores de vídeo, cabos metálicos e de fibra ótica, e outros componentes e acessórios necessários, todos sincronizados para garantir simultaneidade dos períodos de medição e instantes de registro.

Os dados deverão ser gerenciados por um programa de controle (*software*) com interface gráfica para exibir o monitoramento de todo o SAE. A interface gráfica deverá ser incorporada aos contêineres para permitir, localmente, a supervisão, ajuste e configuração nos componentes do sistema através de uma IHM local instalada na porta do painel. Além disso, será necessária uma interface de comunicação para permitir a operação, supervisão, controle e configuração do sistema remotamente, na "Sala de Operação". A interface de comunicação e a interface gráfica deverão ser compatíveis com o sistema supervisório *SCADA ELIPSE*, atualmente utilizado pela **CONTRATANTE**.

A interface gráfica deverá exibir dados elétricos e ambientais do SAE e, também, permitir visualizar dados de determinado subsistema desejado. Para cada opção de subsistema selecionado deverão ser exibidos os respectivos diagramas unifilares, os dados elétricos e de temperatura correspondentes.

A aquisição de dados deverá ser realizada em intervalos de tempo (*sampling time*) configurável, variando de 1 (um) a 10 (dez) segundos. Os dados deverão ser integrados e armazenados em intervalos de tempo também configurável, entre 1 (um) segundo e 10 (dez) minutos. Os dados deverão ser salvos em memória interna e externa (cartão de memória), consolidados em um único banco de dados, acessível para serem baixados (*download*) diretamente no computador ou via intranet/internet.

4.4. ESTRUTURAS METÁLICAS DA UAE E DA UET

A escolha e dimensionamento das estruturas metálicas (contêineres e outras estruturas) adequadas para instalação e fixação dos componentes da UAE e da UET, serão realizados pela **CONTRATADA**, devendo constar especificamente no Projeto Executivo. As estruturas devem ser dimensionadas para suportar todas as cargas impostas pelos componentes e resistir a fatores ambientais, e devem atender a todos os requisitos constantes neste documento e nas normas ABNT pertinentes, conforme o caso.

A **CONTRATADA** será integralmente responsável pela elaboração do projeto e montagem das estruturas metálicas e pela resistência e estabilidade da instalação, devendo anexar os seguintes documentos ao Projeto Executivo:

- Memorial de cálculo de carga estática e de vento e
- Manual de Instruções para Manutenção Preventiva das Estruturas.

A fabricação das peças e partes das estruturas deverá ser executada sob supervisão da **CONTRATADA**, que deverá fornecer certificados de qualidade e de procedência de todos os materiais utilizados na estrutura, como, por exemplo, a qualidade do aço ou do alumínio, proteção contra corrosão, etc. Caso haja falta de algum certificado a **CONTRATANTE** poderá exigir a realização de ensaios para determinação das características mecânicas do material. Os ensaios deverão ser feitos por instituições especializadas, sem qualquer custo adicional para a **CONTRATANTE**. O detalhamento, fabricação e montagem das estruturas metálicas deverão estar de acordo com as normas da ABNT e outras normas pertinentes.

Todas as estruturas metálicas (contêineres e outras estruturas) deverão ser aterradas na malha de terra existente da Usina Solar Fotovoltaica e Unidade de Energia Eólica.

5. FORNECIMENTO DE MATERIAIS

Os materiais a serem fornecidos pela **CONTRATADA** deverão ser novos, estar em embalagens originais no momento da entrega e em perfeitas condições. Os materiais devem atender aos requisitos mínimos constantes das Especificações Técnicas, às normas técnicas aplicáveis e aos mais altos padrões de qualidade existentes no mercado.

Os principais materiais a serem fornecidos são, no mínimo:

- Infraestrutura necessária para acomodação dos bancos de baterias, retificadores/inversores, proteções, cabos e demais itens do SAE;
- Cabos, materiais elétricos e acessórios necessários (quadros elétricos, proteções, etc.) para os circuitos de corrente contínua e de corrente alternada;
- Materiais elétricos e acessórios necessários para a conexão do SAE à rede elétrica de 34,5kV, na subestação SE-UETB;
- Sensores, interfaces, registradores de dados (dataloggers), computadores, cabos metálicos e de fibra ótica, IHM local no painel e demais componentes do Sistema de Aquisição a Análise de Dados (SAAD) e da interface gráfica, necessários para realizar a configuração, monitoramento, armazenamento de dados, comunicação e supervisão do SAE;
- Sobressalentes e ferramentas especiais necessárias para possibilitar a realização de trabalhos de operação e manutenção básica do SAE, pela **CONTRATANTE**, após o período de garantia.

6. SERVIÇOS A SEREM PRESTADOS

6.1. LEVANTAMENTO E VISITA EM CAMPO

A **CONTRATADA** deverá realizar, às suas custas, o levantamento no campo de todos os dados necessários para a preparação das especificações da sua proposta técnica/comercial. O solo do local destinado à implantação do Sistema de Armazenamento de Energia (SAE) está sobre antigas bacias de cinzas do Complexo Termelétrico Jorge Lacerda (CTJL), nas quais a profundidade de cinzas decantadas varia entre quatro e sete metros, provenientes da combustão do carvão mineral. Recomenda-se que sejam realizados ensaios específicos nos locais onde serão instaladas as estruturas. A **CONTRATADA** não poderá alegar desconhecimento ou falta de informação para reivindicar qualquer alteração nas condições constantes de sua proposta.

6.2. CARGA DE VENTO NAS ESTRUTURAS DO SAE

As estruturas, os materiais e os métodos empregados na instalação do SAE deverão ser projetados e dimensionados para resistir à carga de vento imposta no local. A **CONTRATADA** deverá apresentar os estudos e cálculos para a carga de vento em situações normal e extrema.

6.3. ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO

A **CONTRATADA** deverá elaborar o Projeto Executivo do SAE e entregar cinco cópias impressas e versão digital.

O Projeto Executivo deverá conter, no mínimo:

- Planta geral de localização, indicando a posição do SAE na área e outros elementos circundantes;
- Planta geral do SAE, indicando a disposição de todos os componentes, inclusive cabeamento, quadros elétricos, caixas de passagem, proteções, medidores, transformadores e outros, até o ponto de conexão com a rede;
- Plantas detalhadas de localização de todos os equipamentos, componentes e conexões do SAE;
- Detalhes dos dispositivos de proteção contra surtos de tensão (DPS), incluindo tipo, localização e características de tensão e de corrente;
- Localização, tipo e características de tensão e de corrente dos dispositivos de detecção de corrente residual – DR (se houver);
- Planta detalhada de todos os condutores de aterramento/equipotencialização, com tipo, seção reta e pontos de conexão nas estruturas;
- Indicação de qualquer conexão (se houver) ao sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) existente;
- Lista dos materiais componentes do SAE, informando marca, modelo e especificações técnicas e fornecendo os respectivos catálogos;
- Diagramas unifilares e multifilares contendo as conexões elétricas e de dados entre os componentes do SAE;
- Projeto elétrico com dimensionamento de todos os componentes do sistema tais como: cabos, sistemas de proteção, sistema de medição, fusíveis, disjuntores, chaves seccionadoras, etc;
- Projeto detalhado do sistema de proteção contra incêndios e
- Cronograma de execução dos trabalhos.

Todas as informações apresentadas no Projeto Executivo devem estar em português e seguir as normas brasileiras aplicáveis a instalações elétricas e as normas relacionadas a questões de segurança de instalações e de pessoas. A **CONTRATADA** deverá fornecer as ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) de projetos, fabricação, montagem e execução de todos os serviços.

6.4. SERVIÇOS DE MONTAGEM MECÂNICA

Os serviços de preparação do terreno, drenagem, construção da base de concreto para assentamento do SAE, malha de aterramento, abertura de valas e lançamento de dutos, ficarão sob responsabilidade da **CONTRATANTE**, devendo a **CONTRATADA** enviar projeto com as especificações técnicas necessárias para realizar estes serviços.

6.4.1. Montagem e instalação das estruturas

A **CONTRATADA** será responsável pela logística geral, transporte, armazenamento, manuseio, montagem e fixação das estruturas, cujas atividades deverão seguir as normas

técnicas e de segurança do trabalho, dando atenção especial à proteção dos transeuntes e veículos. A **CONTRATADA** será responsável por quaisquer danos que venham a ocorrer em qualquer etapa do processo de trabalho.

A **CONTRATADA** deverá informar à **CONTRATANTE** as necessidades de acessos para transporte, movimentação e descarga dos contêineres e de todos os materiais a serem utilizados na execução dos serviços sob sua responsabilidade.

6.4.2. Principais serviços de montagem mecânica

Os meios e métodos utilizados para fixar as estruturas e componentes deverão utilizar materiais resistentes à corrosão, como alumínio, aço inoxidável ou aço zincado por imersão a quente (galvanizado a fogo). Furos e aberturas realizados deverão ser vedados de forma que não haja possibilidade de penetração de água e garanta as características contra fogo originais e deverão receber acabamento adequado.

Devem ser tomadas todas as precauções para evitar a ocorrência de corrosão eletroquímica resultante do contato entre metais diferentes. Materiais isolantes como nylon, teflon e outros, devem ser utilizados entre superfícies metálicas galvanicamente desiguais para impedir a corrosão eletroquímica.

Antes do início da instalação deverão ser verificados o alinhamento, o nivelamento, a inclinação e a localização de todos os componentes das estruturas. Precauções especiais deverão ser tomadas para proteger as instalações existentes no local contra danos durante a realização dos serviços de montagem sob responsabilidade da **CONTRATADA**.

Qualquer dano à edificação, equipamentos, materiais e instalações existentes nas áreas da **CONTRATANTE**, causados pela realização dos serviços descritos neste documento, deverá ser sanado pela **CONTRATADA**.

Os principais serviços de montagem mecânica a serem prestados são:

- Montagem da estruturas metálicas (contêineres);
- Fixação dos componentes nas respectivas estruturas;
- Montagem e fixação de todo equipamento e materiais elétricos;
- Lançamento de cabos nos locais e ambientes especificados e
- Vedação e acabamento dos pontos de fixação ou aberturas realizadas, com impermeabilização que não permita o acúmulo de água.

6.5. SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Os principais serviços de instalação elétrica a serem prestados são descritos a seguir.

6.5.1. Instalações Elétricas

6.5.1.1. Instalação do circuito elétrico CC

Os principais serviços de instalação CC são:

- Montagem da infraestrutura necessária para acomodar equipamentos e cabos;
- Interligação dos bancos de baterias e fixação adequada dos cabos;
- Montagem, instalação, conexão e configuração dos inversores;
- Instalação de cabos entre os bancos de baterias e os inversores;

- Revisão e reaperto dos conectores das baterias;
- Montagem de conectores especiais nos cabos;
- Instalação do sistema de monitoramento;
- Configuração dos equipamentos.

6.5.1.2. Instalação do circuito elétrico CA

Os principais serviços de instalação CA são:

- Montagem da infraestrutura necessária para acomodar equipamentos e cabos;
- Montagem e configuração dos Quadro Elétricos e do Cubículo Elétrico, incluindo dispositivos de manobra e proteção, medidores de energia e outros dispositivos para monitoramento;
- Instalação de cabos entre os inversores e a UET e da UET ao ponto de conexão à rede;
- Instalação do sistema de monitoramento e
- Configuração dos equipamentos.

6.5.1.3. Interligação entre painéis elétricos e lançamento de condutores.

- Para a definição das seções dos eletrodutos deverá ser considerada a ocupação máxima de 70% da área útil do mesmo;
- Os cabos não deverão ser dobrados com raios de curvatura inferiores aos recomendados pelo fabricante. Como regra geral podem-se adotar as seguintes recomendações:
    - Cabos dotados de blindagem, individual e/ou coletiva: raio mínimo, 12 vezes o diâmetro externo do cabo;
    - Cabos sem blindagem: raio mínimo, 8 vezes o diâmetro externo do cabo.
- Lançamento dos cabos;
- Preparação e instalação dos terminais nos respectivos condutores;
- Preparação e instalação de muflas e respectivos terminais para os cabos de média tensão;
- Amarração e fixação dos condutores no interior dos painéis e caixas de ligação de equipamentos e sensores de campo;
- Identificação dos cabos em conformidade com a planilha de controle de ligação dos condutores elétricos;
- Ligação dos cabos e condutores elétricos;
- Limpeza das instalações onde forem realizados os serviços de montagem, instalação e comissionamento, destinando os resíduos nos locais definidos pela equipe de supervisão da CONTRATANTE.

6.5.1.4. Aterramento

- O Projeto deverá empregar técnicas eficazes de aterramento de modo a eliminar ou minimizar os efeitos de tensões interferentes sobre os equipamentos que possam vir a prejudicar o funcionamento dos mesmos. As recomendações dos

fabricantes dos instrumentos deverão ser cuidadosamente observadas quanto à localização do ponto de aterramento;

- Cada cubículo deverá ser provido com uma barra de aterramento feita de cobre eletrolítico para aterramento, com dimensões não inferiores a 25,4 x 6,3 mm (1" x ¼"), provida de conectores em ambas as extremidades para ligação de cabo de cobre nu de bitola compatível com o nível de curto definido no projeto executivo, porém não inferior a 95mm²;
- Todo o aterramento de carcaça dos equipamentos, chapas de separação entre os compartimentos do circuito de corrente e potencial deverá ser feito na barra de aterramento dos próprios cubículos. Não se admite a execução de aterramento diretamente na estrutura dos mesmos. Todas as carcaças metálicas dos equipamentos elétricos deverão ser adequadamente aterradas, de forma a eliminar a possibilidade de choque elétrico às pessoas, com cabos flexíveis com seção não inferior a 95mm²;
- Todas as partes metálicas que compõe os equipamentos (compartimentos, perfis de chapas de instalação, portas, etc.) e componentes como relés, luminárias, eletrodutos, caixas de ligação não sujeitas a potencial deverão ser arranjadas de forma a proporcionar um caminho elétrico eficaz a terra.

6.5.2. Conexão do SAE com a rede elétrica

A **CONTRATANTE** será responsável pelo fornecimento de materiais e execução das obras civis, tais como abertura de valas, canaletas, caixas de passagem e instalação de dutos necessários, ficando sob responsabilidade da **CONTRATADA** os serviços de lançamento de cabos e conexão à rede.

A **CONTRATADA** deverá fornecer todo equipamento e materiais elétricos necessários e realizar a ligação da saída do SAE ao ponto de conexão à rede, localizado no disjuntor de 34,5 kV instalado e disponível na subestação SE-UETB (FIGURA 2). A referida subestação está conectada através de uma linha de 69 kV à subestação SE "A" Jorge Lacerda, da Eletrosul.

6.5.3. Instalação do sistema de aquisição e análise de dados (SAAD)

O Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD) é destinado a exibir dados da operação, indicar a ocorrência de falhas e calcular e exibir parâmetros de desempenho do SAE ao longo do tempo.

Os principais serviços para instalação do SAAD são:

- Montagem da infraestrutura necessária para receber o equipamento: sensores, registradores de dados, cabos, etc.;
- Instalação de cabos de energia e de dados e fixação adequada dos mesmos;
- Interligação dos diversos componentes;
- Ligação ao SAAD de todos os sistemas e componentes que serão monitorados;
- Configuração do equipamento para aquisição, armazenamento e exibição de dados e parâmetros do SAE na interface gráfica compatível com SCADA ELIPSE e
- Instalação dos monitores locais e remotos, caso necessário.

6.5.4. Etiquetagem de equipamentos e cabos

Todos os componentes principais do SAE, bancos de baterias, retificadores/inversores, quadros elétricos, medidores, sensores, cabos, dispositivos de proteção, chaves, etc., deverão ser devidamente identificados e etiquetados, por meio de etiquetas, tubos ou anilhas indeléveis, duráveis e resistentes a intempérie e à radiação ultravioleta (UV), quando for o caso.

As principais recomendações relativas à etiquetagem estão listadas a seguir:

- As inscrições de identificação deverão ser correspondentes àquelas indicadas na Documentação Técnica (DT), como construído (“as built”) e, caso possuam texto de advertência ou de instruções, os textos deverão estar em português e
- Etiquetagem, em ambas as extremidades, de todos os cabos CC, cabos CA, e demais cabos (dados, equipamentos de medição, controle e comunicação).
- Conjunto de materiais e acessórios para identificação de cabos elétricos:
    - Conjunto Identificação de cabos (Etiqueta), material de Polyester foil, cor branca, referência ESL 29x8, Fabricante Phoenix Contact ou similar;
    - Conjunto Identificação de cabos (Porta Etiqueta), material Polyethylene, cor transparente, referência KMK2 ,Fabricante Phoenix Contact ou similar.
- Conjunto de matérias e acessórios para de identificação de condutores elétricos:
    - Todos os condutores deverão ser obrigatoriamente identificados em ambas as extremidades com anilhas de plástico tipo PATG/PABA-WH, fabricante Fhoenix Contact ou similar, com inscrições preta em fundo branco de gravação indelével, com a mesma designação utilizada nos diagramas de fiação interna. As anilhas deverão ser montadas no interior de tubos plásticos transparentes, e este sobre os cabos, não sendo aceito o tipo de fixação por simples engate. Para identificação completa do condutor deverá estar incluído a identificação do dispositivo, seguido do número do terminal onde é conectado.
- Conjunto de materiais e acessórios para identificação dos equipamentos interno nos painéis:
    - Deverão, também, ser identificados com plaqueta ou inscrição irremovível e indelével, fixadas na placa de montagem junto ao componente, informando o tag (conforme diagramas elétricos) todos os componentes internos aos cubículos como disjuntores, contatores, relés auxiliares, chaves de comando e seleção, sinaleiros, módulos eletrônicos, circuitos impressos, gavetas, conectores, régua de terminais, fios e cabos, módulos sobressalentes e qualquer outra parte do equipamento cuja rápida localização seja necessária para maximizar a eficiência dos trabalhos de manutenção. No caso de equipamentos extraíveis, exceto fusíveis, deverão ser providas duas plaquetas, uma localizada no quadro fixo e outra no equipamento. A primeira deverá ser localizada em posição tal que seja visível mesmo com o equipamento inserido;
- As plaquetas deverão ser de alumínio ou acrílico com fundo preto, com gravação em baixo relevo na cor branca, sendo as dimensões e modelo segue abaixo, mostrado na Figura :
    - Tamanho da plaqueta: 10mm x 20mm
    - Material da plaqueta: alumínio anodizado ou acrílico

- Cor: preta
- Espessura: ~1mm

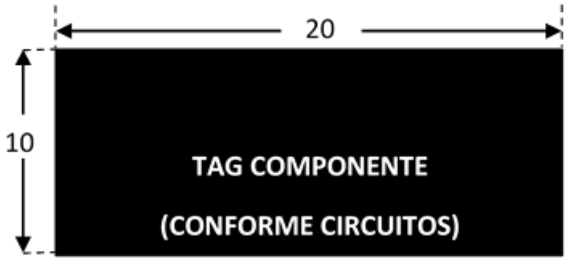


FIGURA 3 - EXEMPLO DE TAG DE IDENTIFICAÇÃO

6.6. ELABORAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA (DT)

A **CONTRATADA** deverá elaborar e fornecer a Documentação Técnica (DT), em português, contendo diagramas, plantas e todas as informações sobre o SAE, atualizadas após a sua instalação, ou seja, "como construído" ("*as built*"). A DT incluirá, além dos dados e informações sobre o SAE, um "Manual de Operação e Manutenção Básica", que servirá de guia ao pessoal de operação e manutenção, e o "Manual de Segurança e Gerenciamento de Acidentes".

A elaboração da DT deverá estar de acordo com os itens e subitens especificados a seguir, que deverão ser ampliados com a inclusão de outros detalhes constantes em normas ABNT ou normas internacionais.

A Documentação Técnica garantirá que todos os dados técnicos e especificações do SAE, como construído (*as built*), estejam disponíveis, de forma completa e organizada, permitindo fácil acesso pela **CONTRATANTE**, por um inspetor ou pelo pessoal de manutenção.

A **CONTRATADA** deverá fornecer cinco conjuntos impressos e versão digital da DT. Os diagramas elétricos unifilar e multifilar, completos, como construído ("*as built*"), deverão ser impressos em formato adequado à visualização (A1 ou A0).

6.6.1. Informações básicas do SAE

- Nome do proprietário do SAE;
- Localização do SAE (endereço e coordenadas geográficas);
- Descrição sucinta da composição do SAE e seus subsistemas;
- Capacidade e potência nominal do SAE, por subsistemas e total (kWh e kW - kVA);
- Principais características elétricas (tensões, correntes, potências, etc.) dos subsistemas e total;
- Período da instalação;
- Período da inspeção;
- Período dos ensaios de comissionamento;
- Registro fotográfico das instalações.

6.6.2. Informações do projetista do SAE

A **CONTRATADA** deverá fornecer no mínimo as informações a seguir sobre todos os responsáveis pelo projeto do SAE. Se mais de uma empresa tiver responsabilidade pelo projeto,

as informações devem ser de todas as empresas, juntamente com a descrição das atividades realizadas no projeto.

- Nome da empresa;
- Responsável técnico;
- Endereço postal, número de telefone e endereço de correio eletrônico e
- Atividade(s) realizada(s) no projeto.

6.6.3. Informações do instalador do SAE

A **CONTRATADA** deverá fornecer no mínimo as informações a seguir sobre todos os responsáveis pela instalação do SAE. Se mais de uma empresa tiver responsabilidade pela instalação, as informações devem ser de todas as empresas, juntamente com a descrição das atividades realizadas no projeto.

- Nome da empresa;
- Responsável técnico;
- Endereço postal, número de telefone e endereço de correio eletrônico e
- Atividade(s) realizada(s) na instalação.

6.6.4. Diagramas

Single- and multi-wire diagrams shall include at least the following information:

- SAE components (UAE and UET);
- Cable specifications - straight section type and area;
- Type, voltage and current characteristics, and location of disconnecting switches;
- Details of Surge Protection Devices (DPS) on DC and AC circuits, including type, location, and voltage and current characteristics;
- Specifications of overcurrent protection devices, including type, location, and voltage and current characteristics.

6.6.5. Folhas de Dados e Manuais Técnicos

Deverão ser fornecidas as Folhas de Dados e os Manuais Técnicos para os seguintes componentes do sistema:

- Manuais Técnicos e folhas de dados dos bancos de baterias;
- Manuais Técnicos e folhas de dados dos retificadores/inversores;
- Folhas de dados de outros componentes significativos do sistema, como chaves, dispositivos de proteção e transformadores;
- Manuais Técnicos e folhas de dados de todos os componentes do sistema de aquisição de dados e monitoramento e
- Manuais Técnicos e folhas de dados de todos os componentes do sistema de proteção contra incêndio e do sistema de refrigeração.

6.6.6. Manual de Operação e Manutenção Básica

O “Manual de Operação e Manutenção Básica” deverá ser escrito em português, contendo informações sobre a operação e manutenção do SAE, incluindo, no mínimo, os seguintes itens:

- Certificados de garantia dos bancos de baterias, retificadores/inversores, sensores, medidores e demais equipamentos do SAE, com data de início da garantia e período da garantia;
- Documentos de garantia dos materiais empregados e da garantia dos serviços realizados, como montagens, instalações e outros e;
- Descrição operacional do sistema, incluindo todas as funcionalidades e descrição/navegação das telas existentes no sistema de aquisição e análise de dados (SAAD) – IHM.
- Procedimentos para verificar o funcionamento correto do SAE;
- Procedimentos a serem realizados em caso de falhas do sistema (troubleshooting);
- Procedimentos de desligamento de emergência e
- Recomendações de manutenção e limpeza.

6.6.7. Manual de Segurança e Gerenciamento de Acidentes

O "Manual de Segurança e Gerenciamento de Acidentes" deverá ser escrito em português e deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Descrição das possíveis situações de riscos (gases, fogo, explosão, etc.) do SAE;
- Procedimentos gerais de segurança durante a operação e manutenção;
- Diagramas e desenhos explicativos;
- Procedimentos para a operação segura das baterias;
- Descrição dos dispositivos empregados no nível da célula, para proteção térmica, de tensão e de corrente, e isolamentos térmicos entre as células para evitar propagação de calor e chama e
- Procedimentos a serem seguido pelos operadores do SAE em caso de acidentes.

6.7. FISCALIZAÇÃO

Conforme a norma NBR 5410/2008 toda instalação elétrica deve ser verificada durante a montagem, tanto quanto praticável, e no final, antes de ser posta em serviço.

A **CONTRATANTE** fiscalizará o andamento dos serviços realizados e o estado das instalações realizando inspeções periódicas, agendadas, e inspeções ocasionais.

6.7.1. Inspeção

A inspeção consiste no exame de uma instalação elétrica utilizando todos os sentidos, a fim de verificar a correta seleção e montagem adequada dos equipamentos elétricos.

As inspeções do SAE serão realizadas seguindo os itens descritos na norma NBR 5410/2008.

As inspeções terão como principais objetivos:

- Confirmar que os materiais e equipamentos instalados conferem em número e características com os informados no Projeto Executivo e
- Determinar, tanto quanto possível, se a instalação e todos os seus equipamentos estão em condições satisfatórias para o uso.

As inspeções serão realizadas após cada etapa concluída, definidas de comum acordo com entre as partes, e deverão ser realizadas por um inspetor designado pela **CONTRATANTE**, que deverá ser um profissional habilitado e com conhecimentos para realizar as inspeções. A inspeção será acompanhada por um representante da **CONTRATADA**.

A **CONTRATADA** colocará à disposição do inspetor designado pela **CONTRATANTE**, instalações, materiais e equipamentos necessários e prestará assistência técnica para a execução correta e segura das inspeções, sem ônus para a **CONTRATANTE**.

A inspeção final será feita antes da energização total do SAE e dos ensaios de comissionamento.

6.7.2. Relatório de Inspeção

Após a inspeção deverá ser elaborado, pelo inspetor, o Relatório de Inspeção, o qual deverá indicar qual a etapa concluída e que partes do sistema foram inspecionadas. O Relatório deverá ser redigido apresentando as informações conforme a norma NBR 5410/2008.

A **CONTRATADA** deverá sanar imediatamente quaisquer inconformidades apontadas no Relatório de Inspeção e tomar providências, se for o caso, para impedir que tais ocorrências se repitam. A **CONTRATANTE** deverá aprovar as correções realizadas e, após, autorizar o prosseguimento dos trabalhos nos locais apontados.

6.8. COMISSIONAMENTO E AVALIAÇÕES DE DESEMPENHO

O comissionamento consiste de uma série de ensaios que devem ser efetuados para verificar o funcionamento pleno dos componentes e do SAE como um todo. A **CONTRATADA** deverá indicar qual o seu plano de comissionamento, detalhando todos os testes que julgar necessário para o *start up* da unidade antes do início dessas atividades.

Deverão ser fornecidos relatórios com todos os dados resultantes dos ensaios de comissionamento e das avaliações de desempenho, realizados de acordo com as normas brasileiras e internacionais pertinentes, as quais deverão ser citadas no texto e incluídas junto dos resultados.

Serviços de comissionamento dos equipamentos.

- Realizar os seguintes testes nos painéis elétricos:
  - Teste continuidade dos circuitos;
  - Teste resistência de isolamento;
  - Teste funcionamento dos circuitos;
  - Parametrização e ajuste dos dispositivos eletrônicos, como por exemplo: relés de proteção, inversores de frequência, chaves soft-start, multimedidores, transdutores, fontes, etc;
  - Revisão e reaperto de parafusos e conectores de todos os equipamentos;
  - Teste de energização dos circuitos de força, comando, controle, proteção e supervisão.
- Realizar os seguintes testes nos cabos de força e controle:
  - Teste continuidade dos cabos;
  - Teste resistência de isolamento;
  - Teste tensão aplicada.

6.9. SERVIÇOS PÓS-COMISSIONAMENTO

Os serviços de pós-comissionamento são atividades a serem realizadas pela **CONTRATADA** visando acompanhar a operação e o desempenho do SAE, durante 24 meses, após a entrega do SAE à **CONTRATANTE**. As atividades de pós-comissionamento serão realizadas durante visitas técnicas programadas.

6.9.1. Visitas técnicas programadas

A **CONTRATADA** realizará visitas técnicas programadas, acompanhadas por técnicos indicados pela **CONTRATANTE**, as quais deverão ocorrer ao fim de um, seis, 12 e 24 meses, contados a partir da conclusão do comissionamento. As visitas técnicas programadas serão realizadas em datas acertadas de comum acordo com a **CONTRATANTE** e poderão durar um ou dois dias.

Dentre as atividades a serem realizadas destacam-se: manutenções preventivas, testes operacionais, verificação de medições de desempenho, verificação dos sistemas de proteção, verificação do sistema de aquisição de dados e atualização dos procedimentos de operação e manutenção utilizados pelas equipes da **CONTRATANTE**.

6.9.2. Relatório de visita técnica (RVT)

A **CONTRATADA** deverá elaborar "Relatório de Visita Técnica" (RVT) após cada visita técnica, contendo informações sobre a operação do SAE, resultados das medições e ocorrência de eventos ou falhas e as soluções adotadas. O RVT deverá ser aprovado pelos técnicos, indicados pela **CONTRATANTE**, que acompanharam a visita técnica.

O RVT poderá conter, também, sugestões de eventuais modificações ou melhorias que possam ser utilizadas nos procedimentos de operação ou no SAE.

7. SEGURANÇA DO TRABALHO

A execução de todas as obras e instalações, sejam mecânicas ou elétricas, deverá estar em conformidade com as normas relativas à Segurança do Trabalho que forem aplicáveis, tais como:

- NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;
- NR 33 – Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados;
- NR 35 – Trabalho em altura.

Para acompanhamento das obras e instalações a **CONTRATADA** deverá elaborar relatórios mensais, detalhando a execução das obras e instalações realizadas no período.

8. REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA O SAE

Instalações elétricas apresentam diferentes tipos de riscos[1], cujas consequências devem ser previstas visando estabelecer e adotar procedimentos para minimizar os efeitos sobre o homem, a propriedade e o meio ambiente. A unidade de armazenamento de energia (UAE), constituída por bancos de baterias com tecnologia Li-íon, associa riscos elétricos e riscos químicos ao SAE objeto desta especificação técnica.

As baterias de Li-íon normalmente não liberam substâncias perigosas, corrosivas ou inflamáveis, em condições normais de uso. No entanto, pelo fato de possuir eletrólito orgânico, as mesmas são inflamáveis e susceptíveis a auto-ignição, que pode ocorrer devido a curto circuito interno causado por danos físicos após impactos mecânicos, defeito interno de fabricação, aquecimento (alta temperatura), sobrecarga ou processos de carga ou descarga muito rápidos.

A **CONTRATADA** deverá apresentar as certificações, baseadas em normas internacionais e brasileiras, que garantam a segurança de todo o equipamento e, em especial, das baterias de íons de lítio.

Dentre as várias normas e regulamentações às quais todo o material do SAE deverá atender, citam-se algumas a seguir:

- EN 13501-1 - Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using test data from reaction to fire tests.
- EN 50272-2 - Safety requirements for secondary batteries and battery installations.
- EN 61010-1 - Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use.
- UN38.8 - Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Manual of Tests and Criteria - Lithium metal and lithium ion batteries.

A **CONTRATADA** deverá fornecer um "Manual de Segurança e Gerenciamento de Acidentes", escrito em português, como parte da Documentação Técnica (DT), conforme descrito no item **6.6.7**.

9. TREINAMENTO

A **CONTRATADA** deverá ministrar treinamento para o pessoal técnico e outros profissionais indicados pela **CONTRATANTE**, com o objetivo de qualificar os participantes para operação, monitoramento local e remoto e manutenção básica do SAE. O instrutor deverá ser profissional com experiência comprovada no equipamento e em treinamento na área de armazenamento de energia.

O treinamento consistirá de atividades teóricas e práticas, versando sobre os diversos componentes do SAE, deverá ser iniciado antes do comissionamento e será programado de comum acordo entre a **CONTRATANTE** e a **CONTRATADA**. O comissionamento deverá ser acompanhado pelos participantes do treinamento, como atividade prática programada, para habilitar os técnicos da **CONTRATANTE** em verificação e medição.

Os participantes acompanharão o treinamento com o auxílio de um “Manual de Treinamento do SAE”, elaborado pela **CONTRATADA** em português, e entregue em meio digital e impresso, podendo conter folhas de dados (*data sheet*) dos materiais em inglês.

[1] Probabilidade de perigo, geralmente com ameaça física para o homem e/ou para o meio ambiente, devido ao insucesso de determinado empreendimento, em função de acontecimento eventual, incerto, cuja ocorrência não depende exclusivamente da vontade dos interessados.

O treinamento terá a duração mínima de 40 horas, ministradas em cinco dias úteis, ao longo de uma semana, considerando como base a semana padrão de 40 horas com oito horas de trabalho por dia. A **CONTRATADA** deverá apresentar, para aprovação pela **CONTRATANTE**, os objetivos, a ementa, o programa detalhado, o manual e o cronograma sugerido para realização do treinamento.

Os assuntos a serem abordados no treinamento deverão conter, no mínimo, os itens listados a seguir:

- Apresentação do “Manual de Treinamento do SAE”;
- Apresentação da Documentação Técnica;
- Diagrama unifilar e plantas do SAE como construído (as built);
- Funções, características e localização de todos os componentes do SAE;
- Identificação dos componentes do SAE nos locais de instalação - Segurança individual nos locais;
- Operação do SAE;
- Apresentação e explicação detalhada do “Manual de Operação e Manutenção Básica”;
- Procedimento de desligamento normal e de emergência do SAE e/ou dos inversores;
- Procedimento de religamento do SAE e/ou dos inversores;
- Plano de operação e manutenção - Inspeção regular do SAE;
- Processo de limpeza dos ambientes internos e externos do SAE;
- Apresentação e explicação detalhada do "Manual de Segurança e Gerenciamento de Acidentes";
- Atividades práticas no SAE - Resolução de problemas básicos nos componentes do SAE;
- Configuração e operação do sistema de monitoramento - Prática de operação;
- Procedimentos para analisar e baixar dados armazenados, local e remotamente, e
- Armazenagem adequada dos sobressalentes fornecidos.

10.PRAZO PARA INSTALAÇÃO DO SAE

O sistema de armazenamento de energia (SAE) deverá ser concluído, testado, comissionado e entregue no prazo de 180 dias, contado a partir da data de assinatura do contrato. O SAE deverá ser entregue totalmente finalizado e operacional (*turn-key)*.

11. GARANTIA DA INSTALAÇÃO

Toda a instalação elétrica do sistema de armazenamento deverá possuir garantia de cinco anos. Dentro do período de garantia, a **CONTRATADA**, quando acionada deverá reparar o problema, em um prazo máximo de cinco dias úteis.

A **CONTRATADA** deverá assumir a garantia de todos os equipamentos especificados no projeto, ficando a mesma responsável por qualquer falha e mau funcionamento.

12.NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

Todos os dimensionamentos, especificações, detalhamentos elétricos e mecânicos e procedimentos deverão ser executados, no mínimo, em conformidade com as especificações contidas neste documento e de acordo com o estabelecido nas normas listadas a seguir. No entanto, a falta de referência a alguma norma brasileira também aplicável não desobriga a **CONTRATADA** de procurar e utilizar as normas adequadas mais recentes, conforme as boas práticas da engenharia e da prestação e realização de serviços.

Normas ABNT:

- NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão.
- ABNT NBR IEC 62271-200- Conjunto de manobra de controle em invólucro metálico para tensões acima de 1kV até 36,2kV – Especificação;
- ABNT NBR IEC 62271-100 - Disjuntores de alta tensão de corrente alternada;
- NBR 7118 – Disjuntores de alta tensão – Especificações;
- ABNT NBR IEC 60439-1 – Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testado (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testado (PTTA);
- ABNT NBR IEC 60529 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP);
- ABNT NBR IEC 60947-2 - Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2: disjuntores;
- ABNT NBR IEC 62208 – Invólucros vazios destinados a conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Regras gerais;
- NR10 – Norma regulamentadora em segurança em instalações e serviços em eletricidade.
- NBR 14039 – Norma para instalações elétricas de média tensão de 1,0 a 36,2 kV;

Normas internacionais:

- DIN VDE 0298-4 - Application of cables and cords in power installations
- EN 13501-1 - Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using test data from reaction to fire tests
- EN 14509 - Self-supporting double skin metal faced insulating panels - Factory made products - Specifications
- EN 50272-2 - Safety requirements for secondary batteries and battery installations
- EN 50565 - Electric cables. Guide to use for cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V (U0/U)
- EN 60664-1 - Insulation coordination for equipment within low-voltage systems. Principles, requirements and tests
- EN 60695-11-10 - Fire hazard testing to electrotechnical products
- EN 60695-11-20 - Fire hazard testing - Part 11-20: Test flames - 500 W flame test method
- EN 60721-3-3 - “Classification of environmental conditions“, Part 3: “Classes of environmental impact
- and their limit values“, Section 3: “Stationary use, weather-protected”
- EN 61000-6-2 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity standard for industrial environments

- EN 61000-6-4 - Emission standard for industrial environments
- EN 61010-1 - Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use
- EN 61378-1 Converter transformers - Part 1: Transformers for industrial applications (IEC 61378-1:2011)EN 61439 - Standard for low-voltage switchgear and control gear
- IEC 60068-2-57 - Environmental testing - Part 2-57: Tests - Test Ff: Vibration - Time-history and sine-beat method
- IEC 60068-3-3 - Environmental testing - Part 3-3: Guidance - Seismic test methods for equipments
- IEC 60076-11 - Power transformers – Part 11: Dry-type transformers
- IEC 60146-1-3 - Three-phase transformer for converter application
- IEC 60502-2 - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)
- IEC 61850 - Standard for vendor-agnostic engineering of the configuration of Intelligent Electronic Devices for electrical substation automation systems to be able to communicate with each other
- DIN EN 60664-1, VDE 0110-1, DIN VDE 0298-4, VDE 0471 DIN EN 60695-11-10 and -20 - Insulation and fire protection:
- UN38.3 - Transport instructions for lithium batteries
- VDE 0110-1 - Insulation co-ordination for electrical equipment within low-voltage systems
- VDE 0276 - 1000 - Power cables current-carrying capacity, general; conversion factors
- VDE 0298 - Current carrying capacity and indications for calculation of Power Cables and Wires
- VDE 0471 - Fire hazard testing

13.SERVIÇOES E RESPONSABILIDADES

As atribuições (serviço ou fornecimento) e as responsabilidades da **CONTRATADA** e da **CONTRATANTE** estão descritas em detalhes ao longo deste documento. As principais atribuições estão sumarizadas na TABELA 4, de forma reduzida; portanto, a tabela não substitui nenhuma atribuição e/ou responsabilidade estabelecida e descrita nos itens precedentes.

TABELA 4 - DESCRIÇÃO DE SERVIÇOS E RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA E DA CONTRATANTE.

Atribuição (Serviço/Fornecimento)	**Responsabilidade**	
	CONTRATADA	**CONTRATANTE**
Fornecer especificações para realização de obras civis.	**X**	--
Preparar o terreno e a drenagem.	--	**X**
Construir a malha de terra.	--	**X**
Construir uma base de concreto para SAE, conforme especificações.	--	**X**
Abrir valas e lançar dutos, exceto entre UAE/UET.	--	**X**
Fornecer todos os materiais do SAE.	**X**	--
Abrir valas e lançar dutos, caso necessário, entre UAE/UET.	--	**X**
Realizar todas as instalações mecânicas do SAE.	**X**	--
Realizar todas as instalações elétricas do SAE.	**X**	--
Lançar cabos entre UAE e UET.	**X**	--
Realizar a conexão do SAE à rede.	**X**	--
Realizar os procedimentos de comissionamento do SAE.	**X**	--
Realizar a entrega do SAE totalmente operacional (*turn-key*).	**X**	--