

## 2. CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

### 2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O projeto do empreendimento objeto deste estudo compreende três etapas:

- ❖ Estudos e projetos, incluindo a fase de planejamento, levantamentos básicos e projetos de engenharia;
- ❖ Implantação, correspondendo às etapas de construção e instalação dos equipamentos;
- ❖ Operação, ou seja, a etapa de geração de energia com funcionamento pleno do empreendimento.

O Quadro 2-1 mostra o fluxograma das etapas de desenvolvimento do projeto.

**Quadro 2-1-** Fluxograma das Etapas de Desenvolvimento do Projeto.

<b>FASES</b>	<b>COMPONENTES DO PROJETO</b>
<b>Pré Implantação</b>	Estudos e Projetos
	Estudos básicos
	Estudo de viabilidade econômica
	Levantamento topográfico
	Caracterização eólica da região
	Projeto
	Estudo de Impacto Ambiental
<b>Implantação</b>	Instalação do canteiro de obras
	Contratação de construtora / pessoal
	Mobilização de equipamentos / materiais
	Limpeza da área
	Sistema viário (acessos internos) / drenagem superficial
	Construção das fundações
	Montagem das torres
	Montagem dos aerogeradores
	Montagem elétrica
	Subestação
	Interligação Elétrica
	Testes Pré-operacionais
	Desmobilização da obra
<b>Operação</b>	Produção de Energia
	Distribuição de Energia
	Manutenção do empreendimento

### **2.1.1. PROJETO TÉCNICO**

O projeto técnico apresenta uma proposta de produção de energia elétrica através de fonte já conhecida. O projeto básico reflete em planejamento adequado de uso e ocupação do solo e de utilização de infraestrutura básica a instalar, de forma que são aproveitadas todas as facilidades ofertadas, minimizando as agressões ambientais, enquadrando-se desta forma na concepção do desenvolvimento sustentado.

O projeto reflete em incremento da tecnologia no setor energético, bem como prevê a atratividade de novas indústrias para a área, tendo como facilidade a oferta de energia.

O projeto básico busca a utilização racional e planejada para a sua área de influência, assim como oferecerá segurança e confiabilidade para a instalação e operação da obra.

O projeto proposto despontará como desenvolvimento tecnológico do setor industrial no estado do Ceará pela capacidade de contribuir para o suprimento de energia da região.

A elaboração do projeto técnico habilitado oferecerá maior segurança operacional e menor probabilidade de riscos de acidentes durante a implantação do empreendimento.

Esta ação resultará no dimensionamento das estruturas e dos materiais a serem utilizados na obra, o que evitará o desperdício de materiais de construção, bem como compartimentará os ambientes segundo os usos previstos.

O projeto propiciará estabilidade às estruturas a serem implantadas, garantindo eficiência das instalações e operacionalidade do empreendimento, o que resultará na segurança do trabalhador durante a implantação e operação do empreendimento.

Para a elaboração do projeto foram contratados serviços especializados, resultando em crescimento do setor terciário e saldo positivo na economia das áreas de influência do estudo.

O projeto tem como proposta a produção de energia elétrica através do potencial eólico da região, que refletirá positivamente na sua economia.

Buscou-se, na medida do possível, a compatibilização entre os aspectos paisagísticos regionais com os elementos de infraestrutura do empreendimento.

O projeto básico visa a utilizar racional e planejadamente os recursos naturais para a sua área de influência, assim como oferecerá segurança para a instalação da Usina Eólica.

A realização global do projeto está sob a responsabilidade de corpo técnico qualificado e habilitado em todos os segmentos, visando à maior segurança operacional e menores riscos de acidentes durante a implantação do empreendimento.

### **2.1.2. DIMENSIONAMENTO DO EMPREENDIMENTO**

A planta eólica será constituída de 15 (quatorze) aerogeradores E-82, 2,0 MW, 60 Hz da fabricante ENERCON, totalizando uma capacidade instalada de 30,0 MW (Figura 2-2). Esta Usina Geradora Eólica será construída em uma área, medindo 446,13 hectares. A estrutura básica operacional compreende os seguintes elementos:

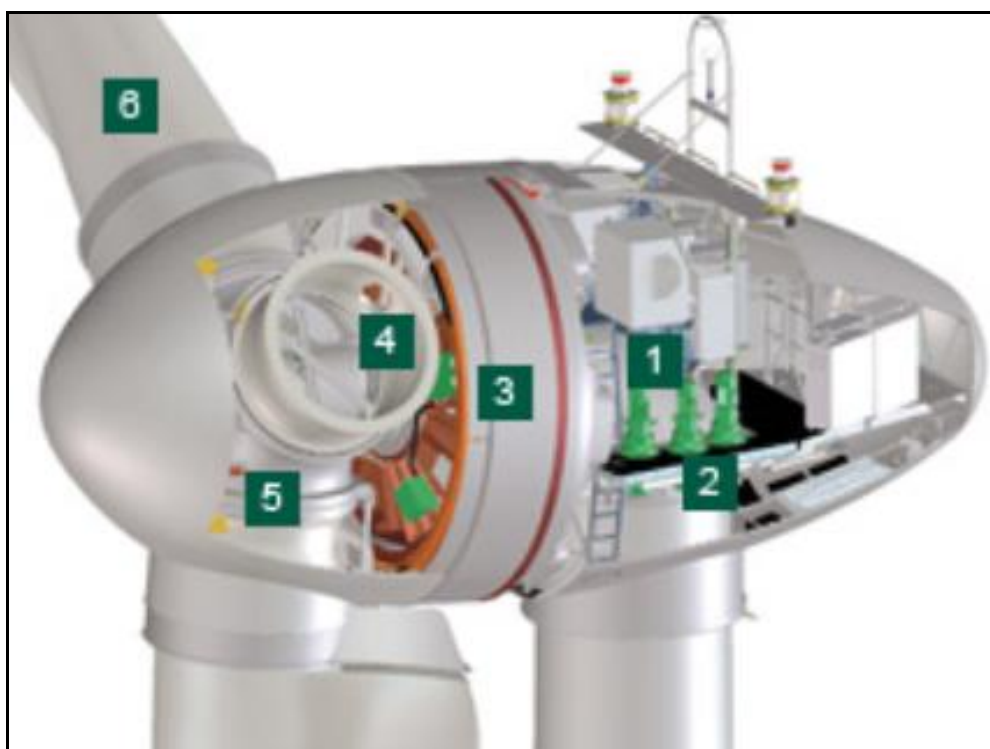
- ❖ 15 aerogeradores;
- ❖ Estrada de acesso às turbinas;
- ❖ Cabeamento elétrico;
- ❖ Cabeamento de controle;
- ❖ Subestação de saída;
- ❖ Centro de Controle;
- ❖ Guarita e oficina / Almoxarifado.

O espaçamento entre as turbinas é definido em função da quantidade de equipamentos, tamanho da área disponível, tamanho da turbina eólica, potência prevista para o empreendimento e morfologia do terreno. O

Quadro 2-2 descreve os equipamentos de geração eólica utilizados no empreendimento.

**Quadro 2-2 - Características dos Equipamentos.**

<b>Características gerais</b>	
<b>Modelo</b>	E-82
<b>Fabricante</b>	ENERCON
<b>Potência nominal</b>	2,0 MW
<b>Diâmetro do rotor</b>	82,0 m
<b>Altura da torre</b>	108,0 m
<b>Controle de potência</b>	Pitch
<b>Velocidade de <i>Cut-In</i></b>	2,5 m/s
<b>Velocidade de <i>Cut-Out</i></b>	28,0 m/s
<b>Curva de potência</b>	Curva teórica para a densidade do ar de 1,225 kg/m <sup>3</sup>



**Figura 2-1-** Desenho interno da nacelle do aerogerador GE. **Legenda:** 1- Porta principal; 2 – Unidade yaw; 3 – Gerador; 4- Adaptador da pá; 5 – Cubo do rotor; 6 – Pá.  
**Fonte:** Enercon.



**Figura 2-2 - Aerogerador E-82 da ENERCON. Fonte: ENERCON.**

Para a estimativa da geração de energia da usina eólica, foi necessário medir a intensidade do vento através de uma torre anemométrica.

### **2.1.3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DA USINA EÓLICA**

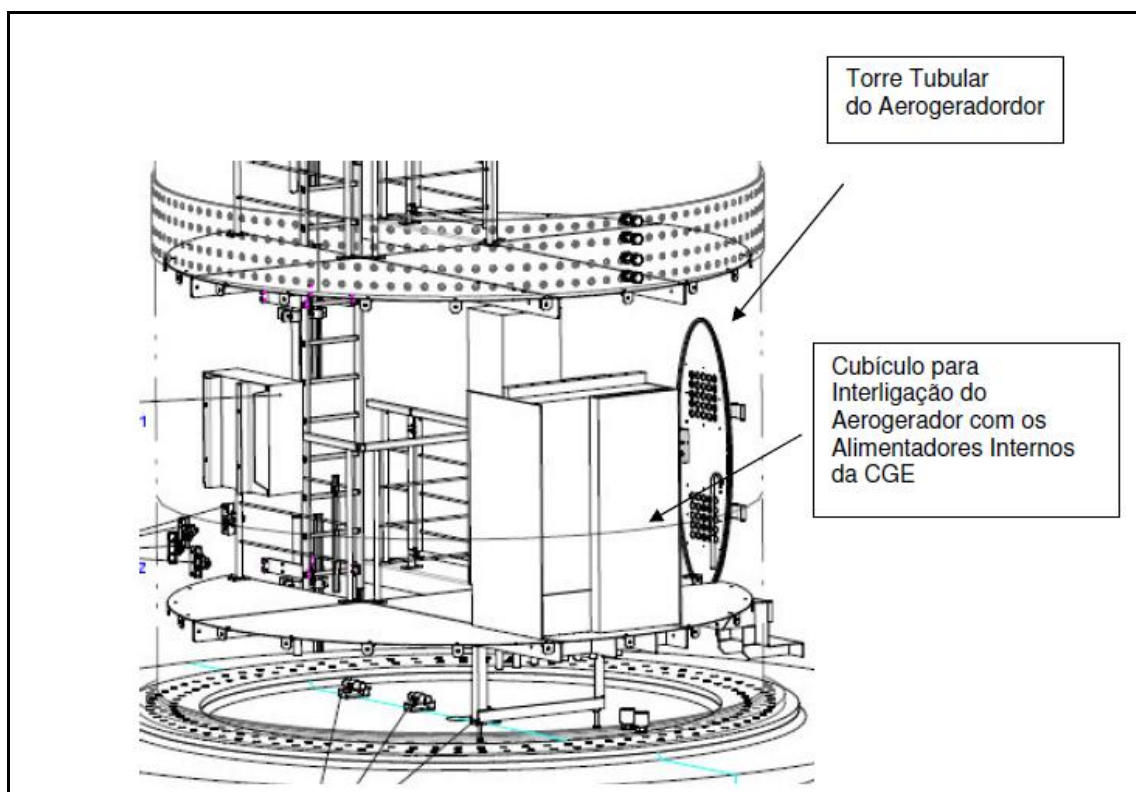
Como explicitado anteriormente neste capítulo, os aerogeradores utilizados na Usina Eólica em questão terão uma potência individual de 2.000 kW.

Cada um dos 15 (quinze) aerogeradores da usina eólica, será equipado com um gerador assíncrono trifásico de 04 pólos, com alimentação simples e tensão de saída de 600 V (60Hz). A capacidade nominal de cada aerogerador é 2.000 kW.

Cada aerogerador possui um sistema de controle microprocessado, abrigado na parte inferior interna da torre metálica, com módulos de

supervisão e controle completos, garantindo a segurança e a otimização de sua operação. O sistema de controle monitora as principais variáveis operacionais, atuando automaticamente e interrompendo o seu funcionamento na ocorrência de determinados eventos específicos. O sistema também permitirá, de forma remota, o acompanhamento e o controle operacional do equipamento (Figura 2-3).

No interior da torre do aerogerador, descerão condutores elétricos que transportarão a energia elétrica produzida pelo gerador em baixa tensão até a sua subestação unitária. A ligação dos condutores entre a base de concreto do aerogerador e a base da subestação unitária terá instalação subterrânea em eletrodutos diretamente enterrados no solo e envelopados com concreto.



**Figura 2-3** - Desenho interno da torre.

A CATAVENTOS DO PARACURU LTDA. será projetada com a seguinte concepção:

- ❖ A partir dos terminais de baixa tensão (690 V) do aerogerador deriva o circuito de conexão com o transformador elevador de distribuição com potência unitária de 2500 kVA/34,5 kV.
- ❖ Os terminais do Transformador Elevador de Distribuição serão conectados a uma chave seccionadora-fusível de média tensão. Os terminais de carga dessa chave serão conectados ao Barramento Coletor de média tensão.
- ❖ SE Elevadora – 34,5/69,0 kV.
- ❖ Conexão à barra de 69,0 kV da SE COLETORA ACARAÚ II-69/230 kV

A SE Coletora 34,5/69 kV será composta por um bay de saída de linha em 69kV, um bay de transformador de força, seguindo até os cubículos de média tensão em 34,5 kV que serão abrigados na casa de comando.

As características gerais da SE Coletora 34,5/69 kV – Barra Simples:

- ❖ Transformador Trifásico (60 Hz, 20/26/33 MVA);
- ❖ Disjuntor Tripolar (72,5kV, 1250A, 25kA);
- ❖ Seccionador tripolar (72,5 kV, 1250 A, 60 Hz, 25 kA);
- ❖ Para-raios (60 Kv, 10 kA);
- ❖ Transformador de Corrente (72,5 Kv, 60 Hz);
- ❖ Transformador de Potencial Indutivo (72,5 kV, 60 Hz);
- ❖ Sistema de Proteção, Controle e Supervisão.

#### **2.1.4. BAY DE CONEXÃO**

A conexão da linha de transmissão da usina eólica na SE será feita a partir de um “bay de conexão” exclusivo, permitindo a adequada e segura interligação da usina eólica ao sistema de distribuição da COELCE. A linha de transmissão deverá ser de instalação aérea, sustentada por estruturas metálicas, segundo os padrões da COELCE.

### 2.1.5. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

O prazo previsto para a implantação do projeto é de 14 meses a contar do início das obras. O Quadro 2-3 abaixo apresenta o cronograma de implantação do empreendimento.

**Quadro 2-3 - Cronograma de Implantação.**

Etapas	Período (Bimestre)					
	1º	2º	3º	4º	5º	6º e 7º
<b>Medidas Mitigadoras Iniciais</b>						
<b>Limpeza da área</b>						
<b>Instalação de Canteiro de Obras</b>						
<b>Terraplanagem</b>						
<b>Construção de Acessos</b>						
<b>Mobilização de materiais e equipamentos</b>						
<b>Preparação das Bases</b>						
<b>Montagem dos Aerogeradores</b>						
<b>Interligação Elétrica</b>						
<b>Subestação de saída</b>						
<b>Testes Pré-operacionais</b>						
<b>Desmobilização e Limpeza Geral</b>						
<b>Operação / Funcionamento</b>						→ →

### 2.1.6. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O Estudo de Viabilidade Econômica envolveu uma avaliação de custo/benefícios do projeto, sendo que os resultados apontaram para a viabilidade de implantação do empreendimento na área selecionada para o projeto proposto.



A avaliação econômica do projeto contemplou os custos de implantação, incluindo ainda custos de capital, custos de operação e manutenção da Usina Eólica.

Este estudo considerou fatores relevantes como: produção média anual, preço da energia produzida, valor médio de venda e horizonte do contrato com a concessionária de energia.

O custo efetivo de qualquer sistema eólico é mais sensível ao custo de instalação e à geração anual de energia (kWh/ano) do que a outros fatores. Serviram como premissas para a viabilidade do empreendimento os seguintes dados:

- ❖ Prazo máximo de implantação de 14 meses;
- ❖ Tempo máximo de operação do projeto;
- ❖ Produção média anual da usina eólica;
- ❖ Índice médio de disponibilidade anual;
- ❖ Custo de construção;
- ❖ Custo de operação e manutenção do empreendimento.

Com base nos itens acima apresentados e considerando as premissas econômicas básicas, como taxa de juros, previsão de inflação, impostos, contribuições pertinentes e com base em uma análise de fluxo de caixa, o projeto mostrou-se viável economicamente.

## **2.2. FASE DE IMPLANTAÇÃO**

Compreende a instalação do canteiro de obras, construção das vias de acesso e fundações, instalação e montagem das turbinas eólicas, instalações elétricas, edificações, testes finais e comissionamento.