**ANEXO I - ANTEPROJETO DE REFERÊNCIA**

# INTRODUÇÃO

Este anteprojeto foi elaborado em conformidade com o que estabelece a Lei nº 13.303 de 30 de junho de 2016, em especial ao Art. 42, configurando as informações fundamentais para a caracterização das condições ideais de contratação do objeto a seguir.

Conforme item VII do Art. 42 da supracitada lei:

*VII - anteprojeto de engenharia: peça técnica com todos os elementos de contornos necessários e fundamentais à elaboração do projeto básico, devendo conter minimamente os seguintes elementos:*

*a) demonstração e justificativa do programa de necessidades, visão global dos investimentos e definições relacionadas ao nível de serviço desejado;*

*b) condições de solidez, segurança e durabilidade e prazo de entrega;*

*c) estética do projeto arquitetônico;*

*d) parâmetros de adequação ao interesse público, à economia na utilização, à facilidade na execução, aos impactos ambientais e à acessibilidade;*

*e) concepção da obra ou do serviço de engenharia;*

*f) projetos anteriores ou estudos preliminares que embasaram a concepção adotada;*

*g) levantamento topográfico e cadastral;*

*h) pareceres de sondagem;*

*i) memorial descritivo dos elementos da edificação, dos componentes construtivos e dos materiais de construção, de forma a estabelecer padrões mínimos para a contratação;*

As conclusões quanto a marcas, quantitativos, modelos, fornecedores e demais detalhamentos constantes do conjunto de documentos deste anteprojeto tem caráter meramente ilustrativos e cabe a CONTRATADA a apresentação das configurações e equipamentos de seu projeto. Bem como cabe a CONTRATADA a definição em seu projeto do layout definitivo da UFV, SE, BESS, vias, drenagem, cortes/aterros e distribuição dos equipamentos e demais informações, documentos e projetos pertinentes a sua proposta.

# OBJETO

Contratação de empresa especializada para execução dos serviços e obras necessários à implantação, operação e manutenção de uma usina híbrida de geração de energia renovável composta por uma UFV (Usina Fotovoltaica) de capacidade de 20 MWp acrescida de um Sistema de Armazenamento de Energia em Bateria (BESS) de capacidade de 50 MWh e de todo o Sistema de Transmissão associado, no município de Maricá/RJ.

# JUSTIFICATIVA

A CODEMAR encomendou estudos para avaliar o perfil de consumo de energia elétrica, demandado pelas unidades consumidoras sob a responsabilidade do Governo Municipal de Maricá, e o consequente dimensionamento de usinas de geração de energia solar fotovoltaica, que possam adicionar energia à matriz atual, considerando a carga hoje existente e também a expansão do consumo projetada a curto, médio e longo prazo.

Segundo o estudo intitulado “Estudos para identificação de alternativas de eficiência energética e geração de energia fotovoltaica para fomento da política de desenvolvimento econômico do município de Maricá-RJ”, realizado pela Fundação Getúlio Vargas, a Administração Municipal consumiu 3.367.747,80 kWh (3,36GWh) com energia elétrica no ano de 2020, em sua estrutura pública. Esse quantitativo é equivalente ao total de R$ 2,3 milhões naquele período. O levantamento foi feito por meio de análise das contas de energia de 391 unidades consumidoras, identificando-se a iluminação pública como o maior consumidor de energia dentro dessa amostra, responsável por 79,41% do consumo.

Considerando o objetivo da CODEMAR, o estudo destacado no parágrafo anterior, apontou, à época, a necessidade de implantação de usinas fotovoltaicas, que somadas totalizem uma potência instalada mínima de 30MW, que sejam capazes de fornecer a quantidade de energia demandada pelas unidades consumidoras sob a responsabilidade do Governo Municipal de Maricá naquela oportunidade, bem como para alguns dos projetos futuros do município. A estratégia anterior é que seriam implantadas usinas fotovoltaicas de no máximo 3MW de potência instalada, a fim de se manter dentro da legislação de Geração Distribuída e dessa forma fazer uso do Sistema de Compensação de Energia estabelecido na forma da Lei nº 14.300 de 2022. No entanto, com as alterações da legislação e das outorgas da ANEEL, bem como com o advindo de novas tecnologias, como as usinas híbridas com energia fotovoltaica e sistema de baterias e, tendo em vista as dificuldades já vivenciadas na implantação da primeira UFV de 3 MW, o município decidiu rever sua estratégia e, através da CODEMAR, buscando uma solução única, maior e, capaz de suprir a demanda atual com garantia de acionamento eficaz e seguro em períodos de pico, como é o caso do BESS.

A instalação de usinas fotovoltaicas híbridas com BESS representa uma medida de eficiência energética moderna, com o intuito de diminuir o montante de energia elétrica demandado da distribuidora local e, portanto, reduzir despesas, além de permitir o backup da potência média entregue hoje pela subestação onde o presente sistema será conectado, pelo período de até duas horas, o que garante a segurança energética de todas as cargas assim alimentadas. O Brasil apresenta ótimos níveis de irradiação solar, sendo que, na cidade de Maricá, a média anual se aproxima de 5 kWh/m²/dia, segundo o CRESCESB (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito). Essa alta incidência de energia solar proporciona um rápido retorno financeiro aos projetos de usina solar implantados no país, com retorno médio do investimento entre 9 e 10 anos, dependendo da tarifa energética da região e dos custos de implantação.

Além do benefício energético-econômico advindo da utilização da energia solar fotovoltaica, há que se mencionar os aspectos de sustentabilidade dessa fonte alternativa. A energia solar é renovável e com disponibilidade infinita, além de não emitir poluição ou gases de efeito estufa e contribuir para redução da emissão de CO2 pela não utilização de fontes não-renováveis.

Neste sentido esta companhia busca contribuir para alternativas de melhoria da gestão e de eficiência de custos com energia no município, desta maneira, o presente processo visa a contratação de empresa especializada para realização dos serviços e obras necessários à implantação, operação e manutenção de uma usina híbrida de geração de energia renovável composta por uma UFV (Usina Fotovoltaica) de capacidade de 20 MWp acrescida de um Sistema de Armazenamento de Energia em Bateria (BESS) de capacidade de 50 MWh, incluindo a consolidação dos estudos de demanda energética, a elaboração dos projetos básicos e executivos, o planejamento, supervisão e gerenciamento das obras, o fornecimento de materiais e equipamentos, a montagem eletromecânica, o comissionamento e testes, a pré-operação e operação assistida e a operação comercial (por um período pré determinado), de modo a garantir ao município de Maricá/RJ uma solução de longo prazo de otimização dos custos de energia, trazendo não apenas economia imediata, como tranquilidade e confiança para novos empreendimentos no município, além de um alinhamento com as práticas mais modernas de conscientização ambiental através de uma energia limpa e renovável.

# OBJETIVO DO ANTEPROJETO

O presente Anteprojeto tem por objetivo apresentar, de forma resumida e exemplificativa, as principais características técnicas e construtivas do empreendimento UFV Maricá composto por uma usina solar fotovoltaica, sistema de armazenamento de energia (BESS), subestação elevadora, linha de transmissão e Bay de conexão à rede elétrica. A Figura 1 representa a solução integrada composta por uma usina solar fotovoltaica, sistema de armazenamento de energia (BESS), subestação elevadora, linha de transmissão e Bay de conexão à rede elétrica.

Interface gráfica do usuário

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

*Figura 1 - Sistema Integrado - UFV, BESS e SE*

# CARACTERÍSTICAS GERAIS

O empreendimento localiza-se na cidade de Maricá, município localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Fazendo limites com Itaboraí, São Gonçalo, Rio Bonito, Niterói, Saquarema e Tanguá.

O município de Maricá está localizado na [Região Metropolitana do Rio de Janeiro,](https://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%A3o_Metropolitana_do_Rio_de_Janeiro) [Brasil,](https://pt.wikipedia.org/wiki/Brasil) conforme Figura 2.

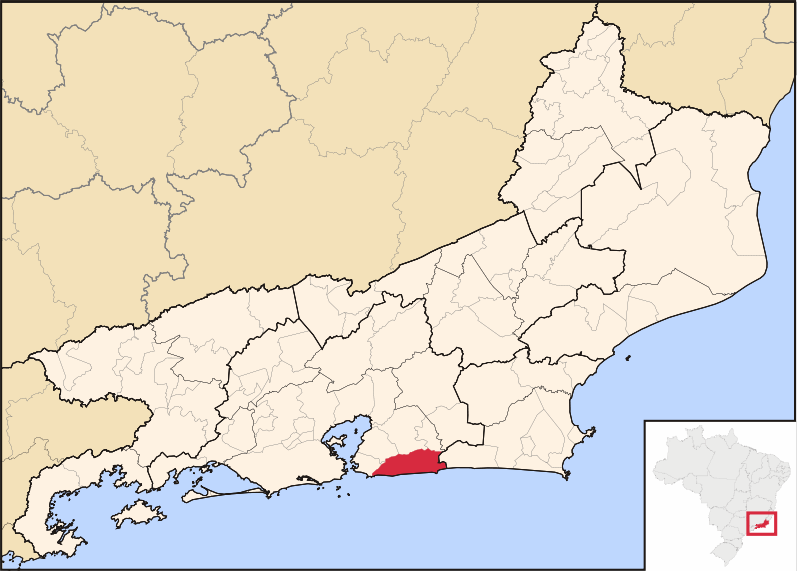


Figura 2 - Localização do Município de Maricá

O território municipal estende-se por 362,480km² e é dividido em quatro [distritos:](https://pt.wikipedia.org/wiki/Distrito) Maricá (sede), Ponta Negra, [Inoã](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ino%C3%A3) e [Itaipuaçu.](https://pt.wikipedia.org/wiki/Itaipua%C3%A7u)

O acesso ao município pode ser feito tanto pela [RJ-106](https://pt.wikipedia.org/wiki/RJ-106) (Rodovia Amaral Peixoto), que liga o município às [cidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cidade) de [Niterói,](https://pt.wikipedia.org/wiki/Niter%C3%B3i) [São Gonçalo](https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Gon%C3%A7alo_(Rio_de_Janeiro)) e [Saquarema,](https://pt.wikipedia.org/wiki/Saquarema) quanto pela [RJ-114,](https://pt.wikipedia.org/wiki/RJ-114) que faz a conexão com o município de [Itaboraí](https://pt.wikipedia.org/wiki/Itabora%C3%AD) e as [rodovias](https://pt.wikipedia.org/wiki/Rodovia) [RJ-](https://pt.wikipedia.org/wiki/RJ-104) [104](https://pt.wikipedia.org/wiki/RJ-104) e [BR-101.](https://pt.wikipedia.org/wiki/BR-101)

O empreendimento da Usina Híbrida (UFV + BESS) está concebido para ser implantado no terreno da Fazenda Nossa Senhora do Amparo, na Rua do Oscarino Francisco da Costa, n.º 1800 B, de propriedade da CODEMAR.

As coordenadas de referência são Latitude 7462806.31 m e Longitude 728605.51 m, Zona 23S, no sistema de coordenadas UTM – SIRGAS2000. A Figura 3 apresenta a localização referida.

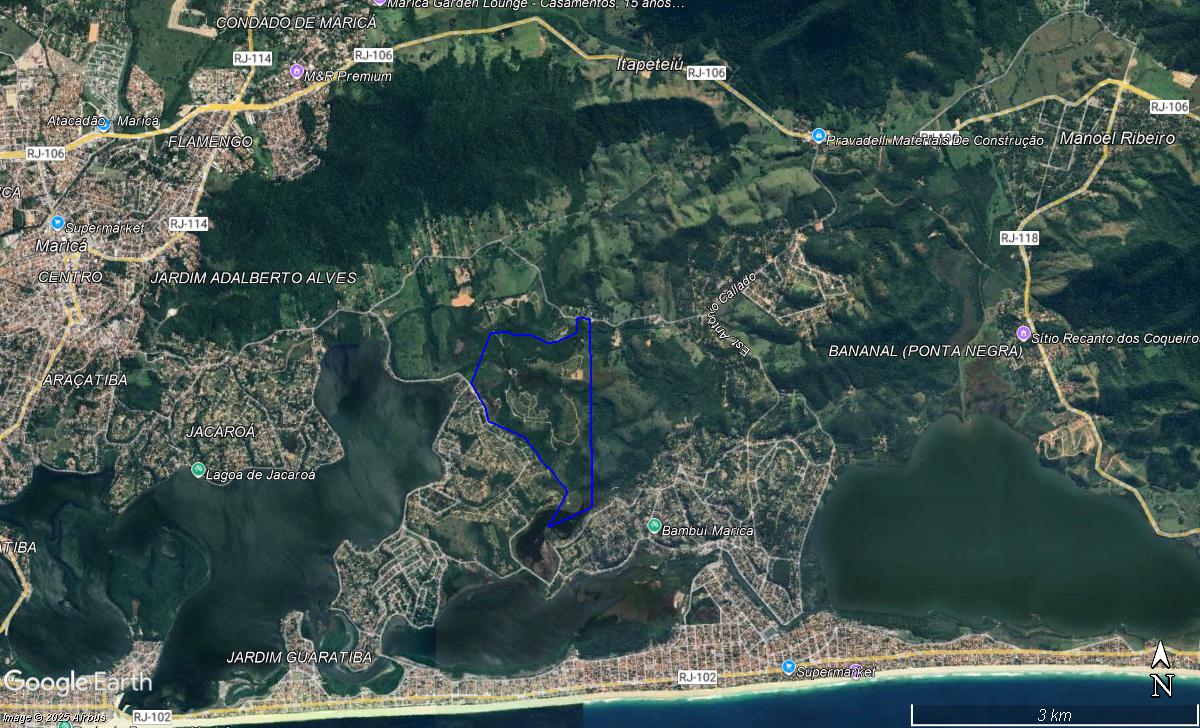


Figura 3 - Localização do Empreendimento

# CARACTERISTICAS ELETROMECANICAS DO EMPREENDIMENTO

As principais características técnicas do empreendimento estão apresentadas a seguir.

* Potência Instalada: 20,03MWp
* Potência de Injeção (CA): 18 MWac
* Capacidade do BESS: 50MWh / 25MW
* Tensão de Conexão: 69 kV
* Ponto de Conexão: Subestação Maricá, ENEL

## USINA SOLAR FOTOVOLTAICA

A usina será composta por módulos fotovoltaicos instalados em estruturas de rastreamento solar, distribuídos em blocos de geração. Cada bloco é interligado a inversores fotovoltaicos do tipo string, responsáveis pela conversão da corrente contínua (CC) gerada pelos módulos em corrente alternada (CA).

Os inversores serão conectados a transformadores elevadores que realizarão a elevação da tensão de baixa para média tensão, compondo as centrais de média tensão distribuídas ao longo da planta. A Figura 4 apresenta a disposição do arranjo no terreno destinado ao empreendimento.

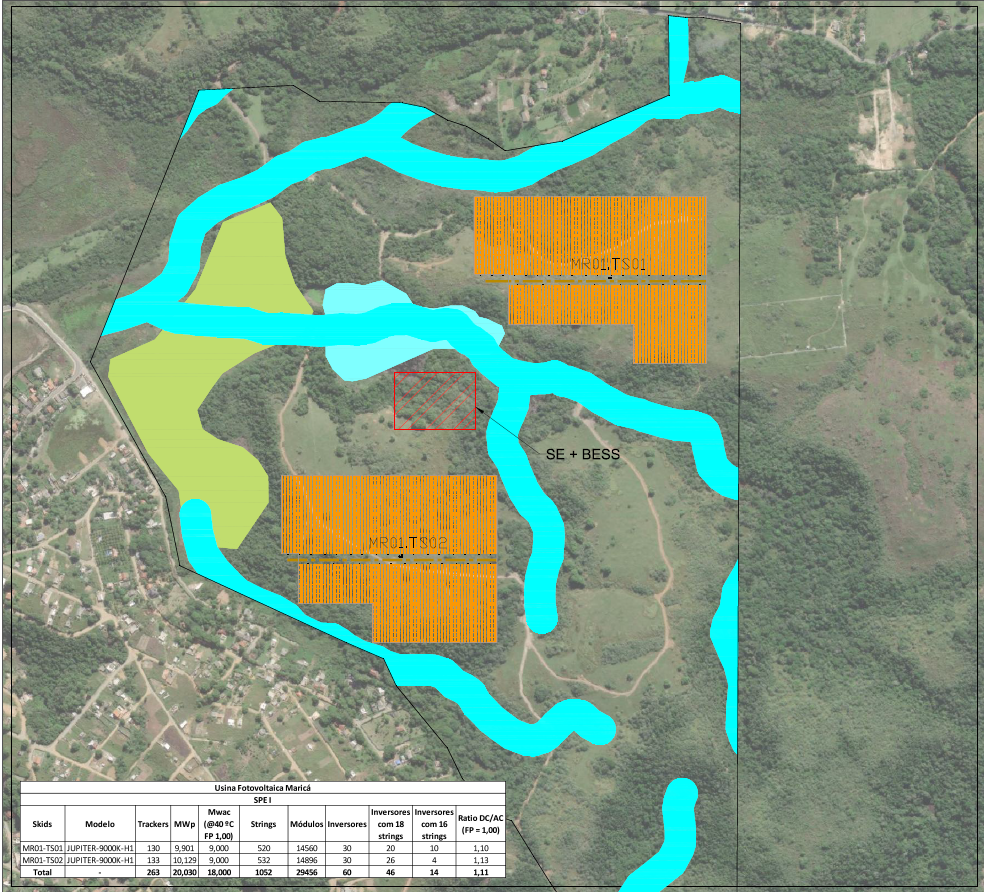


Figura 4 - Layout Eletromecânico

Os principais componentes do arranjo eletromecânico dimensionados são apresentados abaixo:

* Módulos fotovoltaicos com tecnologia N-Type & Bifacial, Trina de 680W;
* Estrutura de suporte Tracker Array, bifileira com 4 strings por equipamento;
* Inversores Huawei SUN2000-330KTL-H1
* Power Station JUPITER-9000K-H1 - 20 inversores com 18 strings e 10 inversores com 16 strings e JUPITER-9000K-H1 - 26 inversores com 18 strings e 4 inversores com 16 strings;

A Tabela 1 apresenta as quantidades de equipamentos para a solução eletromecânica apresentada:

|  |  |
| --- | --- |
| **PV Módulo** | **MR01** |
| **Potência Pico (W)** | 680 |
| **Tecnologia** | N-Type & Bifacial |
| **Fornecedor** | Trina |
| **PV Modulos por String** | 28 |
| **Total String** | 1.052 |
| **Total Modulos** | 29.456 |
| **Comprimento de cabo (cm)** | 140 |
|  |  |
| **PV Tracker** | **MR01** |
| **Fornecedor** | ARRAY |
| **Configuração do tracker** | 2x56 |
| **Rotação** | ±55º |
| **Pitch** | 5,5m |
| **Strings por tracker** | 4 |
| **Fileiras por Motor** | 2 |
| **Total de trackers** | 263 |
|  |  |
| **Inversor** | **MR01** |
| **Fornecedor** | HUAWEI |
| **Modelo** | SUN2000-330KTL-H1 |
| **String por Inversor** | 18/16 |
| **Total Inversores** | 60 |
|  |  |
| **Distribuição elétrica** | **MR01** |
| **Power Station 01** | JUPITER-9000K-H1 - 20 inversores com 18 strings e 10 inversores com 16 strings |
| **Power Station 02** | JUPITER-9000K-H1 - 26 inversores com 18 strings e 4 inversores com 16 strings |

Tabela 1 - Características Eletromecânicas

## SISTEMA DE ARMAZENAMENTO (BESS)

Um BESS (Battery Energy Storage System) é um sistema projetado para armazenar energia elétrica em forma química e liberá-la sob demanda, permitindo o controle dinâmico de energia em aplicações como suporte à rede elétrica, integração de fontes renováveis, controle de demanda, estabilidade de frequência e operação em microredes.

**Bateria (Battery Rack / String)**

É o coração do sistema. As baterias são compostas por módulos e células eletroquímicas (geralmente de íons de lítio – LFP, NMC etc.) que armazenam energia.

Função: armazenar energia elétrica durante períodos de carga e liberá-la durante a descarga.

Principais parâmetros: capacidade (kWh), tensão nominal (V), corrente máxima (A) e faixa de temperatura.

Configuração típica: conjuntos de módulos em série e/ou paralelo formando *racks*, controlados por um BMS local.

Escopo para o projeto:

* 10 x Container de bateria HITHIUM (314Ah) de 5,016 MWh - 1331,2 Vdc
* Dimensões: Profundidade x Largura x Altura = 6058 x 2438 × 2896 mm
* Peso unitário aproximado de 40.000 kg
* Sistema de Climatização (HVAC) - Responsável por manter as condições térmicas adequadas dentro dos contêineres ou gabinetes.
  + Função: preservar a vida útil e desempenho das baterias.
  + Tipos: ar-condicionado, ventilação forçada ou sistemas líquidos em instalações de alta densidade.
* Sistema de Segurança e Monitoramento - Compreende sensores, alarmes e sistemas de combate a incêndio (Fire Suppression System).
  + Função: detectar anomalias (fumaça, temperatura, gases) e agir preventivamente.
  + Componentes: detectores de gás, detectores de fumaça, extintores automáticos (aerosol, gás inerte etc.).
* Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS – Battery Management System) - O BMS é o cérebro eletrônico das baterias. Ele monitora continuamente o estado de cada célula e módulo.
  + Função principal: garantir operação segura e eficiente das baterias.
  + Outras funções:
    - Monitorar tensão, corrente e temperatura das células.
    - Equilibrar o estado de carga (*cell balancing*).
    - Proteger contra sobrecarga, descarga profunda e superaquecimento.
    - Comunicar-se com o sistema superior (PCS ou EMS).

**Sistema de Conversão de Potência (SKID PCS – Power Conversion System)**

O PCS é o conversor bidirecional que transforma energia DC (das baterias) em AC (da rede) e vice-versa.

Função: permitir a interação entre o banco de baterias e a rede elétrica.

Principais funções:

* + Operar em modo de carga (retificador) e descarga (inversor).
  + Regular potência ativa e reativa.
  + Garantir sincronismo com a rede ou operar em modo isolado (*off-grid*).
  + Executar estratégias como VSG (Virtual Synchronous Generator) e *grid-forming*.

Escopo para o projeto:

* 03 x Skid PCS SINENG (EH-8600-HA-MR-10~33), composto por:
  + 40 PCS de 215 kW - 690Vac / 1331,2Vdc
  + 01 Transformador elevador de 8,6 MVA - 34,5/0,69 kV
  + 01 Cubículo de Média Tensão de 36kV - 630A (SIEMENS 8DJH36-RL)
  + 01 Gabinete de alimentação dos serviços auxiliares
* Dimensões: Profundidade x Largura x Altura = 12192 x 2438 × 2896 mm
* Peso unitário aproximado de 30.000 kg
* Sistema de Proteção e Distribuição Elétrica - Inclui quadros DC, disjuntores, fusíveis, contatores e relés de proteção.
  + Função: proteger o sistema contra falhas elétricas e garantir a operação segura.
  + Componentes principais:
    - DC Breaker: protege os circuitos entre baterias e PCS.
    - AC Breaker: isola o sistema do lado da rede.
    - Fusíveis e contatores: complementam a proteção e o seccionamento.

**Sistema de Controle e Supervisão (EMS / PMS / SCADA)**

O Energy Management System (EMS) ou Power Management System (PMS) coordena o comportamento global do BESS.

Função: otimizar o uso da energia armazenada e integrar o BESS ao sistema elétrico.

Principais funções:

* + Estratégias de carga e descarga.
  + Priorização de fontes (solar, rede, diesel etc.).
  + Comunicação com sistemas externos (subestação, ONS, distribuidora).
  + Registro e histórico de dados de operação.

Escopo para o projeto:

* 01 Rack de Sistema de comando, controle e monitoramento do BESS, incluindo hardware, software, integração e monitoramento, contendo:
* 02 POWERMAX SEL-3555
* 02 FEP SEL-3350
* 03 SWICTHES SEL-2731
* 01 SERVIDOR SEL-3355
* Dimensões: Profundidade x Largura x Altura = 600 x 600 × 2000 mm
* Peso unitário aproximado de 1.200 kg

A Figura 5 representa o layout para o sistema BESS:

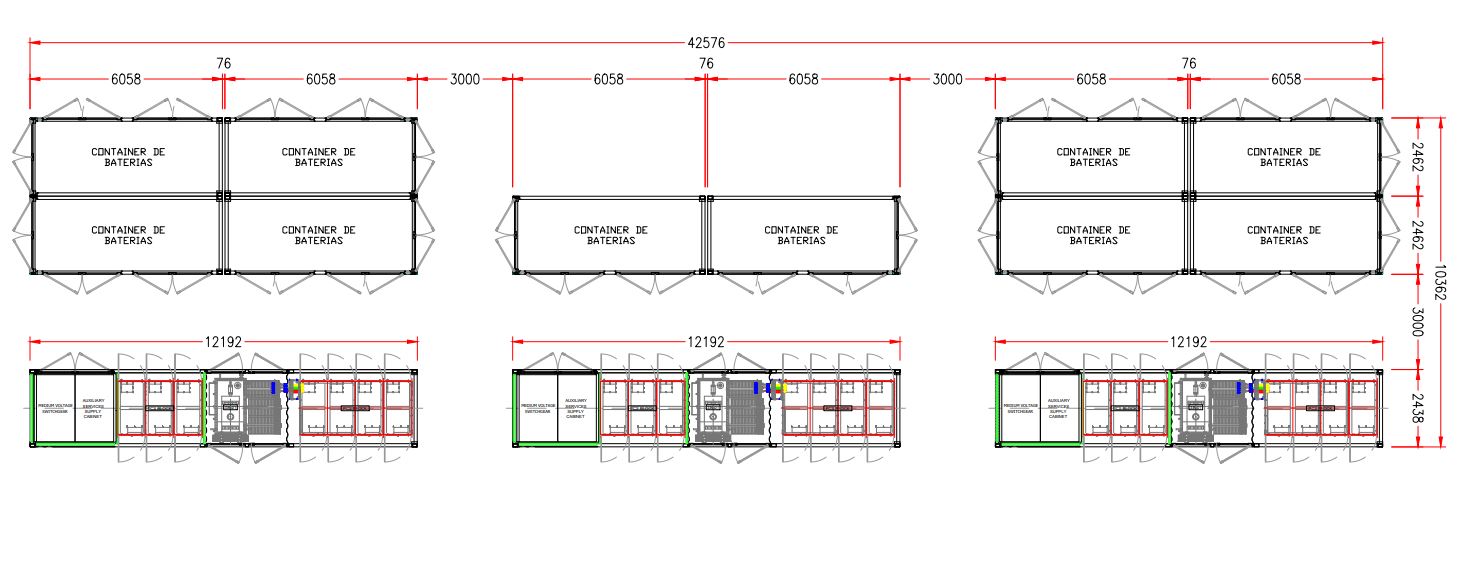


Figura 5 - Layout para o sistema BESS

A Figura 6 representa o diagrama unifilar para o sistema BESS.

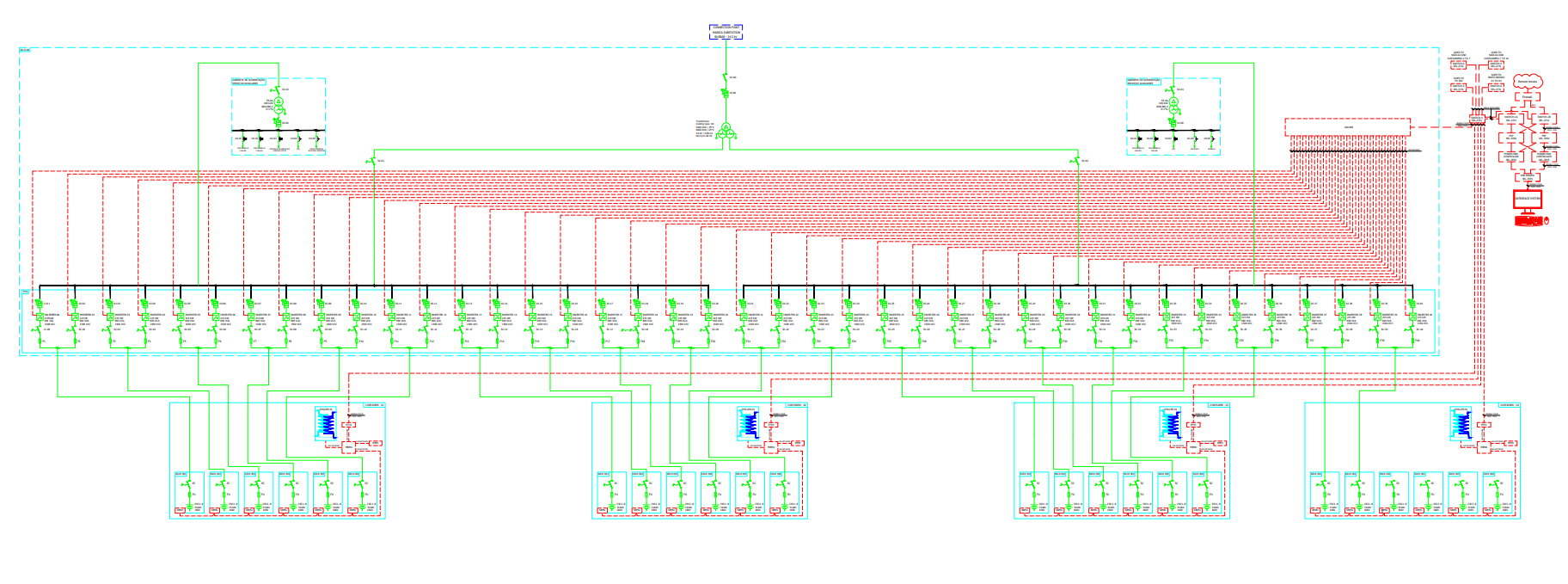


Figura 6 - Diagrama Sistema BESS

## SUBESTAÇÃO ELEVADORA

A Subestação Elevadora será responsável por elevar a tensão da geração em média tensão 34,5kV para o nível de transmissão 69kV e permitir a interligação com o sistema elétrico. A Figura 7 apresenta a subestação proposta para o empreendimento.

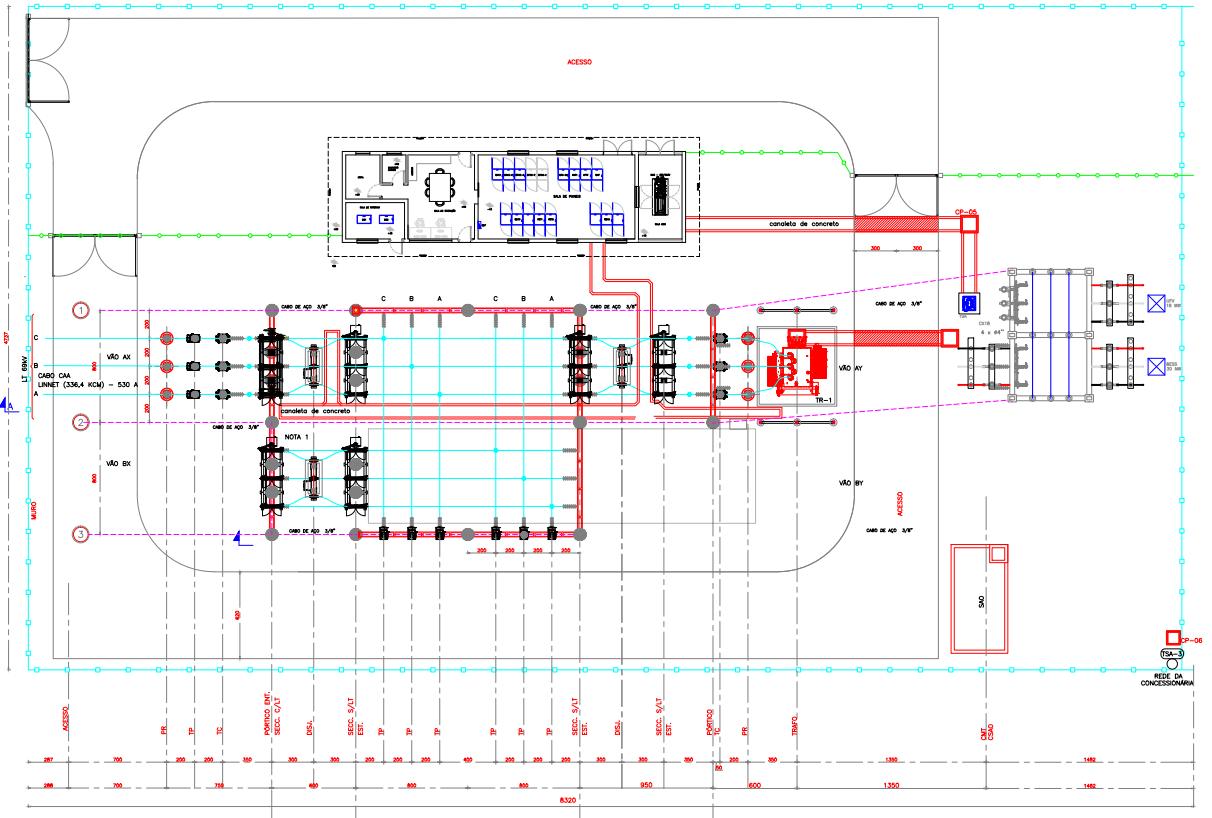


Figura 7 - Subestação do Empreendimento

Principais componentes:

* Transformador de Potência de 30MVA 34,5kV/69kV;
* Barramento duplo com barra principal transferência;
* Painéis de proteção, controle e medição;
* Sistema de supervisão e controle (SCADA)

## LINHA DE DISTRIBUIÇÃO

A Linha de Distribuição (LD) interliga a subestação elevadora da usina à subestação do ponto de conexão. Para o sistema de transmissão, considera-se que a Subestação do Parque conectará na Subestação Maricá, de propriedade ENEL, localizada Estr. do Caxito, 25 - Caxito, Maricá - RJ, 24900-000. A Figura 8 apresenta o traçado preliminar proposto para a transmissão. Entretanto, cabe a CONTRATADA, o detalhamento do trajeto por ela proposto.

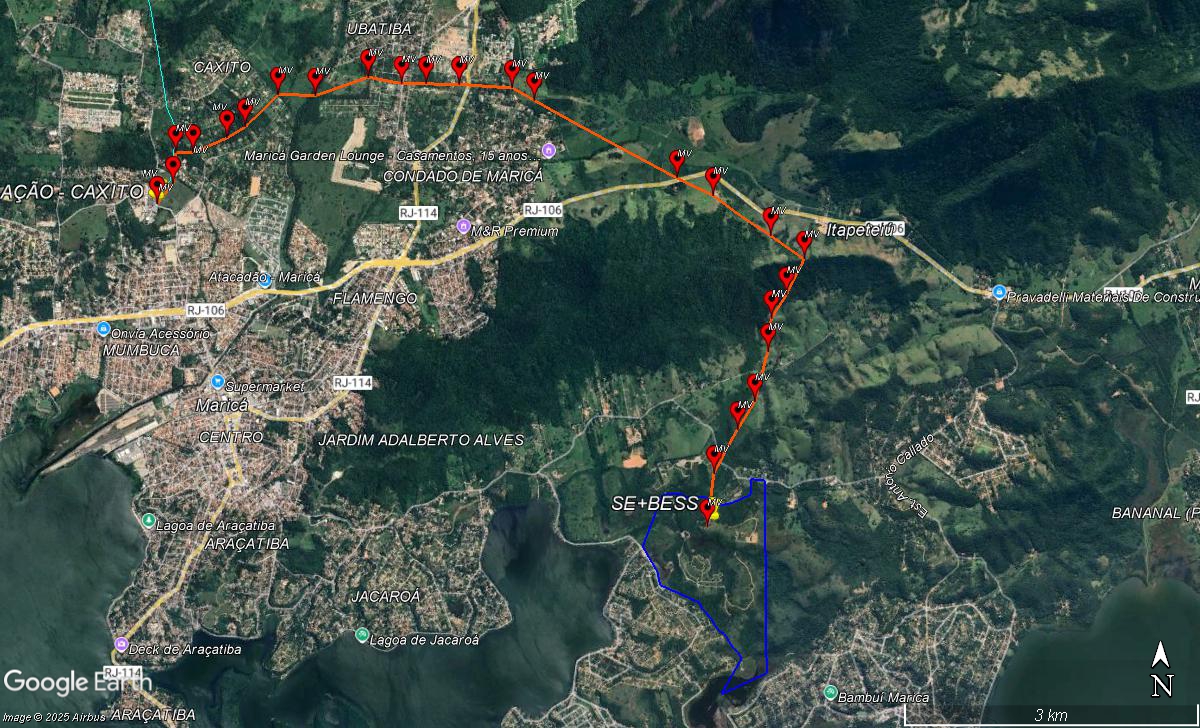


Figura 8 - Traçado Linha de Transmissão

A extensão aproximada 13 km com aproximadamente 25 torres metálicas e o nível de tensão de 69kV.

## BAY DE CONEXÃO

No ponto de entrega, considera-se que será implantado um Bay de conexão na Subestação Maricá de propriedade ENEL, localizada Estr. do Caxito, 25 - Caxito, Maricá - RJ, 24900-000. A Figura 9 apresenta a localização aproximada da SE de Conexão.

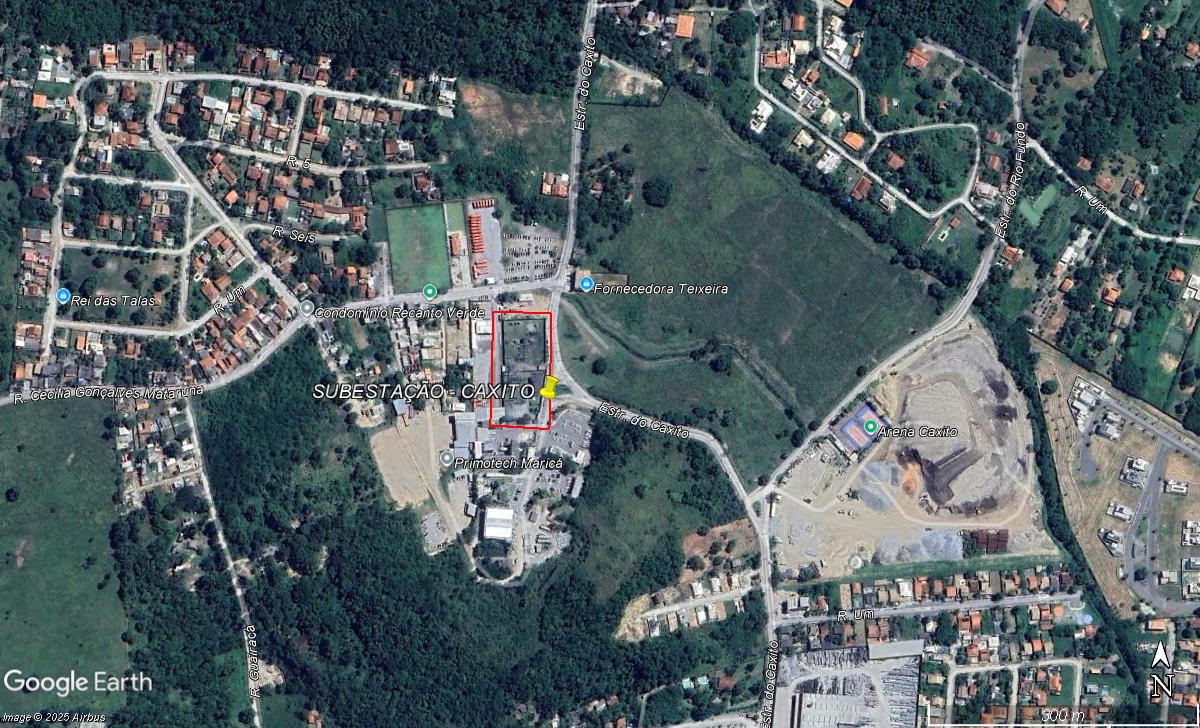


Figura 9 - Localização Bay de Conexão

Para o Bay de conexão, considera-se que serão implantados os equipamentos necessários à medição, proteção e manobra, conforme requisitos do agente de transmissão e distribuidora local.

# SISTEMAS COMPLEMENTARES

## Canteiro de Obras

O projeto prevê a implantação de canteiro de obras destinado a abrigar as instalações temporárias necessárias à execução do empreendimento, incluindo áreas administrativas, almoxarifado, depósitos de materiais, sanitários, vestiários e áreas de apoio para operários. As estruturas serão dimensionadas de forma temporária, segura e funcional, considerando facilidade de montagem e desmontagem, circulação interna, acesso de veículos de carga e descarga, além de compatibilidade com os sistemas de drenagem e movimentação de terra do terreno.

As construções do canteiro poderão ser realizadas em alvenaria leve, pré-moldados, contêineres ou módulos metálicos, conforme cronograma de obra e logística de implantação, garantindo resistência adequada, segurança dos trabalhadores e atendimento às normas de higiene e segurança do trabalho. O layout será planejado de forma a minimizar interferências na execução das obras, respeitar áreas de preservação ambiental e possibilitar futura remoção completa ao término do empreendimento.

## Supressão Vegetal

A área destinada à implantação do empreendimento passará por processo de supressão vegetal controlada, restrita exclusivamente à faixa necessária para execução das obras. Os serviços serão realizados conforme autorização ambiental específica emitida pelo órgão competente, observando-se integralmente as condicionantes estabelecidas.

A execução compreenderá o corte e destoca da vegetação, com posterior destinação adequada dos resíduos vegetais, priorizando o aproveitamento da biomassa ou o encaminhamento a áreas licenciadas para disposição. Durante as atividades, serão adotadas medidas de controle de erosão, assoreamento e compactação do solo, bem como proteção das áreas adjacentes não afetadas.

Toda a supressão será conduzida sob acompanhamento técnico ambiental, assegurando a conformidade legal e a minimização dos impactos ambientais.

**Estima-se que será suprimida uma área de 75 hectares para implantação do empreendimento.**

## Acessos e Vias Internas

Os acessos e vias internas do empreendimento serão projetados e executados de modo a garantir condições adequadas de trafegabilidade, durabilidade e segurança operacional, atendendo às exigências das fases de implantação, operação e manutenção. O traçado das vias buscará minimizar movimentações de terra, interferências ambientais e alterações na drenagem natural, assegurando estabilidade e desempenho estrutural ao longo do tempo.

**São previstos 7.500 metros de acessos internos para atendimento ao empreendimento.**

O dimensionamento do pavimento será definido em função das cargas atuantes e do tipo de tráfego previsto, considerando:

* Subleito com CBR mínimo de 5%, conforme DNIT 172/2016 – ME;
* Sub-base com CBR mínimo de 20%;
* Base com CBR mínimo de 60%, conforme ensaios e especificações do DNIT.

A estrutura típica de pavimento adotada possui espessura total mínima de 20 cm, composta pelas seguintes camadas:

* Camada de reforço do subleito, quando necessário, para adequação das condições de suporte;
* Sub-base granular, conforme DNIT 141/2010 – ES;
* Base granular, conforme DNIT 147/2010 – ES;
* Revestimento primário, conforme DNIT 445/2023 – ES;

Durante a execução, deverão ser observadas as normas de compactação (DNIT 134/2018 – ME) e controle tecnológico dos materiais, garantindo a obtenção dos índices de suporte e densidade especificados em projeto.

O sistema de drenagem superficial será dimensionado de modo a assegurar o escoamento adequado das águas pluviais, prevenindo erosões e a degradação das camadas do pavimento.

Todas as atividades deverão seguir as normas técnicas e especificações vigentes do DNIT e da ABNT, assegurando desempenho estrutural e funcional compatível com as necessidades do empreendimento.

## Movimentação de Terra

Os serviços de movimentação de terra têm por objetivo adequar a topografia natural do terreno às condições de implantação das estruturas de suporte (trackers), sistemas de drenagem e demais infraestruturas associadas. As atividades compreenderão as etapas de limpeza, desmatamento, escarificação, cortes, aterros, compactação e regularização final dos locais terraplenados.

O volume total estimado de movimentação de terra para atendimento às áreas de implantação é de **aproximadamente 1.455.000,00 m³.**

Os serviços serão executados conforme as Especificações de Serviços do DNIT e o controle de qualidade compreenderá o acompanhamento da umidade ótima de compactação e grau de compactação mínimo de 95% do Proctor Normal, garantindo a estabilidade e suporte adequado ao pavimento e às fundações dos trackers.

As cotas de projeto serão executadas respeitando os limites estabelecidos para escoamento superficial das águas pluviais, de forma a integrar-se ao sistema de drenagem projetado e evitar processos erosivos e assoreamento das áreas adjacentes.

Durante a execução, deverão ser adotadas medidas de controle ambiental e de erosão, em conformidade com as condicionantes ambientais e boas práticas de engenharia, assegurando a estabilidade dos taludes e a proteção do solo exposto.

## Sistemas de Drenagem

O projeto de drenagem é concebido de forma a assegurar o escoamento adequado das águas pluviais e a estabilidade das plataformas de implantação dos trackers, prevenindo processos erosivos, assoreamento e degradação das vias e taludes.

O dimensionamento das estruturas é realizado com base em estudos hidrológicos e hidráulicos específicos da área, considerando as características topográficas, cobertura do solo e áreas de contribuição. As chuvas de projeto são definidas a partir das curvas IDF (Intensidade–Duração–Frequência) regionais e o tempo de concentração (Tc) determinado conforme as condições locais de escoamento.

As seções das estruturas foram definidas de modo a operar sem extravasamento nas condições de projeto, com velocidades compatíveis ao tipo de revestimento e material empregado. Foram previstos dissipadores, caixas de transição e proteções de taludes onde necessário para controle de energia e mitigação de erosões.

O sistema de drenagem foi integrado ao projeto de movimentação de terra e à definição das cotas de plataforma, garantindo o direcionamento adequado dos fluxos e a manutenção das declividades longitudinais e transversais de projeto.

O projeto observou as especificações e normas técnicas vigentes, em especial as ABNT NBR 9649, ABNT NBR 11872, e os manuais e especificações do DNIT aplicáveis ao dimensionamento e execução das obras de drenagem superficial e subterrânea.

**Para o presente projeto estima-se o comprimento total linear de 5.000 metros de valetas.**

## Fundações

O projeto de fundações é desenvolvido considerando as características geotécnicas locais obtidas a partir das sondagens de reconhecimento do subsolo, bem como as solicitações estruturais específicas de cada tipo de elemento do empreendimento.

Para as estruturas de suporte dos trackers, adotou-se o sistema de fundações profundas do tipo micropilote, definido em função das condições de resistência do solo e da necessidade de garantir rigidez, estabilidade e controle de recalques diferenciais. Esse tipo de fundação foi selecionado por apresentar baixo impacto construtivo, adaptação a solos heterogêneos e facilidade de execução em terrenos com presença de matacões ou camadas resistentes a pequenas profundidades. O dimensionamento seguiu os critérios da ABNT NBR 6122:2019 (Projeto e execução de fundações) e demais normas correlatas, considerando as cargas verticais, horizontais e momentos atuantes nos eixos dos trackers.

**Para o presente projeto estima-se uma quantidade de 5.260 estacas e um volume de 1.530m³ de concreto.**

Para os eletrocentros, containers de baterias, PCSs e demais fundações, foi adotado o sistema de fundação direta do tipo radier, em concreto armado, dimensionado para distribuir uniformemente as cargas ao solo e limitar os recalques dentro dos valores admissíveis.

Os critérios de dimensionamento e verificação atenderam integralmente às prescrições das ABNT NBR 6122:2019, NBR 6118:2023 (Projeto de estruturas de concreto) e NBR 8681:2003 (Ações e segurança nas estruturas), garantindo segurança, durabilidade e desempenho estrutural compatíveis com as condições operacionais do empreendimento.

**Para o presente projeto estima-se um volume de 20m³ de concreto por fundação de eletrocentro e por fundação de containers de bateria e 1.800kg de aço.**

## Edifício de O&M e Casa de Comando

O projeto prevê a implantação de edificação destinada ao abrigo dos sistemas de controle, proteção e supervisão da subestação e do parque solar, denominada Casa de Comando conjunta ao prédio de Operação e Manutenção. Trata-se de construção em alvenaria estrutural ou concreto armado, com área total estimada em aproximadamente 150 m² compatível com a potência instalada da usina e o volume de equipamentos previstos. A edificação contempla, no mínimo, os seguintes ambientes: sala de controle/SCADA, sala de painéis e relés, sala de baterias e sistemas auxiliares, sala de reunião e sala técnica, pequeno almoxarifado, sanitário acessível e área de circulação técnica. Foram observados requisitos de ventilação, climatização e acessibilidade conforme normas aplicáveis, garantindo condições adequadas de operação e manutenção. As soluções construtivas adotadas consideram piso com resistência mecânica adequada à movimentação de equipamentos, passagens técnicas para eletrocalhas e dutos, e previsão de espaço livre para futuras ampliações.

## Guarita

O projeto prevê a implantação de uma guarita de controle de acesso junto ao portão principal do empreendimento, com área aproximada de 4 m², destinada à vigilância patrimonial e controle de entrada e saída de pessoas e veículos. A edificação contempla sala de vigilância e sanitário compacto, possuindo infraestrutura elétrica e lógica compatível com o sistema de CFTV e controle de acesso. Foram observados requisitos de segurança, ventilação e visibilidade, garantindo condições adequadas de operação contínua.

## Cercamento e Portão de Acesso

O projeto prevê o cercamento perimetral do empreendimento, com extensão aproximada de 5.000 metros, destinado a garantir segurança patrimonial e controle de acesso. A estrutura será composta por gradil metálico ou tela soldada, apoiada em mourões com altura mínima de 3 metros, dos quais aproximadamente 50 cm serão enterrados para ancoragem e estabilidade. Para maior proteção, o perímetro será complementado com concertina ou arame farpado ao longo da parte superior do cercamento, dificultando invasões.

O portão de acesso principal será dimensionado para permitir a entrada de veículos e equipamentos de manutenção, podendo ser de duas folhas ou de correr, de acordo com o layout operacional e as condições de circulação. O projeto prevê ainda infraestrutura para fechamento seguro, automação e compatibilidade com sistemas de controle de acesso e CFTV.

Para segurança elétrica, serão instaladas placas de sinalização indicando “Área Energizada” ao longo de todo o cercamento, com espaçamento máximo de 50 metros entre elas, garantindo visibilidade clara e alerta aos operadores e visitantes.

## CFTV

O projeto prevê a implantação de um sistema de CFTV (Circuito Fechado de Televisão) para monitoramento do parque solar, abrangendo áreas de módulos fotovoltaicos, subestação, Casa de Comando e demais instalações críticas, com o objetivo de assegurar segurança patrimonial, controle de acesso e registro de eventos operacionais.

O sistema será composto por câmeras de alta resolução, posicionadas estrategicamente ao longo do perímetro e em pontos críticos, permitindo monitoramento remoto e local em tempo real. Todo cabeamento será executado com condutores compatíveis com a tensão de operação das câmeras, alimentação redundante e proteção contra sobretensões.

Serão previstos também pontos de energia elétrica e rede lógica, garantindo a alimentação contínua dos equipamentos, integração com sistemas de alarme e controle de acesso, e permitindo fácil manutenção e expansão futura. Durante a execução, serão realizados testes de sinal, alinhamento de câmeras e verificação da cobertura das áreas monitoradas, assegurando que o sistema atenda aos critérios de projeto e às normas de segurança aplicáveis.

## Condutores Elétricos

O projeto elétrico do empreendimento contempla a distribuição de cabos para sistemas fotovoltaicos e instalações elétricas internas, dimensionados de acordo com as normas vigentes e cargas previstas, garantindo segurança, confiabilidade e eficiência operacional.

Para os cabos solares foram considerados cabos de Cobre estanhado com seção nominal de 6 mm², com características anti-chamas destinados à interligação dos módulos fotovoltaicos aos inversores, atendendo às condições de tensão contínua, corrente nominal e temperatura ambiente. A tensão de operação é de 0,6/1,0 kVac e revestimento livre de halogênios, anti-chama, com emissão reduzida de fumaça, gases tóxicos e corrosivos. Resistente a radiação UV. Temp. de operação 120 °C. Coloração preta e vermelha. Certificação TÜV.

Para os cabos de Baixa Tensão CA, foram considerados cabos em alumínio, unipolares, com seção nominal de 400 mm² e encordoamento classe 2. Os cabos deverão possuir tensão de operação de 0,9/1,5 kVcc ou 0,6/1,0 kVca, com isolação em XLPE e temperatura máxima de operação de 90 °C. O revestimento externo será em PVC antichama, com resistência à radiação UV, adequados para instalação em ambientes externos.

Os cabos de Média Tensão conectarão os transformadores de média tensão à subestação, e foram dimensionados para suportar correntes nominais e picos transitórios, com isolamento e proteção contra sobretensões conforme normas aplicáveis. Para os cabos de Média tensão foram previstos cabos de 20kV /35kV com seção nominal de 630 mm² e 150mm².de alumínio, unipolar, com cobertura de PVC, isolação de XLPE/EPR PARA 20/35kV, 90°C, condutor formado por fios de alumínio nú, têmpera dura, encordoamento classe 2 e seção para a Blindagem do condutor: camada de composto termofixo semi-condutor, com seção nominal de 16 mm². Isolação: extrudada de borracha etilenopropileno EPR. Blindagem da isolação: camada de composto termofixo semi-condutor e fios de cobre nu. Cobertura de composto termoplástico de PVC sem chumbo. Os quantitativos previstos são apresentados abaixo:

**Baixa Tensão (Corrente Alternada): 27.830 metros**

**Baixa Tensão (Corrente Contínua): 206.195 metros**

**Média Tensão: 3.668 metros**

## MALHA DE ATERRAMENTO

O projeto prevê a implantação de um sistema de aterramento integrado para o parque solar, incluindo áreas de trackers, sistemas de armazenamento de energia (BESS) e subestação, com o objetivo de garantir proteção de pessoas, equipamentos e continuidade operacional, em conformidade com normas técnicas aplicáveis (ABNT NBR 5410, ABNT NBR 14039, IEC 60364 e demais normas de segurança elétrica).

* Aterramento do sistema fotovoltaico: previsto aterramento de painéis, estruturas metálicas e quadros de proteção, com condutores de cobre nu 50 mm² e hastes de aterramento com profundidade e espaçamento adequados.
* Aterramento do sistema BESS: prevista malha de aterramento conectada ao sistema geral, dimensionada para correntes de falha CC e AC, com condutores de seção 50 mm², pontos de equipotencialização e conexões equipotenciais internas.
* Aterramento da subestação: malha de aterramento projetada para dissipar correntes de falta à terra e descargas atmosféricas, com condutores de seção 50 mm², hastes de aterramento, condutores de interligação e pontos de conexão a equipamentos críticos, transformadores e barramentos.

O sistema será executado de forma a integrar todos os aterramentos em uma malha única, garantindo equipotencialização total, redução de tensões de passo e toque, proteção contra surtos atmosféricos e continuidade operacional. Durante a execução, serão realizados ensaios de resistência de aterramento, verificação da continuidade elétrica e testes de integridade, assegurando que todos os valores atendam aos critérios de projeto e normas vigentes.

## SERVIÇOS AUXILIARES

O projeto prevê a implantação de sistemas auxiliares de alimentação elétrica, destinados a fornecer energia confiável para os equipamentos de suporte ao empreendimento, incluindo portão de acesso, estação meteorológica, sistema de CFTV, controladores de trackers e outros dispositivo. As fontes de alimentação serão dimensionadas considerando carga mínima e continuidade operacional.

## SISTEMA SCADA e TELECOM

O projeto prevê a implantação de um sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para monitoramento, supervisão e controle do parque solar, integrando a usina fotovoltaica (UFV), o sistema de armazenamento de energia (BESS) e a subestação (SE). O objetivo é garantir operabilidade remota, controle centralizado, coleta de dados em tempo real e tomada de decisão automatizada, assegurando a eficiência, confiabilidade e segurança operacional do empreendimento.

O sistema SCADA será composto por estações de supervisão, servidores, CLPs, interfaces de comunicação e softwares de monitoramento, interligando todos os equipamentos críticos por meio de rede de dados estruturada e redundante. Serão implementadas funcionalidades de alertas, alarmes, históricos de medição, gráficos de desempenho e relatórios automáticos, permitindo o acompanhamento contínuo de geração, armazenamento e entrega de energia.

Durante a execução, deverão ser observados critérios de compatibilidade eletromagnética, segurança da informação, redundância de comunicação e integração com sistemas de proteção, bem como testes de funcionalidade e validação do monitoramento remoto e local, garantindo que o sistema atenda integralmente às especificações técnicas e normas aplicáveis.

## ESTAÇÃO METEOROLOGICA

O projeto prevê a implantação de uma estação meteorológica destinada ao monitoramento das condições climáticas do parque solar, com o objetivo de otimizar a operação dos trackers, prever geração de energia e apoiar decisões de manutenção e controle de segurança. A estação será equipada com sensores de radiação solar, temperatura, velocidade e direção do vento, umidade relativa e pluviosidade, integrados ao sistema SCADA e aos controladores de trackers para coleta de dados em tempo real.

A instalação será realizada em ponto representativo do terreno, livre de sombras e interferências, com infraestrutura de fundação adequada, aterramento e proteção elétrica contra descargas atmosféricas.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

O empreendimento atenderá às normas técnicas aplicáveis, legislações ambientais e critérios de segurança.

# ANEXOS

Como anexo do presente documento, são apresentados os seguintes arquivos complementares:

# Anexo I – Arranjo Geral Eletromecânico – UFV

# Anexo II – Lista de Equipamentos Principais UFV

# Anexo III – Arranjo Subestação Empreendimento

# Anexo IV – Lista de Equipamentos Substação e Bay de Conexão

# Anexo V – Diagrama Unifilar SE

# Anexo VI – Arranjo Esquemático BESS e Diagrama Unifilar

# Anexo VII – Traçado Preliminar Linha de Transmissão

# Anexo VIII – Análise de Geração

# Anexo IX – Diagrama Unifilar MT

# Anexo IX