



## **Universidade Federal do Maranhão – UFMA Instituto de Energia Elétrica - IEE**

Termo de Referência para aquisição de Sistema de Armazenamento de Energia, baseado em Bateria de Íon-Lítio, e Sistema de Gerenciamento de Energia da Microrrede para instalação no Centro de Lançamento de Alcântara – CLA

Janeiro 2021

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Descrição do processo de submissão de propostas .....</b>	<b>5</b>
2.1	Termo de confidencialidade.....	5
2.2	Qualificação Técnica .....	5
2.2.1	Justificativa da necessidade de qualificação técnica .....	5
2.2.2	Critérios para qualificação técnica .....	5
2.3	Comunicação de Pré-Propostas.....	6
2.4	Preparação e Submissão de Propostas .....	6
2.5	Critérios de desclassificação.....	6
<b>3</b>	<b>Termos e Definições.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Escopo geral de fornecimento.....</b>	<b>8</b>
4.1	Localização da instalação .....	9
4.2	Condições de fornecimento .....	11
4.3	Cronograma de Fornecimento .....	12
4.4	Itens Fora de Escopo.....	12
4.5	Condições de Pagamento (Cronograma de Desembolso) .....	13
<b>5</b>	<b>Produtos e Equipamentos .....</b>	<b>13</b>
5.1	Sistema de Armazenamento de Energia à Baterias (BESS).....	13
5.2	Módulo de Bateria.....	14
5.2.1	Baterias Íon-Lítio .....	14
5.3	Sistema de Conversão de Potência (PCS) .....	18
5.4	Condições de Tensão em Regime Permanente.....	19
5.4.1	Condições de operação em caso de variação de tensão .....	19
5.4.2	Condições de operação no caso de variação de frequência (modo alimentador da rede - grid-feeding) ..	19
5.4.3	Condições e operação no caso de variação de frequência (modo formador de rede) .....	20
5.4.4	Limites de distorção harmônica .....	20
5.4.5	Bandas de fator de potência .....	21
5.4.6	Controle Externo .....	21
5.4.7	Inversor bidirecional .....	21
5.4.7.1	Especificações do inversor bidirecional .....	22
5.4.7.2	Valores nominais CC.....	22
5.4.7.3	Requisitos ambientais .....	22
5.4.7.4	Unidade de controle/comunicação.....	22
5.4.7.5	Proteções .....	23
5.5	Sistema de Gerenciamento de Energia (EMS) .....	23
5.6	A microrrede CLAGrid .....	24
5.6.1	Funcionalidades e Modos de operação .....	24

5.6.2	Registrador de dados .....	28
5.6.2.1	Acesso remoto ao registrador de dados .....	29
5.6.3	Integração com EMS da microrrede CLA .....	29
<b>5.7</b>	<b>INFRAESTRUTURA .....</b>	<b>29</b>
5.7.1	Infraestrutura elétrica e eletromecânica .....	29
5.7.1.1	Unidade de processamento de lógica de controle (local e remota) e IHM.....	30
5.7.1.1.1	Equipamentos e software para implantação do EMS.....	30
5.7.1.1.2	Serviços para implantação do EMS.....	30
5.7.1.1.3	Especificações de CLP e recursos de E/S, para sistema de armazenamento de energia em bateria (BESS) 31	
5.7.1.1.4	Especificações de CLP e recursos de E/S, para sistema de gerenciamento dos geradores Diesel (GGD) 31	
5.7.1.1.5	Especificações de CLP e recursos de E/S, para sistema de gerenciamento da microrrede (EMS) 31	
5.7.1.1.6	Especificações da Unidade Remota (UR) do prédio Radar .....	32
5.7.1.1.7	Especificações da Unidade Remota (UR) do prédio Meteoro .....	32
5.7.1.1.8	Especificações da Unidade Remota (UR) do prédio Telemedidas .....	32
5.7.1.1.9	Especificações dos recursos de hardware e software do sistema de supervisão (sala de controle) 33	
5.7.1.2	Sistema de iluminação .....	34
5.7.1.3	Fontes de sistemas auxiliares.....	34
5.7.1.4	Conexão em média tensão.....	34
5.7.1.5	Sistema de aterramento .....	34
5.7.1.6	Transformador .....	35
5.7.1.7	Instalação em baixa tensão.....	35
5.7.1.7.1	Cabeamento CC .....	36
5.7.1.7.2	Cabeamento CA .....	36
5.7.1.8	Eletrocentro (montagem em container) .....	38
5.7.1.8.1	Sistemas auxiliares do Eletrocentro.....	39
5.7.1.8.1.1	SISTEMA DE COMBATE À INCÊNDIO - Infraestrutura e Central Endereçada.....	40
5.7.1.8.1.2	SISTEMA DE COMBATE À INCÊNDIO – Componentes .....	40
5.7.1.8.1.3	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) .....	40
5.7.1.8.1.4	Sistema de climatização - Ar Condicionado - Self Contained .....	40
5.7.1.8.1.5	Sistema de Iluminação e Tomadas .....	41
5.7.1.8.1.6	Sistema de Iluminação de emergência.....	41
5.7.1.8.1.7	Sistema de Iluminação de Indicação de Saída .....	41
5.7.1.8.1.8	Sistema de Iluminação Externa .....	41
5.7.1.8.1.9	Sistema de Eletrodutos do Sistema de Iluminação e Tomadas .....	41
5.7.1.9	Eletrocentro (montagem modular com Rack e PCS com gabinete próprio) .....	42
<b>6</b>	<b>Serviços.....</b>	<b>43</b>
6.1	Serviço de fabricação e montagem.....	43
6.2	Liberação de acesso à rede da Equatorial .....	43
6.3	Serviços de engenharia e documentação.....	44
6.4	Serviço de integração e automação de soluções .....	44
6.5	Serviço de desenvolvimento de aplicação SCADA, Programas CLPs, configuração IHM.....	44
6.6	Comissionamento.....	44

6.7	Inicialização do BESS.....	45
6.8	Plano de Treinamento, Operação e Manutenção.....	45
<b>7</b>	<b>Testes de Produtos Requeridos .....</b>	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>CrITÉrios de Garantia .....</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>Diretrizes Normativas.....</b>	<b>47</b>
9.1	Normas para conexão de média tensão e instalações de subestação.....	48
9.2	Padrões para o sistema de aterramento.....	48
9.3	Padrões de cabos .....	48
9.4	Proteções CA.....	49
9.5	Padrões para disjuntores de baixa tensão .....	49
9.6	Padrões para transformadores .....	49
9.7	Padrões para baterias.....	50
9.8	Padrões para inversores .....	51
9.9	Padrões Ambientais .....	51
9.10	Padrões para sistemas de segurança .....	51
<b>10</b>	<b>APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA .....</b>	<b>51</b>

# 1 Introdução

O projeto intitulado **“Microrrede com fontes de energia renováveis para melhorar a resiliência, a confiabilidade e a qualidade da energia no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA – uGrid)”** tem por objetivo projetar, implementar e testar uma microrrede com fonte de energia renovável e banco de baterias, a ser instalada em uma área com cargas críticas e estratégicas dentro de um Centro de Lançamento Aeroespacial (CLA). A especificidade desta aplicação demanda alto nível de automação, confiabilidade e qualidade de energia.

Este documento refere-se a um sistema de armazenamento de energia com baterias (BESS) a ser instalado na microrrede do Centro de Lançamento de Alcântara - MA e ao sistema de gerenciamento de energia (EMS) da microrrede. Esta microrrede interconectará fontes de geração distribuída (renováveis e não-renováveis), o BESS e as cargas através de uma rede de distribuição em 13,8 kV. O documento apresenta as especificações técnicas do BESS a ser instalado no alimentador trifásico em média tensão do CLA, permitindo à UFMA/Equatorial Energia estudar a instalação, operação, impactos e benefícios do BESS em microrredes isoladas ou conectadas à rede. Durante a operação da CLA – uGrid, o projeto estudará a contribuição do BESS nas funções de *peak shaving* e arbitragem de energia, quando estiver conectada à rede, e formador de rede em modo isolada. O BESS deverá ter capacidade de 1 MW / 1MWh.

O presente documento visa apresentar o detalhamento dos aspectos técnicos necessários ao sistema de armazenamento de energia baseado em baterias de Íon-Lítio, a ser instalado na microrrede do Centro de Lançamento de Alcântara, facilitando o entendimento dos requisitos necessários aos proponentes para a apresentação correta de propostas técnico-comerciais para avaliação técnica da equipe da UFMA-Equatorial Energia. O BESS deve ser capaz de operar via controle local e remotamente sob a supervisão de um EMS (Energy Management System).

Atenção especial deve ser dada aos seguintes aspectos:

- O caráter crítico deste projeto de pesquisa, em especial a segurança e a continuidade operacional de todos os seus componentes;
- Interação próxima com a equipe técnica do IEE-UFMA;
- Flexibilidade para mudar ou executar diferentes modos de operação (formador de rede e alimentador da rede);
- Seleção de tecnologia comprovada de bateria e respectivo BMS;
- Controle do BESS e da microrrede por um Sistema de Gerenciamento de Energia (EMS);
- Disponibilização de banco de dados para registro de informações que possibilitem estudos off-line;
- Fornecimento do sistema em container devidamente customizado para a aplicação, ou construção modular, com uso de Rack e PCS montado em gabinete próprio para uso ao tempo, não abrigado.

Devido aos aspectos de pesquisa do projeto, diferentes modos de controle e flexibilidade operacional para a microrrede serão demandados, sendo estes desenvolvidos em trabalho conjunto das equipes técnicas da UFMA e do fornecedor. No desenvolvimento das funcionalidades operacionais, requisitos de segurança operacional, confiabilidade e econômicos, poderão ser considerados com pesos distintos de acordo com o modo de operação desejado para a microrrede

de modo a atender os variados modos operacionais previamente identificados para a microrrede CLA.

## 2 Descrição do processo de submissão de propostas

### 2.1 Termo de confidencialidade

Este tópico está relacionado ao Termo de Confidencialidade, documento "Non Disclosure Commitment" que será submetido apenas para empresa vencedora do certame, e deverá ser enviado o documento original assinado, juntamente com o contrato pelo responsável legal da empresa aos cuidados de Diego Guilhon Rosa de Oliveira Lima, para o endereço abaixo:

Endereço: Fundação Sôsândrade de Apoio ao Desenvolvimento da UFMA (FSADU)  
Rua das Juçaras, Quadra 44, no. 28 – Renascenças  
65.075 – 230  
São Luís - MA

### 2.2 Qualificação Técnica

#### 2.2.1 Justificativa da necessidade de qualificação técnica

Pelo fato do objeto do presente Termo de Referência estar associado a execução de projeto de engenharia, faz-se necessária a comprovação de qualificação técnica dos profissionais pertencentes ao quadro permanente da PROPONENTE. Tal exigência encontra justificativa na importância e na complexidade do projeto, sendo fundamental que a PROPONENTE seja reconhecidamente capaz de executar o mesmo com os requisitos necessários de qualidade, funcionalidade, durabilidade e segurança.

A exigência de qualificação técnica visa ainda garantir que não seja admitida a participação de empresas PROPONENTES que não demonstrem, mediante sólida documentação, qualificação para o atendimento ao objeto deste Termo de Referência.

#### 2.2.2 Critérios para qualificação técnica

A PROPONENTE deverá apresentar comprovação técnica que ateste experiência anterior no projeto e implantação de sistemas de armazenamento de energia baseados em baterias. A PROPONENTE deverá apresentar atestado(s), emitido(s) em nome do mesmo(a) e fornecido(s) por pessoa jurídica de direito público ou privado devidamente identificada, em nome da PROPONENTE, de execução bem sucedida de fornecimento de um Sistema de Armazenamento de Energia em Baterias de Íons de Lítio com as seguintes características mínimas:

- Capacidade nominal do sistema superior a 50% daquela exigida no presente Termo de Referência;
- Os sistemas deverão estar em funcionamento por um período mínimo de 12 meses;
- Não serão aceitas baterias em fase de desenvolvimento ou que ainda não tenham sido aplicadas em operações comerciais;
- Serão aceitos atestados de capacidade técnica internacionais de empresas subsidiárias ou que possuam o controle acionário da empresa desde que acompanhado de tradução juramentada. Neste caso a empresa proponente deverá atestar que será realizada a transferência de conhecimentos no decorrer do projeto entre a controladora e a entidade executora.

### 2.3 Comunicação de Pré-Propostas

O canal de comunicação para os processos que envolvam esta etapa será tratado pelo setor Gerência Operacional da Fundação Sôsândrade. Todos os questionamentos relativos as especificações técnicas e comerciais, deverão ser endereçadas ao e-mail:gop@fsadu.org.br.

### 2.4 Preparação e Submissão de Propostas

É mandatário seguir/responder aos pontos abaixo listados nas propostas:

- O faturamento deve ser nacional;
- Informar os dados da empresa que irá faturar;
- Cotações devem ser especificadas em Reais (R\$);
- Informar o valor total para fornecimento de todos os itens do projeto, informando individualmente o valor de equipamentos e serviços previstos no escopo de fornecimento;
- Considerar na proposta frete para entrega de todas os equipamentos, materiais e insumos necessários a execução do projeto na modalidade CIF (Alcântara/ MA). A descarga dos equipamentos não deve ser considerada no escopo da proposta;
- Descrever os impostos que incidem no contrato, aqueles já inclusos no preço dos itens e aqueles considerados em separado;
- Informar o NCM dos equipamentos;
- Apresentar cronograma macro (da fabricação ao comissionamento);
- Apresentar as condições de pagamento (cronograma de desembolsos);
- Informar o "Lead Time" de entrega dos equipamentos (fabricação e transporte);
- Especificar o período de garantia do sistema (equipamentos/serviços), bem como as respectivas condições para acessar a garantia, se necessário;
- Se há serviços adicionais oferecidos, eles devem ser descritos na proposta conforme abaixo:
  - Se os serviços são incluídos no preço do material, especificar a duração, periodicidade, capacitação do profissional que executará os serviços;
  - Se os serviços são oferecidos de forma separada, informar o valor em horas de atividade e a capacitação do profissional que executará os serviços;

### 2.5 Critérios de desclassificação

Serão excluídos do processo as pessoas jurídicas/pessoas físicas que não atenderem aos seguintes requisitos:

- Submissão dos documentos nos prazos estabelecidos;
- Atendimento aos termos de confidencialidade;
- Atendimento a qualificação técnica;
- Responder ao processo de acordo com as especificações técnicas;

## 3 Termos e Definições

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
------	--

CA	Corrente alternada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANSI	American National Standards Institute
BESS	Battery Energy Storage System
BEMS	Battery Energy Management System: Sistema eletrônico que integra os dados do BMS e do PCS e gerencia a operação do BESS com a rede CA externa. Ele contém e executa as funções principais do BESS ao operar conectado à rede ou em modo ilhado. Facilita também o controle remoto e a supervisão do BESS, via protocolos de telecomunicações, para um sistema de gerenciamento de energia em microrrede (EMS).
BMS	Battery Management System: Sistema eletrônico que gerencia uma bateria recarregável (célula ou bateria), protegendo a bateria de operar fora de sua área de operação segura, monitorando seu estado, calculando dados secundários, relatando esses dados, controlando seu ambiente, autenticando-o e / ou balanceando-o.
TC	Transformador de corrente
CC	Corrente contínua
DoD	<i>Depth of Discharge</i>
EMS	Energy management system: Sistema que coordena o despacho dos recursos energéticos distribuídos dentro de uma microrrede e a transição de conectado à rede para ilhado, e vice-versa
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia
LFP	<i>Lítio Ferrofosfato</i>
LVRT	<i>Low Voltage Ride Through</i>
ZVRT	<i>Zero Voltage Ride Through</i>
MV	Mid-Voltage (Média tensão)
NR	(Norma Regulamentadora)
TP	Transformador de Potencial
PCS	Sistema de Conversão de Potência



PRODIST	Procedimentos de Distribuição
SE	Sistema Elétrico
SOC	<i>State of Charge</i>
SOF	<i>State of Function</i>
SOH	<i>State of Health</i>
Turn-key	Regime de projeto em que a empresa contratada é responsável pela entrega da instalação em seu melhor estado de operação, projeto, planejamento, execução e testes de aprimoramento técnico.

#### 4 Escopo geral de fornecimento

O escopo desta especificação técnica compreende o fornecimento, comissionamento e partida de uma unidade de armazenamento de energia conectada à rede de distribuição de 13,8 kV nas instalações do Centro de Lançamento de Alcântara – CLA, com o respectivo sistema EMS.

Esta especificação estabelece os requisitos mínimos a serem atendidos para o fornecimento na modalidade *Entrega de Equipamento com comissionamento, start-up e treinamento* de um sistema de armazenamento de energia baseado em baterias de Íon-Lítio  $\geq 1\text{MW} / 1\text{MWh}$  (BESS). Resumidamente, o BESS/EMS será composto pelo seguinte conjunto de equipamentos e componentes principais:

- Bateria, com seu respectivo Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS);
- Sistema de conversão de potência (PCS);
- Sistema de Gerenciamento de Energia (EMS) da microrrede, com capacidade de monitoramento, controle e comunicação, podendo ser operado em modo local, ou remoto, usando protocolo aberto de telecomunicações;
- Transformador e sistema de proteção dedicado para adequar a tensão CA do PCS à média tensão do alimentador da distribuição primária (13,8 kV);

As especificações do projeto estão sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1. Especificações Gerais do BESS

Quantidade	1 x Sistema completo
Regime de contrato	Entrega de Equipamento com comissionamento, start-up e treinamento
Potência Nominal / Energia Nominal <sup>1</sup>	$\geq 1\text{ MW} / 1\text{ MWh}$
Química das baterias	Íon-Lítio, LFP
Tensão de interconexão	13.8 kV

Local	Centro de Lançamento de Alcântara, Alcântara, Maranhão
Frequência	60 Hz
Eficiência CA - CA (Round-trip efficiency)	> 80% (PCC 13.8 kV)
PCS (Sistema de Conversão de Potência)	Sistema de conversão a ser integrado com as baterias e o transformador
Características do lado CA de baixa tensão	Tensão nominal: 600 V a 700V Frequência: 60 Hz Auto-consumo: ≤ 2000 W
Características do lado CC	Tensão CC entre 880 V e 1350 V Corrente máxima CC: 1400 A
Transformador de média tensão	Transformador com encapsulamento a vácuo, selado com resina, tolerante a exigência térmica de até 200°C, de dois enrolamentos, 13.8/0.6 a 0.7 kV (definido de acordo com o nível de tensão CA do PCS).
Infraestrutura CA	Instalação em estrutura abrigada, considerando infraestrutura elétrica e eletromecânica.
Sistema de gerenciamento de baterias (BMS)	Funcionalidades do BMS - Monitoramento: i) tensão de cada célula individual; ii) tensão de cada módulo; iii) Tensão de cada rack de bateria; iv) temperatura das células das baterias; v) operação dos sistemas auxiliares (monitoramento de condições térmicas, circuitos de proteção - fusíveis, disjuntores, etc.); vi) condição de carga das baterias e outras funcionalidades necessárias ao correto funcionamento e proteção operacional do BESS.
Interface de comunicação entre o BMS e o EMS da microrrede	Interface ótica (protocolos de comunicação MODBUS TCP/IP, DNP3); Modbus RS485

#### 4.1 Localização da instalação

O BESS será instalado nas dependências do Centro de Lançamento de Alcântara - CLA, como parte da microrrede a ser implantada no referido centro de lançamento. O CLA está localizado no município de Alcântara - MA. Por se tratar de uma instalação militar há aspectos de segurança e especificações de acesso e horário de trabalho que precisarão ser considerados pelo fornecedor/executor do projeto. Na Figura 1 mostra-se fotografia aérea do local para a implantação do BESS e sistema PV.



Figura 1 – Vista aérea da área do CLA na qual será instalada a microrrede, sendo indicada a localidade da planta fotovoltaica que serve de referência para a locação do BESS.

As coordenadas geográficas do CLA são:

Latitude: 2°20'17.8"S

Longitude: 44°25'00.6"W

Na Tabela 2 são apresentadas algumas informações ambientais adicionais do local.

Tabela 2. Informações ambientais do local.

Item	Informação
Temperatura mínima	24 °C
Temperatura máxima	31°C
Número médio de dias acima do 40 °C	< 1
Número médio de dias abaixo de 20 °C	< 1
Humidade relativa do ar	> 90%
Máxima Elevação	11 m
Máxima precipitação pluviométrica (24h)	143,5 mm
Precipitação pluviométrica média (anual)	1817 mm

A locação do BESS foi pré-selecionada, baseada na sua proximidade ao PCC, planta fotovoltaica e área disponível. Na Tabela 3 são indicadas as coordenadas geográficas da locação pré-selecionada.

Tabela 3. Características da locação pré-selecionada.

Coordenadas Geográficas
2°20'22.3"S 44°25'06.9.1"W

## 4.2 Condições de fornecimento

O BESS deve estar em conformidade com as especificações técnicas contidas no presente Termo de Referência. Todos os equipamentos fornecidos devem atender integralmente às normas e requisitos estabelecidos na Seção 9. Caso ocorram itens conflitantes nas normas citadas, deve prevalecer aquele que garante qualidade superior.

O equipamento deve ser entregue no Centro de Lançamento de Alcântara - CLA, localizado no município de Alcântara - MA, com instalação prevista em local pré-selecionado, indicado neste Termo de Referência (item 4.1).

A especificação abaixo estabelece os requisitos básicos que devem ser atendidos para a entrega de equipamento com comissionamento, start-up e treinamento de um sistema completo de armazenamento de energia com baterias, que são:

- Produtos e equipamentos;
- Bateria e sistema de gerenciamento de bateria (BMS);
- Inversor Trifásico do Sistema de Conversão de Energia (PCS);
- Sistemas de operação, controle e gestão das baterias e da microrrede;
- Sistemas auxiliares como controle de temperatura e umidade, sistema de segurança contra incêndio e explosão, entre outros;
- Infraestrutura:
  - Transformador para interligação do PCS a rede elétrica de média tensão (13,8 kV);
  - Acessórios.
- Serviços
  - Automação e Integração de Soluções;
  - Comissionamento;
  - Startup;
  - Treinamento.
- Testes (fábrica e entrega);
  - Testes de acordo com os regulamentos relevantes e/ou com os critérios apresentados na Seção 7;
  - Acompanhamento da equipe do projeto.
- Documentação:
  - Relatório de teste de rotina;
  - Databook;
  - Manuais.
- Responsabilidades:

- Fornecimento de EPI (Equipamentos de Proteção Individual) e EPC (Equipamentos de Proteção Coletiva);
  - Mão de obra;
  - Hospedagem e alimentação;
  - Equipamentos, ferramentas e transporte;
  - Apresentar o planejamento da execução das atividades, considerando regulamentação e normas de segurança previstas na legislação brasileira e àquelas específicas em vigor no CLA, bem como, escala de horários determinados pelo comando do CLA;
  - Procedimento de trabalho em conformidade com a regulamentação e normas de segurança previstas na legislação brasileira e àquelas específicas em vigor no CLA;
  - Condições legais.
- Conformidade com os critérios de garantia.

### 4.3 Cronograma de Fornecimento

Na Tabela 4 é apresentado o cronograma de etapas do processo.

Tabela 4. Cronograma de etapas do processo.

<b>Etapas do processo</b>	<b>Datas (contagem a partir da assinatura do contrato)</b>
Detalhamento do cronograma de entrega	4 semanas
Detalhamento do plano de trabalho	8 semanas
Entrega dos itens e serviços (comissionamento e posta em operação)	12 meses

### 4.4 Itens Fora de Escopo

Os itens a seguir estão fora do escopo deste Termo de Referência:

- Sistema Fotovoltaico (módulos, estrutura, MC4, conectores, cabeamento...)
- Gerador Diesel;
- Cubículos de Média Tensão;
- Chave de isolamento da microrrede;
- Obra civil;
- Base radier para instalação do eletrocentro (solução em container ou modular com Rack) ;
- Adequação da estrutura para alocação dos geradores diesel;
- Tubulação e passagem de cabos;
- Cabeamento e interligação entre equipamentos (potência e controle)
- Alteração e adequação na estrutura elétrica existente (rede de MT e BT, derivações, quadros, transformadores, entrada de energia...);
- Fornecimento de quadros, relés, chaves, seccionadoras;
- Licenças ambientais que se façam necessárias para a instalação do sistema proposto;
- O descomissionamento e recolhimento das baterias no final da vida útil;
- Dashboard e nuvem (Cloud) para armazenamento e visualização de dados;
- Licença Office;

- Internet para acesso aos dados;
- Sim Card 3G para monitoramento a distância.
- Eventuais despesas de serviços públicos;
- Tratativas, documentação, taxas, impostos, etc., com prefeitura local da obra, ou qualquer outro órgão;
- Sobressalentes (exceto aqueles previstos para substituição em garantia);
- Operação assistida (exceto aquela prevista no processo de colocação em operação do BESS e software do EMS).

#### 4.5 Condições de Pagamento (Cronograma de Desembolso)

<b>Etapas do processo</b>	<b>Percentual à ser Pago</b>
Pedido de Compra	30 %
Retorno dos Desenhos Aprovados	10 %
Entrega dos Equipamentos	30 %
30 Dias Após o Faturamento	20 %
Start-up limitado à 90 dias após o Faturamento	10%

## 5 Produtos e Equipamentos

### 5.1 Sistema de Armazenamento de Energia à Baterias (BESS)

O sistema de armazenamento deve ser totalmente instalado em um eletrocentro, sendo admitidas soluções construídas em container fechado e soluções modulares, com uso de Rack e PCS montado em gabinete próprio, para instalação ao tempo, sem previsão de abrigo. Qualquer solução de construção deverá prever sistema de refrigeração para evitar a redução do tempo de vida útil das baterias devido a aquecimento.

Todos os requisitos mínimos de segurança devem ser atendidos para garantir que, na eventualidade de falha dos componentes internos que compõem o sistema de armazenamento, instalados no eletrocentro, que levem a ocorrência de fogo, explosão, liberação de líquidos e/ou gases tóxicos não comprometam a segurança e operação dos equipamentos e das instalações onde o eletrocentro esteja instalado.

O sistema de Armazenamento de Energia à Bateria (BESS) deve disponibilizar os modos de operação/funcionalidades descritos a seguir, sem, no entanto, restringir-se aos mesmos:

- Regulação de fator de potência;
- Peak Shaving;
- Regulação de tensão e frequência;
- Load Leveling;
- Time shifting;
- Estabilização de potência;
- Gerenciamento energético;
- Black Start

Todos os recursos de hardware e software de comunicação, necessários para a conexão do BESS à rede de comunicação que interligará o mesmo ao EMS da microrrede, devem ser providos pelo fornecedor do sistema.

## 5.2 Módulo de Bateria

A química das baterias que integrarão o sistema de armazenamento de energia deve ser ferrofosfato (LFP). Esta química caracteriza-se pela segurança superior quando comparada a outras químicas de íons de lítio, maior resiliência a variação de temperatura, alta confiabilidade, maior densidade de potência, elevada vida útil.

### 5.2.1 Baterias Íon-Lítio

O BESS deverá ter as seguintes características técnicas:

#### **Baterias – Célula**

Química da Célula	Íon-Lítio, LFP
Tensão Nominal	3,2 V
Tensão de Operação	2,8 V a 3,6 V
Capacidade Nominal	280 Ah
Energia Nominal	896Wh
Temperatura de Operação (Carga)	0°C a 55°C
Temperatura de Operação (Descarga)	-20°C a 55°C

#### **Baterias – Módulo**

Tensão Nominal	64 V
Tensão de Operação CC	56 V a 72 V
Capacidade Nominal	280 Ah
Energia Nominal	17,92 kWh (BOL)
Temperatura de Operação (Carga)	0°C a 55°C
Temperatura de Operação (Descarga)	-20°C a 55°C
Refrigeração	Ar forçado ou líquido

#### **Baterias – Rack**

Arranjo	15 módulos em série – 1 control box (BMS)
Tensão Nominal	960 V
Energia Nominal	268 kWh (BOL) ou superior
Refrigeração	Ar forçado ou líquido

#### **Baterias – Banco**

Racks	4 (admite-se configuração
-------	---------------------------

	distinta, desde que preservada a capacidade de armazenamento global de BESS)
DC Combiner (QDCC)	1
Control Cabinet	1 (com datalogger para o sistema de baterias)
Capacidade Nominal	1000 kWh (BOL)
Ciclos	6000 (90% DoD, 1C/1C, 80% RET, 20°C, retenção de capacidade > 80%)
Vida projetada	> 10 anos
Auto descarga	< 3% ao mês
Normas Atendidas	UL 1973, IEC 62619, UN38.3

Também devem ser observados os seguintes aspectos:

- O módulo de baterias deve ser dimensionado para uma perda de capacidade máxima de 20% em 10 anos (tempo de vida projetado);
- O valor da resistência interna das células deve ser conhecido e informado pelo fabricante. É desejado que seja informado o valor estimado da resistência interna das células ao fim do tempo de vida útil das mesmas;
- A taxa de auto descarga do módulo de baterias (ou célula individual) deve ser conhecida e informada na proposta técnica;
- A taxa de descarga das células deve ser conhecida e informada na proposta técnica;
- O número de ciclos de carga/descarga até o fim da vida útil das baterias e a profundidade de descarga dos ciclos deve ser conhecida e informada na proposta técnica;
- O calendário de vida útil deve ser conhecido e informado na proposta técnica;
- A eficiência de "energy round-trip" deve ser conhecida e informada;

O fornecedor deve entregar as seguintes informações relativas as células, no formato da Tabela 5.

Tabela 5. Especificações Técnicas da Célula (a serem disponibilizadas pelo fornecedor).

Item	Símbolo	Unidade	Valor
Taxa de carga/hora nominal	$n$		
Taxa de descarga/hora nominal	$n'$		
Taxa de potência de carga n-hour	$Prcn$	W	
Taxa de potência de descarga n-hour	$Prdn'$	W	
Taxa de energia de carga n-hour	$Ercn$	Wh	
Taxa de energia de descarga n'-hour	$Erdn'$	Wh	
Taxa de capacidade de carga n-hour	$Crcn$	Ah	



Taxa de capacidade de descarga n'-hour	<i>Cr<sub>dn'</sub></i>	Ah	
Tensão nominal da célula		V	
Dimensões da célula (L × W × H)		Mm	
Peso da célula		Kg	
Tensão de fim de carga da célula		V	
Tensão de fim de descarga da célula		V	
Tensão de alarme de carga da célula		V	
Tensão de alarme de descarga da célula		V	
Tensão de proteção de carga da célula		V	
Tensão de proteção de descarga da célula		V	
Alarme temperatura da célula		°C	
Temperatura de proteção da célula		°C	
Nota: n e n' devem ser selecionados entre os seguintes valores: 8, 4, 2, 1, 0.5 e 0.25.			

O fornecedor deve disponibilizar as informações dos módulos, apresentando-as no formato da Tabela 6.

Tabela 6. Especificações Técnicas dos Módulos (a serem disponibilizadas pelo fornecedor).

Item	Símbolo	Unidade	Valor
Taxa de carga/hora nominal	<i>n</i>		
Taxa de descarga/hora nominal	<i>n'</i>		
Taxa de potência de carga n-hour	<i>Prc<sub>n</sub></i>	kW	
Taxa de potência de descarga n-hour	<i>Pr<sub>dn'</sub></i>	kW	
Taxa de energia de carga n-hour	<i>Erc<sub>n</sub></i>	kWh	
Taxa de energia de descarga n'-hour	<i>Er<sub>dn'</sub></i>	kWh	
Taxa de capacidade de carga n-hour	<i>Crc<sub>n</sub></i>	Ah	
Taxa de capacidade de descarga n'-hour	<i>Cr<sub>dn'</sub></i>	Ah	
Tensão nominal do módulo		V	
Dimensões do módulo (L × W × H)		mm	
Peso do módulo		kg	
Tensão de fim de carga da célula		V	
Tensão de fim de descarga da célula		V	
Tensão de fim de carga do módulo		V	
Tensão de fim de descarga do módulo		V	

Tensão de alarme de carga da célula		V	
Tensão de alarme de descarga da célula		V	
Tensão de proteção de carga da célula		V	
Tensão de proteção de descarga da célula		V	
Tensão de alarme de carga do módulo		V	
Tensão de alarme de descarga do módulo		V	
Tensão de proteção de carga do módulo		V	
Tensão de proteção de descarga do módulo		V	
Temperatura de alarme da célula		°C	
Temperatura de proteção da célula		°C	
Tensão de proteção de descarga do cluster		V	
Nota: n e n' devem ser selecionados entre os seguintes valores: 8, 4, 2, 1, 0.5 e 0.25.			

O módulo de baterias deve incluir monitoramento, sistema de alarme e procedimentos de manutenção prescritos para detectar condições anormais da bateria e notificar o responsável de sua ocorrência. Além disso, este sistema deve suprimir automaticamente qualquer condição perigosa, como altas temperaturas ou incêndio. As condições anormais devem incluir, mas não estão limitadas a: (1) baterias que não podem fornecer capacidade nominal após carga completa, (2) baterias de alta resistência ou circuito aberto, (3) baterias que apresentem alta resistência ou conexões abertas, (4) baterias com temperaturas acima dos limites de operação e (5) baterias em curto-circuito interno.

O monitoramento da bateria deve ser especificado para alertar o pessoal apropriado em tempo hábil de que existe ou pode existir uma condição anormal da bateria. Este requisito é para evitar que o SISTEMA opere em uma condição degradada, apresente perda prematura de capacidade ou danos ao equipamento que podem resultar de certos tipos de falha de bateria que são comumente conhecidos para o tipo de bateria especificado. Todos os alarmes devem fazer parte do sistema de supervisão e controle, e devem incluir exibição remota ou capacidade de advertência.

Para atingir os requisitos acima descritos, o sistema de gerenciamento da bateria (BMS) deve apresentar modelo de gerenciamento de arquitetura em três níveis, dividido em:

- Circuito de supervisão da célula;
- Unidade de gerenciamento de bateria;
- Unidade de gerenciamento de Rack de baterias.

Além disso o BMS deverá apresentar as funcionalidades a seguir:

- Interface de Comunicação com o conversor bidirecional e sistema de gerenciamento de energia (EMS) da microrrede;
- Estimativa do estado de carga da bateria (SOC) – Precisão < 3%;

- Estimativa do estado de saúde de bateria (SOH);
- Estimativa do estado de potência da bateria (SOP);
- Controle de potência do circuito de alta tensão (HV);
- Monitoramento dos circuitos de alta tensão (HV);
- Medição de tensão da célula;
- Medição de tensão do módulo de baterias;
- Medição de temperatura da célula;
- Medição de corrente do rack de baterias (Variação de Corrente: -500 A a 500 A, Precisão: +/- 0,5%);
- Medição de tensão do rack de baterias (Variação: 0 V a 1500 V; Precisão: +/- 0,5%);
- Balanceamento das células das baterias;
- Medição de isolamento do sistema;
- Diagnóstico de falhas.

### 5.3 Sistema de Conversão de Potência (PCS)

O PCS é a interface entre o barramento CC das baterias e o barramento CA do inversor, sendo responsável pelo processo de recarga e descarga das baterias. O PCS deverá permitir a operação em paralelo com unidades de geração diesel. O PCS deverá permitir a operação em paralelo de unidades de conversão. O PCS deve monitorar as variáveis elétricas, alarmes de interesse e estar totalmente integrado ao sistema de operação, controle e gerenciamento de energia da bateria (BESS) e ao EMS da microrrede. Além disso, o PCS deve respeitar as seguintes características:

- Conexão à rede com uso de transformador de potência com tensão fase-fase de 13,8 kV (fase-neutro de 8,0 kV) e frequência de 60Hz;
- O PCS deve ter potência nominal aparente compatível com a potência do sistema de armazenamento especificado;
- O tempo máximo de resposta do PCS deve ser conhecido e informado na proposta técnica;
- As regiões de operação e parâmetros dos filtros do PCS devem ser conhecidas e informadas no caso da aquisição do equipamento;
- As curvas de carga e descarga do PCS, considerando parâmetros de controle como "taxa de rampa", "tempo de configuração", "latência do sistema", "tempo de inicialização", "tempo de desligamento", devem ser conhecidas e informadas no caso da aquisição do equipamento;
- A curva de capacidade do PCS deve ser conhecida e informada na proposta técnica;
- O PCS deve incluir todos os recursos de proteção elétrica e alarmes operacionais que identifiquem condições de operação fora dos parâmetros operacionais. Esses alarmes devem ser integrados ao sistema de operação, controle e gerenciamento de energia da bateria (BMS) e ao EMS da microrrede.
- Valor máximo na curva de eficiência dos inversores:  $\geq 97\%$ ;
- Índice de proteção mínimo:
  - ✓ Considerando PCS dentro de um container:  $\geq$  IP 21;
  - ✓ Considerando o PCS exposto ao clima:  $\geq$  IP 54;
- Umidade relativa máxima:  $\geq 95\%$ ;
- Deve ter certificação conforme descrito no item 5.4.7.1 (Especificação do inversor bidirecional);
- O PCS deve ter um sistema de controle de temperatura adequado para funcionar nas condições ambientais do local do projeto;
- O PCS deve ser alojado dentro de um ou mais invólucros à prova d'água e à prova de poeira

adequados, com provisões para evitar a condensação de umidade e para evitar a entrada de água, sal, poeira do ar, roedores, insetos e / ou semelhantes.

As condições de operação que o sistema PCS deve atender para conexão com a rede de distribuição da Equatorial estão detalhadas na “NT.020.EQTL - CONEXÃO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO” e na “NT.021.EQTL - CONEXÃO DE MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO”, normas da Equatorial Energia. Além disso, as condições de funcionamento do PCS devem estar em estrita conformidade com o estabelecido pelo PRODIST em seu Módulo 8 - Qualidade da Energia Elétrica.

#### 5.4 Condições de Tensão em Regime Permanente

O PCS deve ser capaz de operar normalmente, em regime permanente, de acordo com os valores da tensão de alimentação (TA), conforme Tabela 7, em seu ponto de conexão.

Tabela 7. Valores de Tensão no Ponto de Conexão à Rede de Distribuição

<b>Pontos de conexão com tensão nominal (Vn) na faixa de 1 kV &lt;Vn &lt;69 kV</b>	
<b>Tensão de serviço (VA)</b>	<b>Tensão medida (TL) x Tensão de referência (TR)</b>
Adequada	$0.93 TR \leq TL \leq 1.05 TR$
Precária	$0.9 TR \leq TL \leq 0.93 TR$
Crítica	$TL < 0.9 TR$ ou $TL > 1.05 TR$

##### 5.4.1 Condições de operação em caso de variação de tensão

O PCS deve ser capaz de detectar uma condição de tensão anormal na rede e continuar operando por um certo tempo ou coordenar a desconexão imediatamente da microrrede. As regiões (tempo x tensão) de operação do PCS devem ser evidenciadas no caso de ocorrências de distúrbios de tensão de diferentes naturezas. Caso o PCS atue de forma diferente em determinado modo de operação, por exemplo, um modo de suporte de tensão, este comportamento também deve ser evidenciado na proposta. Devem ser apresentados os limites de operação em caso de variações de tensão.

##### 5.4.2 Condições de operação no caso de variação de frequência (modo alimentador da rede - grid-feeding)

O PCS deve operar em condições normais (regime) dentro dos limites de frequência de 59,9 Hz e 60,1 Hz. Quando houver distúrbios na rede de distribuição da Equatorial, o PCS deverá coordenar a desconexão da microrrede caso a frequência não volte para a faixa de 59,5 Hz a 60,5 Hz em 30 segundos. Caso a desconexão seja necessária durante os distúrbios de frequência, a frequência:

- Não pode exceder 66 Hz ou ser inferior a 56,5 Hz em condições extremas;
- Pode permanecer em operação acima de 62 Hz por no máximo 30 segundos e acima de 63,5 Hz por no máximo 10 segundos;
- Pode permanecer abaixo de 58,5 Hz por um máximo de 10 segundos e abaixo de 57,5 Hz por um máximo de 5 segundos.

### 5.4.3 Condições e operação no caso de variação de frequência (modo formador de rede)

O PCS deve operar em condições normais (regime) dentro dos limites de frequência de 59,9 Hz e 60,1 Hz. Em caso de operação ilhada da microrrede, o PCS deve manter os valores de frequência no PCC (ponto de conexão comum) dentro dos limites listados a seguir para o caso de uma reconexão com a rede:

- Valor mínimo padrão: 59,5 Hz (podendo ser ajustado dentro da faixa de 59,0 Hz até 59,9 Hz);
- Valor máximo padrão: 60,5 Hz (podendo ser ajustado dentro da faixa de 60,1 Hz até 61,0 Hz).

### 5.4.4 Limites de distorção harmônica

As distorções harmônicas são fenômenos associados a deformações nas formas de onda de tensão e corrente em relação à onda senoidal da frequência fundamental de 60Hz. De acordo com índices especificados nos Procedimentos de Distribuição (PRODIST – Módulo 8) e nos Procedimentos de Redes, Submódulo 2.8, os valores de referência para distorções harmônicas totais são apresentados nas Tabelas a seguir:

Tabela 8. Limites de Distorção Harmônica Total da Tensão (Fonte: PRODIST)

Tensão Nominal (Vn) no ponto de conexão	Distorção harmônica total da tensão em relação a amplitude da fundamental
1 kV < Vn ≤ 13,8 kV	8%

Tabela 9. Limites de distorção harmônica: Ordem ímpar múltiplos de 3 para tensão nominal menor que 69 kV (Tensão Nominal (Vn) no ponto de conexão) (Fonte: Procedimentos de Rede – Submódulo 2.8)

Ordem da harmônica	Percentual de distorção harmônica em relação a amplitude da fundamental
3	5 %
9	3 %
15 a 25	2 %
> 27	1 %

Tabela 10. Limites de distorção harmônica: Ordem ímpar não múltiplos de 3 para tensão nominal menor que 69 kV (Tensão Nominal (Vn) no ponto de conexão) (Fonte: Procedimentos de Rede – Submódulo 2.8)

Ordem da harmônica	Percentual de distorção harmônica em relação a amplitude da fundamental
5	5 %
7	5 %
11	3 %
13	3 %
17	2 %
19	2 %
23	3 %
25	2 %
> 27	1 %

Tabela 11. Limites de distorção harmônica: Ordem para tensão nominal menor que 69 kV (Tensão Nominal (Vn) no ponto de conexão) (Fonte: Procedimentos de Rede – Submódulo 2.8)

<b>Ordem da harmônica</b>	<b>Percentual de distorção harmônica em relação a amplitude da fundamental</b>
2	2 %
4	2 %
6	2 %
8	1 %
10	1 %
12	1 %
> 12	1 %

É conveniente que a energia injetada pelo sistema de armazenamento tenha baixos níveis de distorção harmônica da corrente para garantir que nenhum efeito adverso ocorra nos demais equipamentos conectados à rede. A Distorção de Demanda Total da corrente injetada no alimentador durante a operação de carga / descarga nominal (1 MW) deve ser informada na proposta.

#### 5.4.5 Bandas de fator de potência

O fator de potência (FP) fornecido pelo PCS em seu ponto de conexão deve estar entre 0,92 indutivo e 0,92 capacitivo. É desejável que o PCS opere em regime permanente com o fator de potência o mais próximo possível do unitário. Essas limitações do fator de potência não são aplicáveis em modos de operação que requerem FP diferente, como controle de quatro quadrantes.

#### 5.4.6 Controle Externo

O PCS deve ter uma interface de controle externa totalmente integrada com o sistema de gerenciamento da bateria (BMS). Esta integração deve incluir a supervisão dos parâmetros de interesse do sistema (lista de parâmetros apresentada junto ao BMS), alarmes de operação, bem como a operação remota do sistema. Destacam-se os seguintes pontos:

- A operação remota do PCS consiste, no mínimo, na possibilidade de conectar e desconectar o BESS, bem como na mudança da potência ativa e reativa ou modo de controle.
- O tempo de resposta para conexão e desconexão do PCS deve ser evidenciado;
- A região de operação do PCS deve ser evidenciada com base nas potências nominal ativa e reativa do equipamento.

#### 5.4.7 Inversor bidirecional

O PCS deverá ser constituído por dois conversores bidirecionais trifásicos de 500 KVA cada, ou de potência superior, com refrigeração forçada líquida integrada, sem transformador, com topologia de três níveis, com capacidade de operação em paralelo com outras unidades de conversores. O PCS deve ter tecnologia que permita integração de baixo custo com sistemas de armazenamento de energia e qualquer tipo de sistema de potência. Os dois conversores trabalharão em paralelo formando uma capacidade nominal de no mínimo 1000 kVA e devem apresentar, entre outras, as seguintes características:

- Eficiência de 97% ou maior;

- Configuração modular, flexível, que permita a operação em paralelo de duas ou mais unidades, com possibilidade de atingir potência total de pelo menos até 2,5 MW;
- Baixo custo de instalação devido as conexões do barramento (*closed coupled bus connections*);
- Sistema de refrigeração líquida completamente integrado e eficiente;
- Modelo de estabilidade dinâmica atendendo aos padrões WECC e IEC;
- Características de tecnologia de controle que provê estabilização amigável com redes fracas e microrredes, incluindo black start, transição suave para o modo ilhado e resincronização;
- Controle ZVRT / LVRT / 4 quadrantes;

#### 5.4.7.1 Especificações do inversor bidirecional

Potência Aparente Nominal (à tensão nominal Vca )	500 kVA ou superior
Quantidade	2
Tensão fase-fase de Saída (PCS) – lado de baixa tensão	600 a 700 Vca
Variação da tensão de saída	+10% / -12 %
Eficiência de Conversão na Saída do PCS	≥ 97%
Frequência	60 Hz
THDi	< 3%
THDv	< 3%
Certificação	EN 61000 (PARTES 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6), CISPR 11, EN 55011, EN 50178, IEC 62116, NBR IEC 62116, IEC 62109-1, IEC 62109-2, NBR 16149, NBR 16150
Autoconsumo máximo	2000W

#### 5.4.7.2 Valores nominais CC

Faixa de tensão CC	Na faixa de 840 Vcc – 1500 Vcc
Máxima corrente CC	1400 Acc
Número de entradas	1

#### 5.4.7.3 Requisitos ambientais

Temperatura de Armazenamento	-40°C a +60°C
Temperatura de operação	-10°C a +55°C
Altitude Máxima (m)	2000
Ruído (dB)	< 75
Refrigeração	Ar Forçado ou Líquido
Dissipação Térmica (kW)	< 2

#### 5.4.7.4 Unidade de controle/comunicação

Interface de Controle	Modbus-RTU (RS485, USB), Modbus
-----------------------	---------------------------------

Transição ON-OFF grid	TCP/IP (Ethernet)
Transição	Sim, nos dois sentidos Sem interrupção no fornecimento de energia (seamless, tempo máximo de transição de 200ms)
Partida a frio (Black-start)	SIM
Conectado à rede ( <i>grid following</i> )	Referências externas: PQ (potência)   DQ (corrente)   Fator de potência
Isolado (formador de rede)	Referências externas: PQ Controle Droop Limitação de corrente durante faltas e inrush

#### 5.4.7.5 Proteções

Proteção CA	Sobretensão, subtensão, sobrefrequência, subfrequência, sobrecorrente, sobretemperatura
Proteção CC	Sobretensão, sobrecorrente
Características de segurança	Sobretensão, sobrecorrente, sobretemperatura

### 5.5 Sistema de Gerenciamento de Energia (EMS)

O EMS (Energy Management System) gerencia a interação entre o BESS, geradores locais (Gerador FV e geradores diesel) e a rede da concessionária a partir do PCC. Deve permitir o controle local e remoto das variáveis de interesse do sistema de armazenamento, ativar uma estratégia integrada de despacho de unidades de geração/armazenamento (dependendo do modo ativado, seja este on-grid ou off-grid), atender requisitos preestabelecidos de segurança operativa, monitorar as grandezas elétricas, estado operacional e alarmes de todo o sistema de armazenamento (PCS e BESS).

O EMS deve possuir plataforma de acesso local, com monitor de status em tempo real, permitindo a visualização de dados de monitoramento, alarmes, curvas de carga e descarga, envio de comandos de controle, alteração de modos de operação, entre outros. Também deve ser possível controlar e monitorar remotamente o BESS por meio de um protocolo de comunicação aberto (Modbus TCP / IP, Modbus RS485, DNP3).

Para o sistema de controle / supervisão, deverão ser utilizados CLPs e Unidades Remotas, com módulos de comunicação Ethernet com protocolos Modbus e DNP3.0, para comunicação com o sistema de supervisão e periféricos. Os CLPs e Unidades Remotas deverão ser instaladas em caixas metálicas com grau de proteção IP42 (para uso abrigado) e IP65 (para uso ao tempo).



## 5.6 A microrrede CLAGrid

A Microrrede do CLA apresenta algumas peculiaridades próprias de um Centro de Lançamento, as quais norteiam a política de operação e imprimem requisitos para software e hardware que formarão parte da solução a implementar. Os modos de operação previstos e situações associadas são:

- a. **operação off-grid programada:** neste cenário, a microrrede se desliga de forma programada da rede da concessionária, mantendo-se assim por 8 a 10 horas. Durante este tempo, o objetivo dominante é a segurança operativa; isto é, a operação da microrrede ilhada deverá ser garantida pelo menos para contingências de geração n-1, provendo as reservas sincronizadas necessárias de geração.  
Os cenários de contingências prováveis devem ser estudados e então programadas as ações de remanejamento de carga sem perda da qualidade de energia.  
Notar que na operação off-grid o objetivo econômico não procede, sendo prioritária a operação segura e resiliente, incluindo, para casos extremos, o corte seletivo de carga em prol da segurança energética de cargas prioritárias da microrrede.
- b. **Operação on-grid:** nesta forma de operação, o objetivo principal é o *econômico*, isto é, reduzir os gastos incorridos pela compra de energia da Concessionária. Ações de peak-shaving e arbitragem de energia devem ser programadas, de forma a explorar eficientemente a planta de geração FV, assim como a unidade de armazenamento de energia. Esta operação vai acompanhada pelos benefícios da redução de emissões, uma vez que a única fonte energética da microrrede a operar neste cenário é o gerador FV.
- c. **Ilhamento intempestivo (off-grid não programado):** a saída não prevista de operação da rede da concessionária deverá ser suportada pela microrrede, com a abertura imediata da chave de conexão, assumindo o sistema de armazenamento a função de **formador de rede**, preservando o atendimento às cargas prioritárias ou todas as cargas, dependendo do SOC atual e dos transitórios a mitigar, posteriormente despachando geradores se a situação exigir.

Tendo em vista os cenários de operação da Microrrede CLA-Grid, o EMS a ser fornecido deve ser provido de funcionalidades que permitam realizar as ações de monitoramento e controle descritas a seguir.

### 5.6.1 Funcionalidades e Modos de operação

Esta seção apresenta os modos de operação/funcionalidades obrigatórios, mas não limitados, exigidos no EMS. Esses modos de operação devem ser implantados localmente e disponibilizados por meio de um EMS de microrrede. Qualquer discrepância entre a descrição dos modos de operação apresentada neste documento e aquela do equipamento oferecido deve ser explicada na proposta. Modos operacionais poderão ser especificados e são o diferencial de natureza de pesquisa e desenvolvimento do projeto.

O EMS a ser fornecido deverá disponibilizar as seguintes funcionalidades:

- Monitoramento e controle do sistema de geração FV e armazenamento de dados;
- Monitoramento e controle dos grupos geradores e armazenamento de dados;

- Monitoramento e controle do BESS;
- Monitoramento e controle da chave no ponto de conexão da microrrede (PCC);
- Monitoramento e controle das cargas da microrrede, distribuídos entre, pelo menos, 10 centros de carga que integram a microrrede;
- Monitoramento e armazenamento de dados de energia, potência, tensão e corrente (medição bidirecional) em tempo real no PCC;
- Visando atender às especificidades da microrrede objeto deste Projeto, a definição das funcionalidades será realizada em conjunto pelas equipes UFMA e da empresa fornecedora, sendo esta última a responsável da elaboração e modificações no código fonte do EMS;
- O software do EMS deve permitir a configuração de parâmetros operacionais da microrrede que possibilitem ajustar sua operação para atendimento de requisitos operacionais de segurança, desempenho e econômicos. As telas de configuração deverão ser de fácil interpretação e uso, tanto da aplicação EMS executada no ambiente do servidor, como em Interface Homem/Máquina (IHM);
- Previsão de transição **on-grid para off-grid e off-grid para on-grid atendendo os requisitos técnicos exigidos pelas normas IEEE Std 2030.7TM-2017 e IEEE Std 2030.9TM-2019;**
- Previsão de interfaces de acionamento, pelo usuário, dos modos de operação planejados: on-grid e off-grid.

O sistema EMS deverá contemplar, MINIMAMENTE, os modos de operação/funcionalidades indicadas a seguir. Deve ser observado que para aqueles modos de operação/funcionalidades que são parte integral do BESS, em nível do EMS serão previstos apenas os recursos necessários para configuração/parametrização dos mesmos, ficando a execução do modo/funcionalidade de responsabilidade do BESS. Seguem os modos/funcionalidades:

- Modo On-grid:

Considerando a descrição do modo de operação on-grid apresentado na seção anterior, a microrrede opera com fornecimento de energia da rede e do sistema fotovoltaico. O sistema de armazenamento não cumpre tarefa de formador de rede, sendo ele explorado com funções econômicas e operacionais como descrito a seguir:

- Injeção na rede (Grid-feeding):
  - Amortecimento da flutuação de potência (*Renewable Smooth*): Amortecimento das flutuações rápidas de geração da fonte fotovoltaica e dos ciclos de operação de cargas dinâmicas (Implementação em nível do BESS);
  - Gerenciamento de excesso de geração da fonte fotovoltaica (*Renewable shifting*): Prever estratégia de gerenciamento da potência excedente gerada pela fonte fotovoltaica para uso em horários de pico de demanda (Implementação em nível do BESS);
  - *Peak Shaving*: Redução de pico de demanda a partir do uso da energia armazenada (Implementação em nível do BESS);
  - Suporte de tensão para gerenciar as flutuações de tensão (Implementação em nível do BESS).
- Arbitragem de energia: gerenciamento ótimo de energia;

- Operação do BESS: sincronização, carregamento, descarga/despacho, etc (Implementação em nível do BESS);
  - Monitoramento do BESS: SOC, SOH, SOP, temperatura, tensões, correntes, potência, diagnóstico e sinalização de falhas, set points de potência e status do conversor (Implementação em nível do BESS);
  - Controle, operação e monitoramento do Gerador FV;
  - Prever capacidade de comandar de forma programada a abertura/fechamento da chave de conexão da microrrede com a rede, possibilitando a operação, intencional, da microrrede nos modos ilhado e conectado;
- Modo Off-grid:
    - Controle de tensão e frequência (Grid-forming), (Implementação em nível do BESS);
    - Controle do estado de carga das baterias (Implementação em nível do BESS);
    - Gerenciamento da operação dos geradores diesel;
    - Implementação de estratégias de despacho das fontes para garantir a máxima resiliência possível e maximizar a segurança operativa;
    - Implementação de estratégias de controle de segregação de cargas, visando a maximização da autonomia de fornecimento de energias às cargas críticas da microrrede;
    - Prever cenários de segurança que atendam critérios n - 1 dos recursos energéticos do sistema: perda/desconexão de um gerador; perda/desconexão do BESS; perda/desconexão do gerador FV; considerar no caso extremo cortes de carga seletivo;
    - Implementação de estratégias de recomposição: resincronização de unidades que estavam desligadas ou foram perdidas temporariamente;
    - Prever capacidade de comandar de forma programada a abertura/fechamento da chave de conexão da microrrede com a rede, possibilitando a operação, intencional, da microrrede nos modos ilhado e conectado.
- Transição programada de on-grid para off-grid:
    - Proporcionar a transição do modo conectado para o modo ilhado de forma suave (seamless switching), em tempo que não implique no desligamento das cargas alimentadas e com capacidade de Black-Start, no evento de falta de energia provida pela rede da concessionária (Implementação em nível do BESS);
    - Sincronização da microrrede com a rede para a transição do modo ilhado para o modo conectado;
    - Verificação prévia da disponibilidade e capacidade operativa dos recursos energéticos do sistema;
    - Preferencialmente, o chaveamento deve ser feito com fluxo de potência nulo através da chave de conexão/desconexão da microrrede. Isto significa que a potência gerada na microrrede deve ser igualada à demanda da carga interna da mesma (demanda ativa e reativa) antes da abertura da chave;
    - Atendimento os requisitos técnicos exigidos pelas normas IEEE std 1547-2018, IEEE Std 2030.7TM-2017 e IEEE Std 2030.9TM-2019.
  - Transição programada de off-grid para on-grid:
    - Ressincronização com a rede da concessionária e retorno ao modo de operação on-grid ;

- Atendimento os requisitos técnicos exigidos pelas normas IEEE std 1547-2018, IEEE Std 2030.7TM-2017 e IEEE Std 2030.9TM-2019.
- Transição não programada de off-grid para on-grid
  - Ressincronização com a rede da concessionária e retorno ao modo de operação on-grid (Implementação em nível do BESS);
  - Atendimento os requisitos técnicos exigidos pelas normas IEEE std 1547-2018, IEEE Std 2030.7TM-2017 e IEEE Std 2030.9TM-2019.
- Protocolos de operação sob as seguintes contingências:
  - Presença de curto-circuito ou abertura de fase na rede de distribuição que compõe a microrrede ou na rede de distribuição externa à microrrede;
  - Detecção de indisponibilidade de qualquer um dos recursos energéticos da microrrede (fontes de geração de energia e BESS).

Modos de operação: informações complementares

#### # Grid-feeding

Neste caso, o BESS funciona como uma fonte de quatro quadrantes controlada remotamente cujo sinal de potência de injeção/consumo é enviado pelo EMS da microrrede. O sinal de potência deve ser considerado pelo BESS como um set-point, cuja total implementação dependerá das condições concorrentes do BMS e PCS.

#### # Peak Shaving

No caso da estratégia de redução de pico, os sinais de comando de recarga/descarga podem ser tais que a energia despachada do BESS evita que o nível de energia em um ponto de referência exceda um limite desejado. O sistema seria descarregado em qualquer nível de potência até o nível de potência máximo especificado. O número de operações anuais planejadas para este modo de operação deve ser especificado. A potência de saída de cada ciclo operacional deve ser prevista como constante ou variável.

#### # Arbitragem de energia

Este modo de operação possibilita deslocar a curva de carga do alimentador ao qual o sistema de armazenamento está conectado, de um período de alta demanda para um período de baixa demanda, com base em parâmetros pré-definidos no local ou remotos. Devem ser detalhados todos os parâmetros usados para executar este modo de operação.

#### # Grid-forming

Quando a microrrede operar isolada, desconectada da rede principal, devido a uma indisponibilidade, manutenção ou imposição de operação, o EMS que gerencia a microrrede enviará um sinal ao BESS para que o PCS mude seu modo de operação para o modo de formação de rede, no qual o BESS fornecerá a referência de tensão e frequência para a microrrede, sujeita às suas condições operativas atuais, em especial o controle de frequência e tensão e o controle do SoC das baterias.

#### # Black start

O BESS deve ser capaz de energizar a rede CA após um desligamento total. Isso deve ser feito via controle local e controle remoto via EMS da microrrede.

Deve haver a possibilidade de alternar entre os diferentes modos de operação indicados acima. No caso de operação simultânea de dois modos de operação, a potência e a capacidade de energia disponível para cada modo devem ser conhecidas, informadas e controladas.

Deve haver a possibilidade de alterar os pontos de ajuste para cada modo de operação. Deve ser indicada a faixa de valores entre os quais os parâmetros de set-point de cada modo de operação podem ser alterados sem perder o desempenho do BESS estabelecido nos requisitos da GARANTIA.

## 5.6.2 Registrador de dados

O registrador de dados deve incluir sistema de alarme e monitoramento das seguintes variáveis para operacionalização e armazenamento de dados. Este monitoramento deve ser sincronizado (tempo) com o EMS da microrrede:

- Tempo (Dia / Mês / Ano / hora);
- Registro de variáveis com período de amostragem dinâmica dependendo do modo de operação;
- Modos de operação habilitados;
- Monitoramento de tensões em todos os pontos possíveis no sistema, com pelo menos as seguintes variáveis:
  - Tensão CC na bateria;
  - Tensão no lado CA do PCS;
  - Tensão no ponto de acoplamento comum (PCC).
- Monitoramento de correntes em todos os pontos possíveis do sistema, com pelo menos as seguintes variáveis:
  - Corrente através da bateria (bidirecional);
  - Corrente no lado CA do inversor CC / CA;
  - Corrente no ponto de acoplamento comum (PCC).
- Potência ativa, reativa, aparente e fator de potência nos seguintes pontos:
  - Ponto comum de acoplamento do sistema com o barramento de média tensão do SE;
  - Lado CA do inversor;
  - Bateria (somente alimentação ativa).
- Monitoramento de temperatura em todos os pontos possíveis no sistema, com pelo menos as seguintes variáveis:
  - Temperatura da bateria;
  - Temperatura dos conversores do PCS;
  - Temperatura interna do container, ou Rack, de acordo com a montagem ofertada para o eletrocentro.
- Monitoramento da distorção harmônica total de tensão e corrente nos seguintes pontos:
  - Lado CA do inversor CC / CA;
  - Ponto de acoplamento comum (PCC).
- Monitoramento de todas as variáveis e parâmetros fornecidos pelo Sistema de Gerenciamento de Bateria com pelo menos as seguintes variáveis:
  - Estado de carga (SoC) do banco de baterias;
  - Estado de saúde (SoH) da bateria;
  - Estado da função da bateria (SoF).

### 5.6.2.1 Acesso remoto ao registrador de dados

As informações e registros do registrador de dados do sistema devem estar disponíveis em tempo real, para serem acessados remotamente considerando a taxa de aquisição de dados do respectivo modo de operação.

Além disso, deve ser fornecido acesso ao armazenamento em massa do registrador de dados. O período total que os dados podem ser armazenados e as variáveis e / ou parâmetros que podem ser registrados devem ser reportados. Após o preenchimento da memória de massa, deve ser indicado se os registros salvos serão substituídos por novos registros (memória circular) ou o equipamento só deixará de registrar quando sua memória for preenchida;

Os dados devem ser registrados em arquivos de dados não proprietários (ACSII, CSV) ou em qualquer outro formato que permita sua análise pós-processamento.

### 5.6.3 Integração com EMS da microrrede CLA

O BESS deve estar pronto para ser integrado com o EMS da microrrede do CLA. O fornecedor deve garantir que o seguinte conjunto de variáveis de supervisão e controle em tempo real estará disponível para o EMS de microrrede, não se restringindo apenas a estes:

- Monitoramento:
  - Status e alarmes do BESS;
  - SOC estimado (estado de carga);
  - SOH estimado (estado de saúde);
  - SOP estimado (estado de energia);
  - Tensão da célula e/ou do módulo;
  - Tensão do rack de baterias;
  - Temperatura da célula;
  - Corrente CA total e corrente de rack de baterias;
  - Status de isolamento do sistema.
- Ao controle:
  - Modo de operação;
  - Pontos de ajuste relacionados a cada modo de operação.

## 5.7 INFRAESTRUTURA

A infraestrutura necessária abrangerá a parte elétrica, lógica e eletromecânica, disponibilizando os recursos para conexão do ramal de média tensão e o ramal da planta fotovoltaica, de forma a garantir o correto funcionamento do sistema de armazenamento de energia, a conexão, proteção e elementos de controle de acordo com a regulamentação em vigor.

### 5.7.1 Infraestrutura elétrica e eletromecânica

Toda infraestrutura elétrica, lógica e eletromecânica para implantação do sistema de armazenamento de energia deve estar prevista, em especial os itens a seguir.

#### 5.7.1.1 Unidade de processamento de lógica de controle (local e remota) e IHM.

O hardware necessário para suportar o sistema EMS deverá dispor de módulos de comunicação Ethernet, com protocolo MODBUS. Controlador Lógico Programável (CLP) para processamento da lógica de controle. Unidade de IHM que possibilite a um operador atuar localmente, no evento de falha do sistema de comunicação para acesso remoto. Os dispositivos de hardware devem ser acondicionados em gabinete metálico, com grau de proteção IP42 (para uso abrigado) e IP65 (para uso ao tempo), com tratamento anticorrosivo e pintura epóxi a pó, com iluminação interna e sistema de desumidificação. Todos os insumos para montagem dos equipamentos no interior do gabinete (cabos, disjuntores, bornes, calhas, elementos de isolamento, elementos de fixação, etc.) deverão ser individualmente descritos na proposta de fornecimento.

##### 5.7.1.1.1 Equipamentos e software para implantação do EMS

- CLP para controle do sistema de armazenamento de energia em bateria (BESS) (Montagem e caixa metálica);
- IHM para sistema de armazenamento de energia em bateria (BESS) (Montagem e caixa metálica);
- CLP para sistema de controle dos geradores Diesel (GGD) (Montagem e caixa metálica);
- IHM para sistema de controle dos geradores Diesel (GGD) (Montagem e caixa metálica);
- CLP para controle do sistema de gerenciamento de energia da microrrede (EMS) (Montagem e caixa metálica);
- IHM para sistema de gerenciamento de energia da microrrede (EMS) (Montagem e caixa metálica);
- Unidade Remota Prédio Radar montada em Caixa Metálica;
- Unidade Remota Prédio Meteoro montada em Caixa Metálica;
- Unidade Remota Prédio Tele Medidas montada em Caixa Metálica;
- Unidade Remota Prédio Central montada em Caixa Metálica;
- Software Editor CLP;
- Painel para CLP;
- SWITCH gerenciáveis;
- Estação de computador para suporte do sistema EMS (SCADA);
- Estação de computador para suporte do Banco de Dados;
- Licença SCADA.

##### 5.7.1.1.2 Serviços para implantação do EMS

- Desenvolvimento de Software Aplicativo CLP, IHM e SCADA;
- Posta em Operação;
- Comissionamento;
- Treinamento.

#### 5.7.1.1.3 Especificações de CLP e recursos de E/S, para sistema de armazenamento de energia em bateria (BESS)

O CLP deverá dispor de interface Ethernet para comunicar com uma IHM e com o sistema de Supervisão (SCADA), além de comunicar em Modbus com os periféricos do sistema.

- CLP - com 2 portas Ethernet e 1 porta Serial 232/485, Slot p/ cartão SD até 32Gb, Telecontrole (IEC 61850, 61400, 60870, DNP3);
- IHM - 10" colorida, Touch Screen, 16,7 milhões de cores, 3 portas de comunicação serial (COM1 - RS232, COM2 - RS485 e COM3 - RS232/RS485) e 1 porta de comunicação Ethernet;
- Módulo de terminação do nó de I/Os.

Recursos de E/S digital:

- Entrada Digital (24Vcc) - 16 canais, com filtro;
- Saída Digital (24Vcc) – 8 canais, com capacidade de carga de até 0,5A.

Recursos de E/S analógica:

- Entrada Analógica (4-20mA) – 2 entradas, 12 bits.

Saída Analógica (4-20mA) – 4 saídas, 12 bits.

#### 5.7.1.1.4 Especificações de CLP e recursos de E/S, para sistema de gerenciamento dos geradores Diesel (GGD)

O CLP deverá dispor de interface Ethernet para comunicar com uma IHM e com o sistema de Supervisão (SCADA), além de comunicar em Modbus com os periféricos do sistema.

- CLP - com 2 portas Ethernet e 1 porta Serial 232/485, Slot p/ cartão SD até 32Gb, Telecontrole (IEC 61850, 61400, 60870, DNP3);
- IHM - 10" colorida, Touch Screen, 16,7 milhões de cores, 3 portas de comunicação serial (COM1 - RS232, COM2 - RS485 e COM3 - RS232/RS485) e 1 porta de comunicação Ethernet;
- Módulo de terminação do nó de I/Os.

Recursos de E/S digital:

- Entrada Digital (24Vcc) - 16 canais, com filtro;
- Saída Digital (24Vcc) – 8 canais, com capacidade de carga de até 0,5A.

Recursos de E/S analógica:

- Entrada Analógica (4-20mA) – 2 entradas, 12 bits.

Saída Analógica (4-20mA) – 4 saídas, 12 bits.

#### 5.7.1.1.5 Especificações de CLP e recursos de E/S, para sistema de gerenciamento da microrrede (EMS)

O CLP deverá dispor de interface Ethernet para comunicar com uma IHM e com o sistema de Supervisão (SCADA), além de comunicar em Modbus com os periféricos do sistema.



- CLP - com 2 portas Ethernet e 1 porta Serial 232/485, Slot p/ cartão SD até 32Gb, Telecontrole (IEC 61850, 61400, 60870, DNP3);
- IHM - 10" colorida, Touch Screen, 16,7 milhões de cores, 3 portas de comunicação serial (COM1 - RS232, COM2 - RS485 e COM3 - RS232/RS485) e 1 porta de comunicação Ethernet;
- Módulo de terminação do nó de I/Os.

Recursos de E/S digital:

- Entrada Digital (24Vcc) - 16 canais, com filtro;
- Saída Digital (24Vcc) – 8 canais, com capacidade de carga de até 0,5A;

Recursos de E/S analógica:

- Entrada Analógica (4-20mA) – 2 entradas, 12 bits;

Saída Analógica (4-20mA) – 4 saídas, 12 bits.

#### 5.7.1.1.6 Especificações da Unidade Remota (UR) do prédio Radar

A Unidade Remota deverá dispor de interface Ethernet para comunicar com o CLP do sistema de gerenciamento de energia (EMS).

- Módulo de terminação do nó de I/Os;
- Acoplador de rede MODBUS TCP/UDP 10/100Mbps 2xRJ45;

Recursos de E/S digital:

- Entrada Digital (24Vcc) - 16 canais, com filtro;
- Saída Digital (24Vcc) – 16 canais, com capacidade de carga de até 0,5A.

#### 5.7.1.1.7 Especificações da Unidade Remota (UR) do prédio Meteoro

A Unidade Remota deverá dispor de interface Ethernet para comunicar com o CLP do sistema de gerenciamento de energia (EMS).

- Módulo de terminação do nó de I/Os;
- Acoplador de rede MODBUS TCP/UDP 10/100Mbps 2xRJ45.

Recursos de E/S digital:

- Entrada Digital (24Vcc) - 16 canais, com filtro;

Saída Digital (24Vcc) – 16 canais, com capacidade de carga de até 0,5A.

#### 5.7.1.1.8 Especificações da Unidade Remota (UR) do prédio Telemedidas

A Unidade Remota deverá dispor de interface Ethernet para comunicar com o CLP do sistema de gerenciamento de energia (EMS).

- Módulo de terminação do nó de I/Os;
- Acoplador de rede MODBUS TCP/UDP 10/100Mbps 2xRJ45.

Recursos de E/S digital:

- Entrada Digital (24Vcc) - 16 canais, com filtro.
- Saída Digital (24Vcc) – 16 canais, com capacidade de carga de até 0,5A.

#### 5.7.1.1.9 Especificações dos recursos de hardware e software do sistema de supervisão (sala de controle)

O sistema de supervisão deverá ser composto de 02 computadores tipo Desktop, operando em configuração “hot redundancy”, executando software de supervisão. Um computador tipo Desktop para fins de armazenamento dos dados coletados. SWITCH gerenciável para integração dos sistemas remotos (prédios METEORO, RADAR, TELEMEDIDAS, BESS, Gerador Diesel, Planta Fotovoltaica, Chave seccionadora telecomandada) ao sistema de supervisão. Software para desenvolvimento/manutenção de sistema SCADA, com suporte a protocolos de comunicação MODBUS/DNP3.0 e ferramenta de configuração. Software de suporte para desenvolvimento/manutenção dos programas embarcados nos CLP's.

- Configuração, mínima, computador sistema SCADA (2 unidades)
  - 8ª geração do Processador Intel Core™ i5-8600
  - Windows 10 Pro de 64 bits (português - Brasil)
  - Placa de vídeo AMD Radeon™ R5 430 de 2 GB (DP/SL-DVI-I)
  - 8GB (2x4GB), DDR4, 2666 MHz
  - Disco rígido SATA de 1TB 3.5" (7200 RPM)
  - Teclado multimídia, em Português (Brasil), ABNT2
  - Mouse com fio (preto)
  - Tecnologia Intel® vPro ativada
  - Unidade de disco óptica DVD+/-RW 8x de 9,5 mm
  - Fonte de alimentação com 260 W e até 85% de eficiência
  - Cabo de alimentação do sistema (português - Brasil)
  - Placa de rede PCIE de 1 GB Intel
  - 3 anos de suporte técnico no local
  - 2 Monitores 23"
- Configuração, mínima, computador banco de dados (1 unidade)
  - 8ª geração do Processador Intel Core™ i5-8600
  - Windows 10 Pro de 64 bits (português - Brasil)
  - Placa de vídeo AMD Radeon™ R5 430 de 2 GB (DP/SL-DVI-I)
  - 8GB (2x4GB), DDR4, 2666 MHz
  - Disco rígido SATA de 1TB 3.5" (7200 RPM)
  - Teclado multimídia, em Português (Brasil), ABNT2
  - Mouse com fio (preto)
  - Tecnologia Intel® vPro ativada
  - Unidade de disco óptica DVD+/-RW 8x de 9,5 mm
  - Fonte de alimentação com 260 W e até 85% de eficiência
  - Cabo de alimentação do sistema (português - Brasil)
  - Placa de rede PCIE de 1 GB Intel
  - 3 anos de suporte técnico no local
  - 1 Monitor 23"

- Configuração, mínima, SWITCH gerenciável (8 unidades)
  - 10 Ports in total, 2 Gigabit Ethernet ports; 1. uplink: 10/100/1000BASE-TX, RJ45; 2. uplink: 10/100/1000BASE-TX, RJ45; 8 x standard 10/100 BASE TX, RJ45
- Transceiver Gigabit Ethernet para Fibra Óptica Multimodo com Conector LC, 50/125µm (850nm - 0 até 550 Metros) ou 62.5/125µm (850nm - 0 até 275 Metros)
- Licença de Software para sistema de Supervisão, com recursos para desenvolvimento de aplicação SCADA, Manutenção e execução (RUNTIME) de aplicação, com driver de comunicação MODBUS/DNP3.0 integrado.

#### 5.7.1.2 Sistema de iluminação

Considerando que o sistema de armazenamento deve ser instalado em área externa, é responsabilidade do fornecedor projetar e instalar um sistema de iluminação devidamente projetado para áreas externas (NBR ISO / CIE 8995-1: 2013).

Além disso, para qualquer superfície onde a iluminação adequada é necessária para o trabalho visual, esta deverá atender aos requisitos da Norma NBR ISO / CIE 8995-1: 2013.

#### 5.7.1.3 Fontes de sistemas auxiliares

O fornecimento de energia elétrica para os sistemas auxiliares do BESS (sistema de refrigeração, sistemas de controle e comunicação, sistema de proteção contra incêndio e outros) deve ser previsto no projeto do Eletrocentro que abrigará o BESS e os sistemas acima citados.

#### 5.7.1.4 Conexão em média tensão

O fornecedor deverá disponibilizar os requisitos para o projeto básico do cubículo de média tensão a ser implantado na conexão com a média tensão da Equatorial Energia.

A ligação será feita em poste na rede de alimentação em média tensão da Equatorial Energia, onde será conectado o BESS, em ramal que prevê o seccionamento de modo a permitir a operação isolada da microrrede. O acesso à rede de distribuição deve ser feito por meio de um transformador de isolação com tensão que corresponda aos níveis elétricos dos respectivos pontos de conexão.

#### 5.7.1.5 Sistema de aterramento

O fornecedor deverá disponibilizar os requisitos para o projeto de aterramento que atenda as especificações de proteção para instalação do container do BESS em base radier. A mesma exigência aplica-se a montagem modular com o uso de Rack e PCS em gabinete próprio. Os requisitos mínimos de segurança (passo, potencial de toque, potencial transferido) devem ser atendidos de acordo com a ABNT NBR 15749, para que a instalação não apresente riscos ao pessoal de operação e manutenção do BESS, contando com cálculo adequado das grades da malha de aterramento nas proximidades do container, ou do Rack e gabinete do PCS, onde ficam abrigadas as partes constituintes do sistema de armazenamento.

O sistema de aterramento cobre o sistema de proteção contra raios, sendo necessária a blindagem (para-raios), considerando as características locais. A proteção contra raios (DPS) deve ser fornecida para equipamentos sensíveis de acordo com a ABNT NBR 5419 (Zonas de Blindagem).

#### 5.7.1.6 Transformador

Deve ser usado um transformador confinado de pelo menos 1.5 MVA, capaz de atender às classificações do BESS especificado. O transformador deve ser à seco. Deve-se considerar a realização de testes de rotina, tipo e recebimento, conforme especificado pela Equatorial.

Deve ser usado um transformador capaz de fornecer satisfatoriamente as potências nominais contínuas mencionadas nesta especificação. O Transformador deve ter um relatório de teste com os seguintes testes:

- Testes de rotina: Resistência elétrica de enrolamentos; relação de tensão; Resistência de isolamento; Polaridade; Deslocamento angular e sequência de fases; Perdas no vácuo e corrente de excitação; Perdas de carga e impedância de curto-circuito; Ensaio dielétricos de tensão aplicada e tensão induzida; Funcionamento de acessórios; Descargas parciais;
- Testes de tipo: Fator de potência de isolamento; Elevação da temperatura; Impulso atmosférico; Nível de ruído; Tensão de interferência de rádio.

Transformador com tensão primária de 13.8 kV, com tensão secundária compatível com o nível de tensão CA nominal do PCS, 60Hz, com blindagem eletrostática primária e secundária, NBI: 95kV e TAFI: 34kV, com sistema de monitoramento de temperatura e com três sensores de temperatura colocados nos pontos mais quentes dos enrolamentos de baixa tensão, para serem utilizados para ventilação forçada, sobrecarga/alarme e abertura dos dispositivos de proteção (alguns desses sensores podem não ser utilizados na fase de implantação, mas devem ser considerados de forma a possibilitar futuras alterações das instalações), com material isolante classe F (155 ° C), que permite a elevação da temperatura nos enrolamentos de até 105°C, ou classe H (180 ° C), que permite a elevação da temperatura nos enrolamentos de até 130°C, conforme a norma ABNT NBR IEC 60085:2017, com fator K = 4.

#### 5.7.1.7 Instalação em baixa tensão

Toda a instalação de baixa tensão implantada deve levar em consideração a utilização de componentes de qualidade, compatíveis com a sua finalidade e com as respectivas normas sujeitas à homologação da Equatorial. A instalação deve ser preparada de forma organizada e identificada. Os requisitos de compatibilidade eletromagnética devem ser atendidos para o perfeito funcionamento da instalação considerando a correta disposição dos condutores, evitando a formação de laços, respeitando a distância adequada entre os condutores de potência e de sinal; e critérios de queda de tensão. Deve-se considerar a instalação de DR's compatíveis com as características de cada circuito e DPS para proteção de dispositivos internos. Deve-se enfatizar que toda a instalação deve ser compatível com um ambiente agressivo em termos de interferência eletromagnética, proporcionado pelo conjunto de conversores bidirecionais do BESS, acondicionados no container do eletrocentro, ou em gabinete próprio. Decorre, portanto, eventual necessidade de implementação de malha de referência de sinal e técnicas de blindagem para garantir a funcionalidade da instalação sob condições críticas.

#### 5.7.1.7.1 Cabeamento CC

Os cabos do lado CC serão usados na interconexão entre a bateria e o inversor, portanto devem ter excelente resistência a intempéries e abrasão. O condutor deve ser capaz de operar nas seguintes temperaturas de acordo com seu regime:

- 90 °C em regime contínuo;
- 130 °C em regime de sobrecarga;
- 250 °C em curto-circuito.

Os cabos fornecidos devem ser isolados com borracha de etileno-propileno com baixa emissão de fumaça (HEPR) de 90 °C e um composto termoplástico com baixa emissão de fumaça e com características especiais de não propagação, preferencialmente material LSZH (Low Smoke Zero Halogen), ou, de acordo com normas pertinentes (NBR-7286:2015 errata 1:2016 - Cabos de potência com isolamento extrudado de borracha etilenopropileno(EPR) para tensões de 1kV a 35kV - Requisitos de desempenho.- NBR-7287:2019 - Cabos de potência com isolamento extrudado de polietileno reticulado(XLPE) para tensões de 1kV a 35kV - Requisitos de desempenho.- NBRNM-280 - Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD).

Os requisitos básicos para cabos CC são mostrados na Tabela 12 abaixo:

Tabela 12. Requisitos básicos para cabeamento CC.

Descrição	Requisitos
<b>Requisitos gerais</b>	
Material isolante	HEPR 90 °C
Material da cobertura	LSZH ou PVC
A prova d'água e com proteção UV	Desejado
<b>Requisitos técnicos</b>	
Faixa de temperatura de operação (contínua)	-15 °C a 90 °C
Marcas e códigos de designação do cabo	Desejado
<b>Padrões</b>	
Classe de proteção / isolamento	Dupla isolamento (de acordo com a classe de proteção safetyclass II - IEC 61140 ou equivalente)
Teste para cabos elétricos sobre condição de fogo: Integridade de circuito	Deve manter a isolamento por pelo menos 60 segundos (de acordo com a IEC 60331 ou equivalente)
Teste para cabos elétricos sobre condição de fogo: Propagação de fogo	Não propague fogo ao longo do cabo (em observância a norma IEC 60332 ou equivalente)

#### 5.7.1.7.2 Cabeamento CA

No caso dos cabos CA utilizados para a conexão entre o inversor e o ponto de conexão com a rede,

os mesmos devem atender a norma NBR 14039 - Instalações Elétricas de Média Tensão de 1.0KV a 36.2KV. Os condutores devem ser do tipo cabo de potência com isolamento extrudado em PVC para tensões de 1KV a 35KV (NBR 6251) e dimensionados de acordo com os limites máximos permitidos para queda de tensão e perda total de potência nos condutores. Para o dimensionamento dos condutores, é necessário considerar possíveis aumentos de tensão na rede devido à injeção de corrente.

Todos os cabos fornecidos devem ser capazes de suportar tensões mecânicas permanentes e variáveis, como intempéries. Toda a fiação deve ser nova e contínua. Emendas não são aceitáveis. Condutores de alumínio não devem ser usados. Os fios devem ter marcas de identificação em ambas as extremidades. As etiquetas ou marcas devem ser permanentes e duráveis. Etiquetas adesivas não serão permitidas. O cabeamento deve ser acomodado de forma adequada, evitando problemas de interferência eletromagnética entre os cabos de força e os sinais, para tanto, compartimentos ou gabinetes separados poderão ser necessários ou a instalação ser feita através de calhas separadas e barreiras apropriadas dentro de um compartimento comum

Os requisitos básicos para cabos CA são mostrados na Tabela 13 abaixo:

Tabela 13. Requisitos gerais para cabos CA.

Descrição	Requisitos
Tipo	Cabo de potência com isolamento extrudado em PVC para tensões de 1KV a 35KV
Resistência	Alta temperatura, chamas e produtos químicos.
Temperatura de operação	-40 °C a 120 °C
NBR 6251: cabo de potência com isolamento extrudado em PVC para tensões de 1KV a 35KV	Requerido
IEC 60331: Teste para cabos elétricos sob condição de fogo.	Requerido
IEC 61140: Proteção contra choque elétrico	Requerido
NBR 13248: Cabos de potência e controle e condutores isolados sem cobertura, com isolamento extrudado e baixa emissão de fumaça para tensões de até 1 kV	Requerido
NBR NM 280: Cabos condutores isolados	Requerido
NBR 6245: Determinação do índice de oxigênio	Requerido
NBR IEC 60332-3: Métodos de teste para cabos elétricos submetidos a fogo	Requerido
ABNT NBR NM 287:2009: Cabos isolados com compostos elastoméricos termoendurecíveis, para tensões nominais até 450V/750V	Requerido

#### 5.7.1.8 Eletrocentro (montagem em container)

O eletrocentro deve ser projetado e construído observando as normas pertinentes, estabelecidas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – e IEC – International Electrotechnical Commission – em suas últimas revisões. Em casos omissos, outras associações reconhecidas internacionalmente poderão ser utilizadas desde que seja comunicado a equipe UFMA.

O projeto do eletrocentro deverá considerar além dos requisitos para a melhor acomodação/proteção dos sistemas nele instalados, aspectos de segurança, robustez a ambientes com atmosfera corrosiva, funcionalidade, disponibilidade e logística.

O eletrocentro deverá ser projetado e fabricado sobre uma base de estrutura metálica, próprio para instalação fixa em local definido. A solução desenvolvida deverá prever a fixação e montagem dos equipamentos de maneira apropriada para atender às condições severas de transporte e as características do local de instalação no Centro de Lançamento de Alcântara - CLA, com previsão de instalação tanto em base civil (radier) como em pilotis de sustentação.

A base do eletrocentro, elemento estrutural onde atuarão tensões combinadas, críticas, no momento em que há o içamento do eletrocentro, deve ser projetada de modo a manter a estabilidade da estrutura e as deflexões dentro de limites suportáveis. Para tanto, o seu projeto deverá observar normas técnicas, tais como NBR 8800 e a AWS D 1.1. O projeto da base do eletrocentro deverá atender as necessidades técnicas específicas de todos os elementos a serem incorporados ao mesmo na composição do Sistema de Armazenamento de Energia com Baterias de Íon-Lítio (BESS), para atendimento do sistema previsto no projeto de microrrede para o Centro de Lançamento de Alcântara – CLA, observando elementos como: análise de aplicação de cargas sobre a base, a disposição de layout dos equipamentos e o sistema de interligação dos mesmos, o posicionamento de olhais e condições de içamento a serem utilizados e a posição dos pontos de apoio após a instalação em definitivo.

O piso deve ser projetado considerando o uso de chapas de piso removíveis, em aço, aparafusadas na base, formando uma estrutura única que permita a circulação de pessoas e o manuseio dos equipamentos a serem instalados no interior da sala elétrica. Deverão ser previstos no projeto das chapas de piso, pontos de abertura para passagem de cabos elétricos de interligação. Os leitos de cabos deverão ser montados na base do eletrocentro e posicionados abaixo do piso, possibilitando acesso ao mesmo via acesso interno do eletrocentro.

As paredes do eletrocentro deverão dispor de isolamento térmico com núcleo isolante em espuma de poliuretano expandido (PUR) com o requisito de que o material deve apresentar comportamento retardante à chama.

O teto do eletrocentro deverá dispor de isolamento térmico com núcleo isolante em espuma de poliuretano expandido (PUR) com o requisito de que o material deve apresentar comportamento retardante à chama.

O eletrocentro deverá ser fabricado com plano de pintura para utilização em ambiente de alta agressividade, contemplando, mas não se restringindo, os seguintes requisitos:

- Base e Estrutura do Eletrocentro
  - No processo de preparação, deve ser realizada a inspeção visual conforme ABNT NBR 15185
  - No processo de preparação, deve ser realizada a limpeza por ação físico-química conforme ABNT NBR 15158;
  - No processo de preparação, deve ser realizado jateamento abrasivo ao padrão visual Sa 2 1/2 da norma ISO 8501-1, com perfil de rugosidade entre 50 e 100µm;
  - As estruturas tubulares internas deverão receber somente Primer e Intermediário, uma demão para cada pintura. Para a demão de Primer, deve ser obtida espessura úmida, mínima, de 100 µm e seca de 50 µm. Para a demão de intermediário, deve ser obtida espessura úmida, mínima, de 268 µm e seca de 200 µm;
  - As demais estruturas internas deverão receber Shop-Primer, Primer, Intermediário e Acabamento. Para a demão de Shop-Primer, deve ser obtida espessura úmida, mínima, de 80 µm e seca de 20 µm. Para a demão de Primer, deve ser obtida espessura úmida, mínima, de 100 µm e seca de 50 µm. Para a demão de intermediário, deve ser obtida espessura úmida, mínima, de 268 µm e seca de 200 µm. Para a demão de acabamento, deve ser obtida espessura úmida, mínima, de 108 µm e seca de 70 µm;
  - Grau de cura do Shop-Primer deve estar em conformidade com ASTM D4752, e no mínimo igual a 4;
  - Frestas de difícil acesso devem ser vedadas com massa epóxi;
  - No caso de retoque de pintura existente devem ser repetidos o esquema original (preparação de superfície, tintas e esquema de pintura). Caso não seja possível realizar o jateamento abrasivo ou hidrojateamento, a preparação da superfície deve ser realizada, preferencialmente, por ferramentas mecânico-rotativas, conforme NACE SSPC SP 11 ou tratamento mecânico até o grau de acabamento St3 da ABNT NBR 15239, seguindo com aplicação do PRIMER, com espessura de filme seco, mínima, de 65 µm;
- Chapas de aço
  - Preparação da superfície deve contemplar duas etapas, sendo a etapa 1 a Zincagem Eletrolítica, segundo a ABNT NBR 10476, com espessura entre 8 e 12 µm. Na etapa 2 deve ser feita a Fosfatização Tricatiônica (gramatura de 2 a 4 g/m<sup>2</sup>);
  - As chapas deverão receber Fundo (tinta pó epóxi) e Acabamento (tinta pó poliéster), uma demão de cada. Para a demão de Fundo, deve ser obtida espessura, mínima, de 90 µm. Para a demão de acabamento, deve ser obtida espessura, mínima, de 80 µm. Ambas devem ser aplicadas com pistola eletrostática.

OBS: Caso o eletrocentro utilize como plataforma base container marítimo, o mesmo deverá satisfazer padrões, normas e certificações internacionais, pertinentes a fabricação de containers para transporte de cargas. Nesta situação, as adequações deverão ser previstas e implementadas especialmente para atender às necessidades mecânicas da sala elétrica, utilizando-se perfis metálicos, de maneira a garantir a integridade do invólucro e a estabilidade dos componentes a serem instalados.

#### 5.7.1.8.1 Sistemas auxiliares do Eletrocentro



#### 5.7.1.8.1.1 SISTEMA DE COMBATE À INCÊNDIO - Infraestrutura e Central Endereçada.

O sistema de detecção de incêndio deverá prever infraestrutura com eletrodutos e condutores e um sistema de detecção e alarme com central endereçável em que todos os componentes do sistema - acionadores manuais, detectores, sinalizadores audiovisuais - sejam do tipo endereçável, de modo que no evento de um sinistro, seja disponibilizada a informação de em qual ponto exato do ambiente (componente do sistema) aconteceu o disparo do alarme de incêndio.

#### 5.7.1.8.1.2 SISTEMA DE COMBATE À INCÊNDIO – Componentes

O sistema de incêndio deverá prever o uso dos seguintes elementos:

- Detectores de incêndio por aspiração;
- Extintor Pó ABC (combate manual), sendo a quantidade e disposição dos mesmos seguindo as recomendações contidas nas normas ABNT NBR 13231 – Proteção contra incêndio em subestações elétricas e a norma ABNT NBR 12693 – Sistema de proteção por extintor de incêndio;
- Sistema de combate automático com uso de aerossol para ambiente de locação das baterias. O agente extintor Aerossol deverá extinguir o fogo através de uma reação física, resfriando as chamas e impedindo a realimentação das mesmas através de uma reação química nos radicais livres das chamas;
- Sistema de proteção passiva na passagem de cabos (sistemas corta fogo), aplicada nas aberturas do piso do eletrocentro, utilizadas para interligação entre os equipamentos instalados no interior da sala e os equipamentos de campo. Sistema deverá ser composto por materiais intumescentes como: placas de lã de rocha com sistema ablativo, selante acrílico corta fogo, espumas expansivas corta fogo, e demais itens. O fornecedor do eletrocentro deverá realizar a aplicação dos mesmos após a passagem de todos os cabos que interligam o eletrocentro aos equipamentos de campo.

#### 5.7.1.8.1.3 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

O Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), deverá realizar o devido escoamento da corrente das descargas elétricas à terra através de barramento de equalização de potencial (BEP) instalado na base do eletrocentro. O fornecedor deverá prover o projeto do barramento de equalização de potencial (BEP) a ser instalado quando da construção da base RADIER ou PILOTIS.

#### 5.7.1.8.1.4 Sistema de climatização - Ar Condicionado - Self Contained

Sistema de ar condicionado constituído por equipamento do tipo *Self Contained* de montagem vertical, com condensação a ar incorporado onde a unidade evaporadora, módulo trocador de calor e unidade compressora deverão ser instalados em gabinete único construído sobre estrutura modular de chapas de aço galvanizado, fosfatizadas e pintura específica para aplicação do gabinete ao tempo. O ventilador deve ser do tipo siroco com pás voltadas para frente e voluta em chapa de aço galvanizado, balanceados dinamicamente e estaticamente, unidos através de eixo com mancais auto compensadores e blindados, acoplados ao motor através de transmissão por correia e polia. O compressor deve ser do tipo hermético orbital em espiral de alto desempenho do tipo *scroll*. Os equipamentos devem receber revestimento interno dos módulos por manta de polietileno expandido com camada externa em alumínio, que propicie elevada característica isolante térmica acústica.

Os equipamentos deverão ser instalados acoplados nas paredes da sala elétrica, sendo incorporados à sala através de aberturas feitas nas paredes. O insuflamento e o retorno do ar devem ocorrer através de grelhas instaladas na parte frontal do equipamento, ou por meio de redes de dutos de distribuição do ar condicionado.

Os equipamentos do sistema de climatização deverão operar em conjunto com os demais equipamentos elétricos instalados na sala, prevendo-se o acionamento de cada equipamento através de chave de partida com disjuntor de proteção associado ao contator de manobra. O sistema deverá permitir o intertravamento com o sistema de incêndio para desligamento do sistema de climatização caso o sistema de detecção atue. O controle de temperatura deverá ser realizado a partir de ajuste em termostato que deve acompanhar o equipamento de ar condicionado.

#### 5.7.1.8.1.5 Sistema de Iluminação e Tomadas

O sistema de iluminação do eletrocentro deverá contar com lâmpadas LED tubulares de uso industrial, fabricadas em policarbonato e fixadas diretamente no teto / parede da sala elétrica. A iluminação deverá ser acionada por interruptores nas portas de acesso a pessoas. O projeto luminotécnico deverá considerar um nível de iluminamento de 300 Lux nos corredores, de modo a garantir o desempenho de tarefas de forma eficiente e segura. Deverão ser previstas tomadas de uso geral instaladas em condutes, em quantidade e posicionamento a ser definida em conjunto com a equipe da UFMA.

#### 5.7.1.8.1.6 Sistema de Iluminação de emergência

O sistema de iluminação de emergência deverá ser composto de luminárias dispostas de forma a garantir um nível de iluminamento mínimo na falta da iluminação normal, para as rotas de fuga para as saídas. As luminárias de emergência deverão ser do tipo autônomas, composta por LED's de auto brilho, possuindo fluxo luminoso mínimo de 100 lumens.

#### 5.7.1.8.1.7 Sistema de Iluminação de Indicação de Saída

Sobre as portas, na parte interna, deverão ser instaladas placas de sinalização fotoluminescentes com a indicação de "saída".

#### 5.7.1.8.1.8 Sistema de Iluminação Externa

Para a iluminação externa, deverão ser previstas luminárias próximas às portas de entrada do eletrocentro, acionadas por foto célula, de modo a obter um nível de iluminamento mínimo nas ESCADAS E/OU PLATAFORMAS de acesso ao eletrocentro. As luminárias deverão fazer uso de lâmpada de LED.

#### 5.7.1.8.1.9 Sistema de Eletrodutos do Sistema de Iluminação e Tomadas

Para a passagem de cabos do sistema de iluminação e tomadas, no interior do eletrocentro, deverão ser utilizados eletrodutos em PVC, sem rosca, não propagantes à chama. A fixação nas paredes e teto deverá ser feita por abraçadeiras de PVC. As caixas de derivação (condutes) deverão ser de encaixe

de PVC.

O(s) PROPONENTE(S) que ofertar(em) a solução no formato de container, deverá(ão) apresentar documentação com as especificações construtivas, funcionais, operacionais e de segurança, relativas a solução ofertada. Para fins de orientação, os documentos de especificação deverão cobrir as partes/sistemas discriminados a seguir, não se limitando aos mesmos:

- Container com previsão de instalação em base civil (radier), ou em pilotis de sustentação. Estrutura com capacidade de atender as necessidades técnicas específicas de todos os elementos a serem incorporados ao mesmo na composição do Sistemas de Armazenamento de Energia com Baterias de Íon-Lítio (BESS), observando-se aspectos como – i) análise de aplicação de cargas mecânicas, ii) disposição de layout dos equipamentos e o sistema de interligação dos mesmos, iii) posicionamento de olhais e condições de içamento e iv). Projeto elétrico detalhado. Previsão de isolamento térmico com o requisito de que o material deve apresentar comportamento retardante à chama. Previsão de plano de pintura para utilização em ambiente de alta agressividade;
- Sistema de Combate à Incêndio - Infraestrutura e Central Endereçada;
- Sistema de Combate à Incêndio – Componentes;
- Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA);
- Sistema de climatização - Ar Condicionado;
- Sistema de Iluminação e Tomadas;
- Sistema de Iluminação de emergência;
- Sistema de Iluminação de Indicação de Saída;
- Sistema de Iluminação Externa;
- Sistema de Eletrodutos do Sistema de Iluminação e Tomadas.

#### 5.7.1.9 Eletrocentro (montagem modular com Rack e PCS com gabinete próprio)

O fornecimento do Eletrocentro em solução modular, construída com Rack para instalação ao tempo e PCS em gabinete próprio para instalação ao tempo, deverá atender aos mesmos requisitos construtivos, funcionais, operacionais e de segurança, discriminados para a solução de montagem em container. O(s) PROPONENTE(S) que ofertar(em) a solução no formato modular, deverá(ão) apresentar documentação com as especificações construtivas, funcionais, operacionais e de segurança, relativas a solução ofertada e análise comparativa, quando pertinente, da solução modular com uso de Rack e PCS em gabinete próprio, em relação a montagem em container. Para fins de orientação, os documentos de especificação deverão cobrir as partes/sistemas discriminados a seguir, não se limitando aos mesmos:

- Rack com previsão de instalação em base civil (radier), ou em pilotis de sustentação. Estrutura com capacidade de atender as necessidades técnicas específicas de todos os elementos a serem incorporados ao mesmo na composição do Sistemas de Armazenamento de Energia com Baterias de Íon-Lítio (BESS), observando-se aspectos como – i) análise de aplicação de cargas mecânicas, ii) disposição de layout dos equipamentos e o sistema de interligação dos mesmos, iii) posicionamento de olhais e condições de içamento e iv). Projeto elétrico detalhado. Previsão de isolamento térmico com o requisito de que o material deve apresentar comportamento retardante à chama. Previsão de plano de pintura para utilização em ambiente de alta agressividade;
- Gabinete de PCS com previsão de instalação em base civil (radier), ou em pilotis de sustentação, análise de aplicação de cargas mecânicas, disposição de layout dos componentes dos PCS, posicionamento de olhais e condições de içamento e projeto elétrico detalhado. Previsão de

isolamento térmico com o requisito de que o material deve apresentar comportamento retardante à chama. Previsão de plano de pintura para utilização em ambiente de alta agressividade;

- Sistema de Combate à Incêndio - Infraestrutura e Central Endereçada;
- Sistema de Combate à Incêndio – Componente;
- Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA);
- Sistema de climatização - Ar Condicionado;
- Sistema de Iluminação e Tomadas;
- Sistema de Iluminação de emergência (se aplicável);
- Sistema de Iluminação de Indicação de Saída; (se aplicável);
- Sistema de Iluminação Externa;
- Sistema de Eletrodutos do Sistema de Iluminação e Tomadas.

## 6 Serviços

Os serviços apresentados nesta seção devem ser prestados de forma a garantir que, ao final do processo de entrega de equipamento com comissionamento, start-up e treinamento, o BESS e EMS sejam montados, comissionados, energizados e operados de acordo com as especificações técnicas apresentadas. É de extrema importância que seja disponibilizada mão de obra técnica qualificada para a execução de todas as etapas apresentadas nesta seção.

### 6.1 Serviço de fabricação e montagem

Mão de obra técnica qualificada e treinada deve ser disponibilizada para realizar toda a preparação (descarga, posicionamento e acomodação de materiais), montagem (fixações, cabeamento de energia e interconexões de controle) e construção de todo o sistema de armazenamento de energia supervisionado por profissionais técnicos da área de segurança ocupacional.

Devem ser observados pelos responsáveis pelos serviços nas obras realizadas no Centro de Lançamento de Alcântara às exigências do Ministério do Trabalho, conforme a Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978, em sua Norma Regulamentadora NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Energia Elétrica, entre outras NR's pertinentes às atividades a serem desenvolvidas. É responsabilidade do executor do projeto analisar os riscos quanto ao desenvolvimento das etapas de construção e montagem do sistema de armazenamento para adotar medidas permanentes (cartazes, palestras, reuniões de segurança), alertar e conscientizar os trabalhadores dos efeitos nocivos e até fatais, causados pelos contatos acidentais com a rede elétrica, divulgando também as estatísticas desses acidentes ocorridos na construção civil.

### 6.2 Liberação de acesso à rede da Equatorial

Para conectar o BESS à rede da Equatorial, a fornecedora do sistema deve garantir que o BESS cumpre com todos os requisitos para solicitação de acesso à rede da Equatorial, conforme “NT.020.EQTL - CONEXÃO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO” e na “NT.021.EQTL - CONEXÃO DE MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO”, normas da Equatorial Energia, para obter

o parecer de acesso emitido pela Equatorial.

### 6.3 Serviços de engenharia e documentação

O fornecedor deve fornecer a documentação completa de todo o sistema de armazenamento de energia em formato de registro eletrônico digital. Essa documentação deve incluir, de forma organizada, pelo menos os seguintes itens:

- Projeto e memorial para cálculo de aterramento e SPDA;
- As-built de BESS, PCS, BMS, EMS, sistema de automação interna, sistema de medição;
- Manuais de operação para todos os equipamentos, incluindo faixa de set-points de operação segura;
- Manual de operação do sistema EMS;
- Telas de supervisão do sistema EMS;
- Lista de entradas e saídas do sistema EMS;
- Tabela de comunicação do sistema EMS;
- Tabela de endereçamento do sistema EMS;
- Versões de ferramentas de software utilizadas no projeto e suporte ao executável do sistema EMS.

Por fim, os relatórios de ensaios dos equipamentos em fábrica devem atender às normas de cada produto, bem como ensaios complementares, se necessários, realizados durante o comissionamento ou para levantamento das características de campo.

### 6.4 Serviço de integração e automação de soluções

Deve ser disponibilizada mão de obra específica e qualificada para realizar toda a automação necessária do BESS, possibilitando a integração com o EMS; configuração e parametrização de todo o sistema de rede interligada; e disponibilidade de dados por meio de um EMS de microrrede.

### 6.5 Serviço de desenvolvimento de aplicação SCADA, Programas CLPs, configuração IHM

Elaboração do software aplicativo dos Controladores Programáveis, considerando as especificidades de cada estação remota (prédios METEORO, RADAR, TELEMEDIDAS, CT, BESS, Gerador Diesel, Planta Fotovoltaica, Chave seccionadora telecomandada no PCC e chaves de seccionamento de cargas). Elaboração do software aplicativo SCADA, integrando funcionalidades orientadas pela equipe da UFMA relativas a modos de operação/contingências. Configuração das IHM's considerando as especificidades de cada estação remota (prédios METEORO, RADAR, TELEMEDIDAS, CT, BESS, Gerador Diesel, Planta Fotovoltaica, Chave seccionadora telecomandada no PCC e chaves de seccionamento de cargas). Elaboração de manuais de uso, configuração e manutenção de todas as aplicações de software desenvolvidas (CLP, SCADA, IHM). Elaboração de tabela de comunicação com o Sistema Existente.

### 6.6 Comissionamento

Para o comissionamento do BESS e EMS deve ser fornecida mão de obra específica e qualificada. A verificação deve envolver todos os pontos de potência e comando do sistema, verificações de proteção do BESS, parametrizações (relé, medidores, BMS, entre outros), bem como a energização do sistema incluindo

teste de todos os modos funcionais (off-grid, on-grid e transições entre os modos).

## 6.7 Inicialização do BESS

Após o comissionamento, deve ser supervisionada a energização inicial do sistema de armazenamento, realizada por mão de obra qualificada. Deve-se prever o teste e monitoramento do sistema, bem como a operação assistida nos primeiros dias após a conexão à rede e teste com o sistema operando isolado da rede.

## 6.8 Plano de Treinamento, Operação e Manutenção

A proposta deve contemplar o treinamento completo das equipes do CLA para a operação e manutenção dos principais componentes do sistema de armazenamento de energia (BESS) e do sistema EMS.

O treinamento deverá contemplar a capacitação de operadores nas funcionalidades abaixo indicadas, sem, no entanto, limitar-se as mesmas:

- Utilização dos recursos operacionais do Aplicativo de Supervisão do EMS e IHM;
- Emissão de Relatórios;
- Efetuar comandos de liga, desliga, bloqueio, desbloqueio;
- Navegar pelas telas de supervisão e IHM;
- Reconhecimento de alarmes;
- Configuração de parâmetros operacionais;
- Inclusão/exclusão de modos de operação para testes de estratégias de operação da microrrede;
- Outros (a definir).

No treinamento deverão ser abordados os assuntos abaixo listados, sem, no entanto, limitar-se aos mesmos:

- Periféricos do sistema e suas características;
- Filosofia de operação;
- Noções básicas de Programação do CLP e SCADA;
- Noções avançadas de Programação do CLP e SCADA;
- Funções do sistema de automação;
- Procedimentos de localização de defeitos no sistema;
- Outros (a definir).

Além disso, um plano de operação e manutenção deve ser fornecido informando a manutenção a ser realizada e a periodicidade dessa manutenção, de forma a cumprir os requisitos contidos nos termos de garantia.

Deve ser prevista a indicação de mão de obra técnica qualificada, localizada no Brasil, para garantir agilidade no atendimento de eventuais chamadas de manutenção.

## 7 Testes de Produtos Requeridos

Os equipamentos fornecidos devem estar de acordo com a regulamentação quanto às suas características e devem ser testados individualmente de acordo com suas respectivas normas, bem como, se necessário, testes na fase de comissionamento para garantir o bom estado do equipamento utilizado.

O BESS deve ser testado para verificação de parâmetro nominal e teste de desempenho e implementação. A verificação dos parâmetros nominais e o teste de desempenho devem ser realizados pelo fabricante, ou por laboratório certificado do próprio fabricante e os relatórios dos testes devem ser apresentados à equipe técnica do projeto UFMA/CLA/Equatorial. O teste de implantação do sistema deve ser realizado pelo fabricante no site do local de instalação do BESS, com a presença da equipe técnica do projeto UFMA/CLA/Equatorial, e considerando um procedimento de teste pré-agendado.

Como orientação dos procedimentos de teste é recomendado o IEC 62933-2-1 (2017) "Sistemas de armazenamento de energia elétrica (EES) - Parte 2-1: Parâmetros da unidade e métodos de teste - Especificações gerais" ou padrão semelhante. Qualquer discrepância em relação aos testes descritos neste item deve ser explicada no corpo da proposta.

- Testes de parâmetros nominais:
  - Teste de capacidade de energia real;
  - Teste de classificação de potência de entrada e saída;
  - Teste de eficiência *round trip*;
  - Teste de resposta do sistema, o tempo de resposta ao degrau e a taxa de aumento;
  - Teste de consumo de energia auxiliar.
- Teste de implementação do sistema:
  - Inspeção visual;
  - Teste de aterramento;
  - Teste de isolamento;
  - Teste de dispositivo de proteção e comutação;
  - Teste de equipamentos e funções básicas;
  - Teste de energia disponível.

## 8 Critérios de Garantia

O executor do projeto de implantação do BESS, independente de ser o fabricante, ou não, dos equipamentos, sistemas, insumos que compõem o BESS, deverá fornecer documentação contendo: i) Todas as características construtivas dos elementos constituintes do BESS; ii) Todas as instruções de instalação, ajustes, parametrizações, modos de operação, funcionalidades e procedimentos de manutenção do BESS; iii) Relatórios de ensaios e de comissionamento do BESS nas instalações do cliente final (CLA). A não entrega de qualquer parte ou o todo, desses documentos, impedirá o recebimento e aceitação do BESS por parte do cliente final.

O prazo mínimo de garantia, fornecida pelo executor do projeto de implantação do BESS e EMS, contra defeitos de fabricação, vícios de projeto, danos em elementos do BESS por falhas de implantação, deverá ser de 2 anos, a partir do termo de aceitação pelo cliente final (CLA).

Na ocorrência de eventos anômalos, que impliquem em falha de partes do BESS ou o todo, o cliente final (CLA) disponibilizará ao fornecedor do BESS, acesso ao mesmo para a identificação da(s)

causa(s) do evento e execução dos reparos necessários, ficando o fornecedor obrigado a compartilhar o laudo do evento, com informações das possíveis causas e parte(s) do BESS afetada(s) e reparada(s).

O fabricante/fornecedor é responsável, durante o período de garantia, pela substituição de qualquer equipamento do BESS a partir da declaração oficial de defeito por parte do Cliente Final (CLA), a qual deve ser feita por escrito. Todos os custos de reposição, fornecimento de peças novas, testes para sua aprovação e mão de obra necessária para reposição, dentro do período de vigência da garantia, são de responsabilidade do fornecedor.

Em relação à bateria, o fornecedor deve garantir no mínimo 3 anos contra defeitos de fabricação, a partir da data de entrada em operação do BESS, no local especificado no Pedido de Compra. No evento de falha de alguma célula, ou módulo, ou rack de bateria, for comprovado que todas as condições de operação e todos os procedimentos de manutenção foram seguidos pelo cliente final, conforme documentação entregue pelo fornecedor do banco de baterias, atestados por dados de monitoramento, a(s) célula(s), ou módulo(s), ou rack(s) deverá(ão) ser substituído(s) sem nenhum custo para o Cliente Final (CLA).

Todos os componentes adicionais do sistema, como cabos, eletrocentro, transformadores, inversores, quadros CC e seus elementos constituintes, quadros CA e seus elementos constituintes, sistemas de climatização e controle de incêndio, sistemas de automação e monitoramento e outros, devem ter como premissa a mesma durabilidade do BESS, com expectativa de vida útil de 25 anos.

Caso seja comprovado que uma falha ou defeito de projeto ou produção comprometa as demais unidades do sistema, o fornecedor deverá substituir todo o sistema com falha, reservando-se o Cliente Final (CLA) o direito de realizar os testes e inspeções constantes desta especificação às custas do fabricante. A garantia então do novo lote terá efeito a partir do novo recebimento.

Independentemente do vencimento ou não do período de garantia, o fabricante deve promover, sem ônus para o Cliente Final (CLA), a correção ou substituição de qualquer componente da solução oferecida em decorrência de problemas de projeto encontrados posteriormente, mesmo que estes tenham se manifestado em ambiente operacional do Cliente Final (CLA) e tenham sido observados após o prazo de vigência da garantia.

## 9 Diretrizes Normativas

Como diretriz geral, o sistema de armazenamento de energia deve atender aos requisitos estabelecidos nas seguintes referências: i) Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, PRODIST, Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição, Revisão 6; ii) Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, PRODIST, Módulo 4 – Procedimentos Operativos, Revisão 1 e iii) Resolução normativa ANEEL nº 506/ 2012, que estabelece as condições de acesso ao sistema de distribuição por meio de conexão a instalações de propriedade da distribuidora e dá outras providências. Além da padronização brasileira:

- ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida: 2008 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 14039: 2005: Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;



- NBR IEC 62271-200:2007 Versão Corrigida 2007 – Conjunto de manobra e controle de alta tensão Parte 200: Conjunto de manobra e controle de alta tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1 kV até e inclusive 52 kV;
- NR10: Norma Regulamentadora NR-10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Atualização: Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016.

A elaboração de estudos específicos para projeto e fabricação de equipamentos e outros componentes devem estar de acordo com as normas técnicas relacionadas a seguir, exceto quando especificado de outra forma neste termo. Caso ocorram itens conflitantes nas normas citadas, prevalecerá aquela que garanta qualidade superior ou outra, por decisão da equipe técnica UFMA/Equatorial/CLA.

### 9.1 Normas para conexão de média tensão e instalações de subestação

- ABNT NBR-14039: 2005- Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- ANSI / IEEE 242-2001 - IEEE Prática Recomendada para Proteção e Coordenação de Sistemas de Energia Industriais e Comerciais;
- ABNT NBR 10152: 2017 Versão Corrigida:2020 - Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações;
- ABNT NBR 5419:2015 Versão Corrigida:2018 - Proteção contra descargas atmosféricas;
- ABNT NBR 13231: 2015 - Proteção Contra Incêndio Em Subestações Elétricas;
- ABNT NBR IEC 60529:2017 - Grau de proteção providos por invólucros (Códigos IP);
- ABNT NBR 11388:1990 Versão Corrigida:1993 - Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas - Especificação;
- IEC 60721-2-1:2013 - Classificação das condições ambientais – Parte 2-1: Condições ambientais: Temperatura e umidade;

### 9.2 Padrões para o sistema de aterramento

- ABNT NBR 16527:2016 – Aterramento para Sistemas de Distribuição;
- ABNT NBR 15751:2013 – Sistemas de aterramento de subestações – Requisitos;
- ABNT NBR 5419-1:2015 – Proteção contra Descargas Atmosféricas Parte 1: Princípios gerais.

### 9.3 Padrões de cabos

- ABNT NBR 5471:1986 - Condutores elétricos;
- ABNT NBR 14039:2005- Instalações de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- ABNT NBR 13231:2015 - Proteção Contra Incêndio Em Subestações Elétricas;
- IEC 60331-1:2018 - Testes para cabos elétricos em condições de incêndio – Parte 1: Método de teste para fogo com choque a uma temperatura de pelo menos 830°C para cabos com tensão nominal de até e incluindo 0,6/1,0 kV e com um diâmetro médio excedendo 20 mm;
- IEC 61140:2016 – Proteção contra choque elétrico – aspectos comuns para instalações e equipamentos;
- ABNT NBR 13248:2014 Versão Corrigida:2015 - Cabos de potência e controle e condutores sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;

- ABNT NBR 6245:1995 - Fios e cabos elétricos - Determinação do Índice de;
- ABNT NBR NM 280:2011 - Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD);
- ABNT NBR IEC 60332-3-10:2005 Métodos de ensaios para cabos travados ao fogo Parte 3-10: Ensaio de propagação vertical da chama de cabos em feixes na posição vertical - Equipamento de ensaio.

Além disso, os cabos a serem usados no lado CA também devem estar em conformidade com os padrões especificados abaixo:

- ABNT NBR NM 287:2009: Cabos isolados com compostos elastoméricos termofixos, para tensões nominais até 450 / 750V;
- ABNT NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- ABNT NBR 6251:2018 - Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos Construtivos;
- IEC 60038:2009 - Voltagens padrão IEC;
- ABNT NBR 5471:1986 Condutores elétricos.

#### 9.4 Proteções CA

- ABNT NBR IEC 60947-2:2013 – Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão. Parte 2: Disjuntores;
- ABNT NBR 5410: 2004 Versão Corrigida: 2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- ABNT NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- ABNT NBR 5419:2015 Versão Corrigida:2018 – Proteção contra Descargas Atmosféricas.

#### 9.5 Padrões para disjuntores de baixa tensão

- IEC 61439-1: 2020: Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Parte 1: regras gerais;
- ABNT NBR IEC 60947-3:2014 – Dispositivos de manobra e controle de baixa tensão Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e unidades combinadas com fusíveis;
- IEC 60947-2:2013 – Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão Parte 2: Disjuntores;
- NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

#### 9.6 Padrões para transformadores

- ABNT NBR 5356-11:2016 Transformadores de Potência Parte 11: Transformadores do tipo seco – Especificação;
- ABNT NBR 5356-4:2007 – Transformadores de potência Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;
- ABNT NBR 5356-5:2015 Transformadores de potência Parte 5: Capacidade de resistir a curto-circuito;
- ABNT NBR 5356-3:2007 Versão Corrigida 2:2014 - Transformadores de potência Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;
- ABNT NBR 5356-2:2007 - Transformadores de potência Parte 2: Aquecimento;
- ABNT NBR 5440:2014 – Transformadores para redes aéreas de distribuição — Requisitos;

- ABNT NBR 5458:2010, Transformador de potência – Terminologia;
- ABNT NBR 5590:2015 Versão Corrigida:2017, Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados — Requisitos;
- ABNT NBR 5915:2013 – Chapas e bobinas de aço laminadas a frio;
- ABNT NBR IEC 60060-1:2013 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio;
- ABNT NBR IEC 60060-2:2016 - Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão Parte 2: Sistemas de medição;
- ABNT NBR 7277:1988 – Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído;
- ABNT NBR 5034:2014 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV;
- ABNT NBR IEC 60156:2019 – Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial – Método de ensaio;
- ABNT NBR 11888:2015 – Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono e de aço de alta resistência e baixa liga — Requisitos gerais.

## 9.7 Padrões para baterias

O sistema de bateria deve fornecer um sistema de segurança que atenda aos requisitos de um ou mais padrões a seguir:

- Padrão UL 9540A - Standard for Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems;
- Padrão UL 1973 para baterias para uso em energia estacionária, auxiliar de veículo e LER;
- UL 1642 Padrão para baterias de lítio;
- ONU 38.3 Recomendações sobre o transporte de mercadorias perigosas;
- IEC 62619:2017 – Requisitos de segurança para pilhas e baterias de lítio secundárias, para uso em aplicações industriais;
- Requisitos de segurança IEC 62133:2017 para células de lítio secundárias seladas portáteis;
- IEC 61508:2010 Segurança funcional de sistemas elétricos / eletrônicos / eletrônicos programáveis relacionados à segurança;
- IEC 62040-1:2017 – Sistemas de energia ininterrupta (UPS) - Parte 1: Requisitos de segurança;
- IEC 60950-1:2005+AMD1:2009+AMD2:2013 CSV – Equipamento de tecnologia da informação - Segurança - Parte 1: Requisitos gerais;
- IEC TS 62933-5-1:2017 – Sistemas de armazenamento de energia elétrica (EES) - Parte 5-1: Considerações de segurança para sistemas EES integrados à rede - Especificação geral.

Além disso, o sistema de bateria deve estar em conformidade com um ou mais padrões de desempenho das seguintes normas:

- IEC 62933-2-1:2017 – Sistemas de armazenamento de energia elétrica (EES) - Parte 2-1: Parâmetros da unidade e métodos de teste - Especificação geral (não exclusiva para baterias);
- Células e baterias de lítio secundárias IEC 62620:2014 para uso em aplicações industriais.

## 9.8 Padrões para inversores

- UL 1741 – Padrão para inversores, conversores, controladores e equipamentos de sistema de interconexão para uso com recursos de energia distribuída;
- UL 9540 – Segurança para sistemas de armazenamento de energia;
- UL 508C – Padrão para Equipamentos de Conversão de Energia;
- IEEE 1547:2018 e 1547.1-2020 – Procedimentos de teste de conformidade padrão para equipamentos que interconectam recursos energéticos distribuídos com sistemas de energia elétrica;
- IEC 62477-1:2016 - Requisitos de segurança para sistemas e equipamentos conversores eletrônicos de potência - Parte 1: Geral;
- IEC 62477-2:2018 – Requisitos de segurança para sistemas e equipamentos de conversor eletrônico de potência - Parte 2: Conversores eletrônicos de potência de 1.000 V CA ou 1.500 V CC até 36 kV CA ou 54 kV CC;
- IEC 61508:2010 – Segurança funcional de sistemas elétricos / eletrônicos / eletrônicos programáveis relacionados à segurança.

## 9.9 Padrões Ambientais

Todas as atividades, serviços, produtos relacionados a este projeto devem estar de acordo com a política ambiental da Equatorial/CLA.

## 9.10 Padrões para sistemas de segurança

- ABNT NBR 13231: 2015 - Proteção contra incêndio em subestações elétricas;
- ABNT NBR 10897:2020 – Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos - Requisitos;
- ABNT NBR 13714:2000 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio;
- ABNT NBR 12693:2021 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio;
- NFPA 855:2020 - Padrão para a instalação de Sistemas de Armazenamento de Energia Estacionários.

## 10 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

Na proposta deve estar incluída a especificação técnica completa e detalhada do fornecimento, incluindo todos os materiais que compõem o equipamento, bem como os ensaios prescritos;

A proposta deve vir acompanhada de catálogos, desenhos e descrição completa de todos os componentes, independente de sua procedência, quer sejam fornecidos pelo fornecedor ou por terceiros;

A proposta técnica, bem como todos os documentos, esquemas e anexos que dela fazem parte, deverão ser redigidos em português;

Devem ser fornecidas, no mínimo, as seguintes informações, apresentando as características técnicas solicitadas, mesmo que constem de outra parte da proposta:

- Informações completas do fornecedor, devidamente carimbadas e assinadas;
- Garantia;
- Prazo de entrega;
- Embalagem e transporte;
- Validade da proposta;
- Preço unitário e oferta total;
- Lista de material completo referente ao fornecimento;
- Lista de peças sobressalentes;
- Cópias dos certificados de certificação e / ou homologação dos equipamentos ofertados e caminho na Internet para acesso ao certificado no órgão emissor;
- Vida útil estimada do equipamento;
- Experiência comprovada: lista e informações de sistemas de propriedade do cliente.

A Fundação Sousândrade/Equatorial se reserva o direito de desclassificar qualquer proposta que não inclua ou inclua parcialmente os dados aqui solicitados. O proponente deve, em qualquer etapa do fornecimento, sem ônus para a Fundação Sousândrade/Equatorial, solucionar quaisquer problemas decorrentes de obscuridade, erro ou omissão de informações na proposta técnica, embora não explicitamente solicitados por esta especificação, mas necessários para o pleno acompanhamento da execução do sistema;

O proponente que citar propostas alternativas aos itens desta especificação deve estar ciente de que podem ou não ser aceitas, dependendo da conveniência da Fundação Sousândrade/Equatorial em relação a peças de reposição, facilidade de manutenção ou qualquer outro aspecto que possa ser entendido pela Fundação Sousândrade/Equatorial como uma desvantagem futura;

As omissões devem ser interpretadas como aceitação das condições exigidas;

Qualquer erro na redação cometido pelo proponente, que possa afetar a interpretação da proposta ou mesmo a correspondência posterior, será de inteira responsabilidade do proponente, que estará sujeito às penalidades decorrentes do erro.