

## 2. SÍNTESE DESCRITIVA DO PROJETO

### 2.1. FASES DO EMPREENDIMENTO

O projeto da **UEE EMBUACA** se efetivará em três fases, a saber: fase de estudos e projetos, incluindo o planejamento do empreendimento; fase de implantação, com a construção das vias de

acesso, fundações, cabeamento elétrico, aquisição dos aerogeradores, instalação e montagem dos aerogeradores; e, fase de operação do empreendimento, que é o funcionamento propriamente dito dos aerogeradores para geração de eletricidade (Quadro 2.1).

**Quadro 2.1 – Fluxograma das Fases do Empreendimento**

UEE EMBUACA – EMBUACA, TRAIRÍ / CE

Fases e Componentes do Projeto
<ul style="list-style-type: none"> <li>- FASE DE ESTUDOS E PROJETOS <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ ESTUDOS BÁSICOS <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo de Viabilidade Econômica</li> <li>Levantamento Planialtimétrico</li> <li>Estudo Arqueológico</li> <li>Estudo de Avaliação de Riscos</li> <li>Caracterização Eólica da Região</li> </ul> </li> <li>▫ PROJETO BÁSICO DA USINA EÓLIO-ELÉTRICA</li> <li>▫ ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL</li> </ul> </li> <li>- FASE DE IMPLANTAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ CONTRATAÇÃO DOS EMPREITEIROS / MÃO-DE-OBRA</li> <li>▫ SEGURANÇA INTERNA</li> <li>▫ INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS</li> <li>▫ LIMPEZA DA ÁREA</li> <li>▫ TERRAPLENAGEM</li> <li>▫ CONSTRUÇÃO DAS VIAS DE ACESSO</li> <li>▫ IMPLANTAÇÃO DOS AEROGERADORES</li> <li>▫ DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA</li> </ul> </li> <li>- FASE DE OPERAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</li> <li>▫ MANUTENÇÃO DA CGE</li> </ul> </li> <li>- DESATIVAÇÃO DA CGE</li> </ul>

### 2.2. FASE DE ESTUDOS E PROJETOS

A fase de estudos e projetos básicos inclui os levantamentos e estudos básicos, tais como: levantamento planialtimétrico, estudo arqueológico, estudo de viabilidade econômica, caracterização eólica da região, o projeto básico

da UEE e o estudo ambiental. Cada um desses itens estará descrito a seguir.

#### 2.2.1. Levantamento Planialtimétrico

O Levantamento Planialtimétrico é de responsabilidade do Antônio Jean Menezes.

O resultado deste levantamento é apresentado na Planta do Levantamento Topográfico, na escala de 1:10.000, apresentado na Documentação Cartográfica, Volume III – Tomo A.

### **2.2.2. Estudo Arqueológico**

Considerando a Resolução CONAMA N°. 001/86 e em atendimento à Portaria IPHAN N°. 230/2002, que visa compatibilizar as fases de obtenção da Licença Ambiental com o estudo prévio de arqueologia, foi elaborado o “Projeto de Arqueologia Preventiva: Diagnóstico Arqueológico Não Interventivo da Área de Implantação da Usina Eólio-Elétrica Faixa, município de Trairi/CE”.

O mesmo foi desenvolvido pela empresa Arqueologia Brasileira Consultoria Ltda., sob a responsabilidade do arqueólogo Iago Henrique Albuquerque de Medeiros.

O diagnóstico arqueológico foi protocolado junto ao IPHAN sob o número de processo 01496.000303/2009-15, tendo portaria de autorização publicada no Diário Oficial da União, no dia 18 de maio de 2009 – Portaria N° 11, de 15 de maio de 2009.

O referido Relatório será anexado, de forma integral, ao processo de licenciamento junto ao órgão competente, no caso a SEMACE.

### **2.2.3. Estudo de Viabilidade Econômica**

Segundo Cavallo et al. (1995 in CASTRO et al., 1997) nas áreas de boas fontes de vento (450,0 W/m<sup>2</sup>) de densidade de potência do vento, os aerogeradores garantem eletricidade a um custo de US\$ 0,053 por kWh (6% de juros, isentos de todas as taxas).

O preço a ser pago a **EMBUACA GERAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA S/A.**, para cada MWh gerado será especificado em contrato e ficou definido no 2º leilão para compra de energia reserva, realizado em 2009, sendo de 151,07 reais por MWh.

### **2.2.4. Caracterização Eólica da Região**

O projeto da **UEE EMBUACA** tem como objetivo produzir eletricidade, em escala comercial, utilizando fonte de energia renovável local – o vento.

A região nas proximidades da área do projeto **UEE EMBUACA** possui regimes eólicos muito fortes, apresentando velocidades médias anuais entre 7 e 9,5 m/s (50 m de altura).

Para um melhor conhecimento da área foram realizados estudos de medições de vento na área onde se planeja a usina.

O resultado das medições realizadas no local apresentou uma velocidade média de 9,0 m/s, com os maiores valores concentrando-se ao longo do 2º semestre.

### **2.2.5. Estudo Ambiental**

O EIA/RIMA constitui a ferramenta de análise da viabilidade ambiental do empreendimento na área pleiteada.

A elaboração deste estudo, além de atender a legislação pertinente, em especial aos princípios e objetivos expressos na Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às diretrizes gerais bem como abordará as atividades técnicas, estabelecidas na Resolução CONAMA N°. 01/86.

Além disso, o Estudo de Impacto Ambiental atenderá rigorosamente ao Termo de Referência N°. 784/2009 – COPAM/NUCAM da SEMACE, que se encontra na Documentação Pertinente, Volume III – Anexos.

### **2.2.6. Projeto Básico da Usina Eólica**

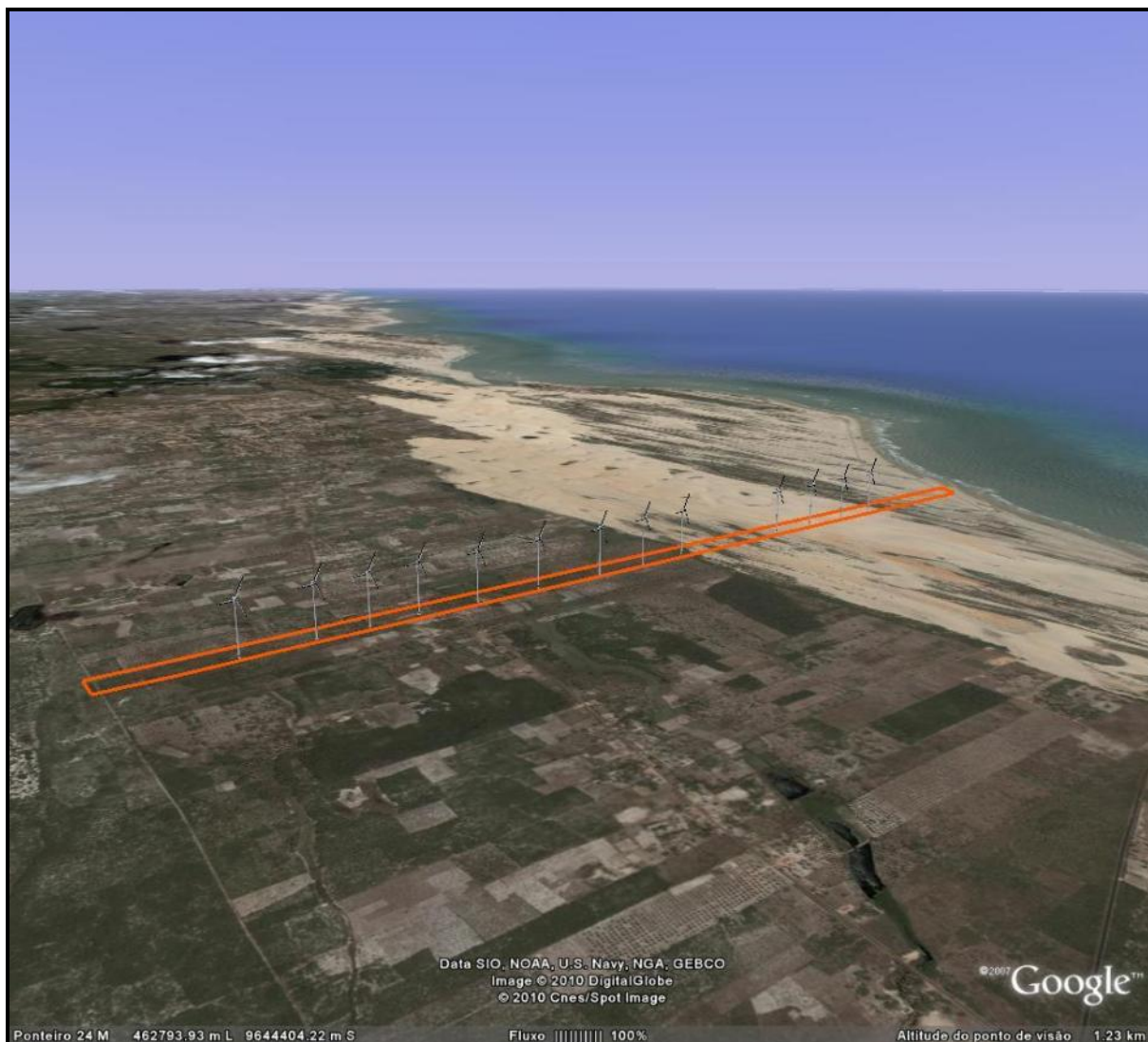
O responsável técnico e coordenador de equipe que elaborou os projetos da **UEE EMBUACA** é o Engenheiro Civil Pablo Ribeiro Francelino - CREA/CE N° 13.253-D.

A **UEE EMBUACA** será composta por 13 (treze) aerogeradores Suzlon S88 IEC II-A 60 hz, com potência nominal de 2.100 kW. Totalizando na capacidade instalada da planta de 27,3 MW. O arranjo espacial é apresentado na Figura 2.1.

Na Planta Arranjo Geral da UEE, no Volume III – Anexos, é apresentado o detalhamento do empreendimento com os equipamentos que comporão o empreendimento, incluindo estradas e pátios de montagem.

**Figura 2.1 – Arranjo Geral da Usina Eólio-Elétrica**

UEE EMBUACA – EMBUACA, TRAIRÍ / CE



O sistema operacional da UEE é totalmente automatizado no qual a principal variável é o fluxo eólico. Este fluxo será monitorado para definir-se o início da operação, a partir de ventos com velocidade de 4,0 m/s (*cut-in*) e para interrompê-lo, caso ocorram ventos acima de 25 m/s (*cut-out*).

A manutenção do sistema seguirá uma rotina previamente programada, ou eventualmente para suprir alguma falha. Haverá ainda monitoramento dos aspectos ambientais da área em uso pela UEE.

A **UEE EMBUACA** gerará energia eólica a partir de um arranjo eólio-eletrico com as seguintes características:

- Número de Aerogeradores: 13.
- Modelo do Aerogerador: Suzlon S88-V3 2,1 MW.
- Diâmetro do rotor: 88,0 m.
- Altura do rotor: 80,0 m.

Como estrutura e apoio, a **UEE EMBUACA** contará com:

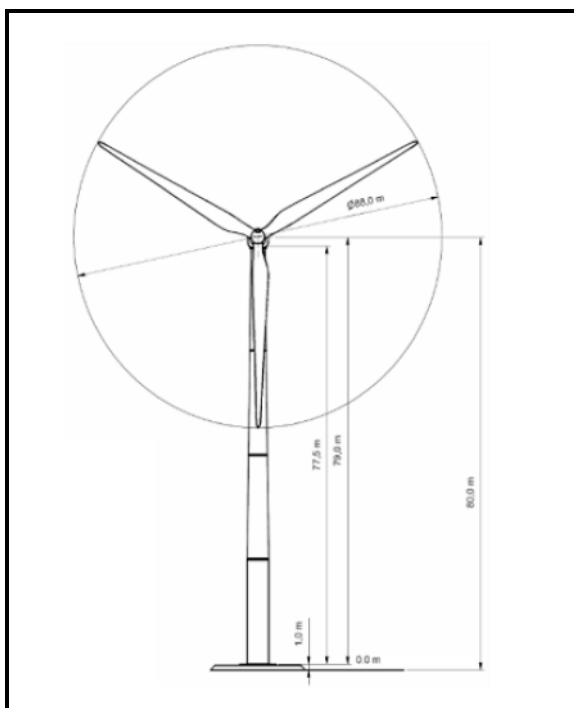
- Estrada de acesso aos aerogeradores.
- Cabeamento elétrico.
- Subestação elevadora de tensão de acordo com especificações da CHESF.
- Cabeamento de controle.
- Casa de controle.
- Subestação elétrica de saída.
- Sistema Operacional da UEE

As turbinas eólicas a serem empenhadas são do modelo Suzlon S88, classe IEC II -A, é baseado numa máquina com rotor de três pás, eixo horizontal de concepção upwind, na qual o rotor opera na frente da torre.

Estruturalmente, a turbina será constituída de uma torre tubular, em aço, com 77,5 metros de altura (resultando em altura do cubo de 80,0 m). O cubo do rotor fixa as 3 pás que varrem uma área circular de 6.082 m<sup>2</sup> e 88,0 m de diâmetro (ver Figura 2.2).

**Figura 2.2 – Desenho Esquemático do Aerogerador**

UEE EMBUACA – EMBUACA, TRAIRÍ / CE



Fonte: Embuaca Geração e Comercialização de Energia S/A. – Memorial Descritivo.

No topo da torre é montada a nacelle, construída em fibra de vidro, que abrigará o eixo do rotor, caixa de engrenagens, gerador elétrico e demais equipamentos eletro-mecânicos do aerogerador, exceto o transformador que se situa na área externa de cada torre próxima a base.

A nacelle é fixada à parte superior da torre tubular, que também abriga o sistema de cabeamento, controle e proteção da turbina, além de propiciar a realização das inspeções e manutenções requeridas para a operação da turbina.

O aerogerador também possui sistema de pára-raios nas pás, sensores de proteção, equipamentos de medição do vento, das estruturas, dos parâmetros elétricos, da temperatura, entre outros.

Todo o controle operacional da máquina, dos parâmetros elétricos da energia produzida e procedimentos de proteção são feitos automaticamente a partir de um sistema de controle computadorizado (inclui os sistemas de supervisão, proteção e controle) abrigado na parte inferior e interna da torre metálica. Para tanto, o sistema de controle utiliza informações dos diferentes sensores instalados em vários locais da máquina.

A energia elétrica produzida na Usina Eólio -Elétrica será escoada através de uma linha de transmissão exclusiva até a Subestação de Faísca, situada no Complexo Eólico da Faísca e permitindo, por conseguinte, a adequada e segura interligação ao sistema de energia elétrica fornecida pela CHESF e distribuída pela COELCE.

### 2.2.6.1. Projeto Civil

As obras e instalações civis previstas para a **UEE EMBUACA** estão relacionadas à implantação dos acessos externos e internos, fundações dos aerogeradores, redes auxiliares de média tensão, comunicação e aterramento, linha de transmissão e estruturas de apoio, como guaritas de segurança, sala de controle e depósito.

#### 2.2.6.1.1. Canteiro de Obras

O canteiro de obras é instalado para o início das obras. Vale ressaltar que o canteiro de obras será instalado no setor centro-sul da área.

#### **2.2.6.1.2. Fundações e Plataformas**

Na fase de elaboração dos projetos executivos das fundações dos aerogeradores serão realizados estudos de engenharia para a adequação do projeto de fundação padrão, visando atender as recomendações das normas brasileiras e as condições de resistência mecânicas do solo do local aferidas através de estudos geotécnicos a serem realizados.

#### **2.2.6.1.3. Vias Internas**

As vias internas normalmente são construídas com areia vermelha, brita, pedregulho e água, pois estes materiais depois de compactados podem suportar o peso de veículos pesados e são bem mais baratos que o asfalto.

O levantamento das interferências de acessibilidade para a logística de suprimentos, necessários para a implantação do empreendimento eólico, deverá considerar as dimensões e cargas necessárias para o transporte das peças e equipamentos até a área destinada ao parque. Outros fatores que deverão ser considerados são o peso e as dimensões dos guindastes a serem utilizados na montagem.

#### **2.2.6.1.4. Guindastes**

Os procedimentos de operação dos guindastes acontecerão como qualquer outro procedimento padrão destes equipamentos, exceto o que possui uma esteira de lança, pois há uma limitação quanto à velocidade máxima no topo que é constantemente monitorada. Caso seja superada esta velocidade, os procedimentos são interrompidos.

#### **2.2.6.1.5. Água e Esgoto**

A principal demanda de água durante a construção da usina eólica será para o concreto utilizado nas fundações das turbinas eólicas e para molhar as vias internas na redução de poeira. O volume de água requerido não é considerável, mas faz-se necessário utilizar um poço artesiano, o qual deverá ser licenciado conforme lei ambiental em vigor.

Banheiros sanitários portáteis serão utilizados no local durante o período de construção. Os dejetos e a água de esgoto desses banheiros portáteis

serão transportados para fora dos limites do empreendimento, a fim de receberem o tratamento adequado em local específico.

Durante a operação e manutenção da usina eólica o consumo de água será restrito basicamente ao canteiro de obras. O fornecimento de água será necessário para:

- água potável para trabalhadores e limpeza de escritório e operação das instalações sanitárias; e
- atividades industriais, a saber: preparação de concreto para obras civis e limpeza das turbinas eólicas antes da montagem.

#### **2.2.6.1.6. Segurança do Trabalho**

Considerou-se uma faixa de segurança denominada impacto de vizinhança que resguarda uma porção do terreno de 120 metros nos contornos de delimitação da área que assegura que por ventura, caso ocorra queda de alguma torre essa não ultrapasse a poligonal da área licenciada.

A segurança da usina eólica é realizada por profissionais da área 24 horas por dia.

#### **2.2.6.1.7. Mão-de-Obra**

O contingente de engenheiros, técnicos e operários que atuam, simultaneamente, durante a construção de uma usina eólica alcança, no máximo, cerca de 382 pessoas, subdivididas nas equipes que tratam da etapa civil, da montagem, do comissionamento e da etapa elétrica.

Durante a operação da usina eólica não há a necessidade de manter uma grande quantidade de pessoal para a manutenção e operação da UEE. Em geral, são contratados 10 operadores, 01 auxiliar de serviços gerais e 06 vigilantes.

### **2.3. FASE DE IMPLANTAÇÃO**

Nesta fase, o projeto materializa-se através das diversas atividades que devem ser realizadas. Dentre elas: aquisição dos equipamentos, contratação dos fornecedores de serviços de engenharia, instalação do canteiro de obras, limpeza da área/desmatamento, terraplenagem, drenagem, pavimentação dos acessos, edificações

(fundações, montagem das torres, instalação e montagem dos aerogeradores, montagem da rede de distribuição, conexão elétrica etc.).

### **2.3.1. Contratação dos Empreiteiros / Mão-de-obra**

A mão de obra a ser utilizada para implantação do empreendimento, compreenderá os seguintes grupos de trabalhadores: trabalhadores da construção civil, trabalhadores do setor eletromecânico e técnicos especializados.

### **2.3.2. Segurança Interna**

Para o melhor funcionamento da fase de implantação do empreendimento, algumas medidas deverão ser adotadas:

- Construção de uma cerca de proteção em todo o perímetro da área do empreendimento;
- Construção de guarita na entrada da via de acesso à área, sendo esta ocupada por guardas que se revezarão no sentido de promover uma vigilância 24 horas por dia;
- Identificação das pessoas que adentrarem na área do empreendimento;
- Inspeção de recebimento de materiais;
- Correto armazenamento e preservação de materiais a serem utilizados na fase de implantação; e,
- Sinalização das vias internas de acesso, bem como a manutenção das mesmas.

### **2.3.3. Instalação do Canteiro de Obras e Mobilização**

A mobilização consiste na montagem e instalação no local da obra de todos os equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços, inclusive da construção de escritórios e demais instalações de apoio à obra.

As instalações do canteiro de obras terão boa aparência, serão construídas com aeração adequada, e serão dotadas de todas as dependências exigidas pela NR-18, inclusive com o gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil de forma adequada para o não comprometimento da qualidade ambiental da área de influência.

Vale ressaltar também, que a área do canteiro será cercada, sinalizada e convenientemente iluminada.

### **2.3.4. Limpeza da Área**

A limpeza do terreno será feita de forma mecanizada com uso de tratores, ressaltando-se que será feita uma demarcação prévia dos locais a serem limpos ou desmatados. Esta ação ficará restrita aos locais destinados às fundações, pátios de manobras, canteiro de obras e vias de acesso.

Deverá ser solicitado o requerimento da autorização para o desmatamento e limpeza da área junto a SEMACE, conforme roga a legislação ambiental vigente.

### **2.3.5. Terraplenagem**

A capacidade máxima de suporte do solo por eixo deve ser de 130 kN. A plataforma do aerogerador possui dimensões de 52,0 m x 30,0 m, para permitir as manobras dos guindastes e a montagem dos aerogeradores. Logo se faz necessário que tal plataforma tenha a capacidade de suporte conforme indicado.

O reforço do solo se dará através de um estudo de sua composição e quando necessário, deverá ser misturado com um solo granulometricamente mais rico, que propicie uma melhor compactação e consequentemente uma maior capacidade de suporte para o solo.

### **2.3.6. Construção das Vias de Acesso**

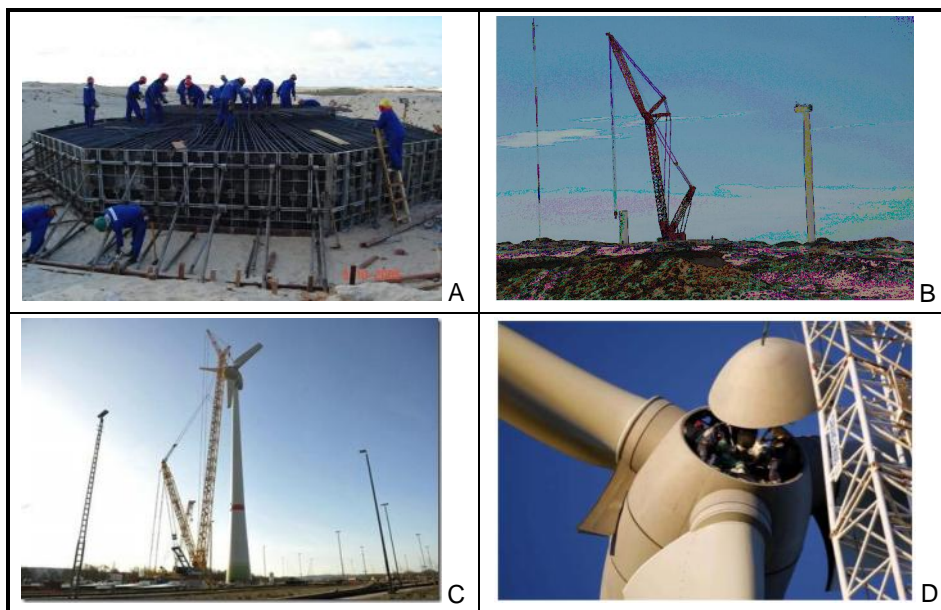
Não será necessária a construção de pavimentos com concreto asfáltico, visto que o fluxo de veículos e cargas se dará apenas no momento de montagem, manutenção e desmontagem do aerogerador. As vias de acesso e plataformas serão compostas de piçarra, atendendo a capacidade de suporte do solo que é de 130kN/eixo.

### **2.3.7. Implantação dos Aerogeradores**

Para a implantação dos aerogeradores, serão seguidos os seguintes passos: execução das fundações; montagem mecânica; montagem elétrica; cabeamento elétrico; interligação elétrica. A Figura 2.3 apresenta o sequenciamento da montagem dos aerogeradores.

**Figura 2.3 – Seqüência de Montagem dos Aero geradores**

UEE EMBUACA – EMBUACA, TRAIRÍ / CE



Legenda: A) Construção da fundação; B) Montagem das torres; C) Colocação do rotor; D) Montagem eletro -mecânica.

### **2.3.8. Cabeamento Elétrico**

O cabeamento de controle e o cabeamento elétrico devem acompanhar a estrada interna, sendo todo ele subterrâneo, instalado a uma distância de 1,0 metro da margem da estrada. Para instalação deste cabeamento.

### **2.3.9. Interligação Elétrica**

Esta ação compreende montagem eletromecânica, instalação dos cabos elétricos e lógicos, instalação dos postos de transformação e do posto de medição e proteção, através do qual a **UEE EMBUACA** se interligará a rede da CHESF - COELCE. Este serviço deverá ser feito por empresa especializada.

### **2.3.10. Testes Finais e Comissionamento**

A regulagem dos sensores que irão manter a constância da voltagem na geração de energia elétrica e o sistema de monitoramento que garantirá uma operação segura e confiável será testada nesta fase. Somente depois de todos os ajustes para produção segura da energia elétrica é que o sistema será considerado apto para operação.

### **2.3.11. Desmobilização**

Após o término da obra, as estruturas do canteiro de obras como: escritório, banheiros, vestiário e almoxarifados, serão desmobilizados. Todas as instalações provisórias serão retiradas, ficando apenas as benfeitorias previstas no projeto executivo da **UEE EMBUACA**.

## **2.4. FASE DE OPERAÇÃO**

### **2.4.1. Produção de Energia**

A **UEE EMBUACA** está projetada para uma capacidade instalada de 27,3 MW, através da operação de 13 turbinas eólicas de potência unitária 2.100 kW.

### **2.4.2. Manutenção da UEE**

De maneira geral, com relação ao monitoramento, todo o controle operacional da máquina, dos parâmetros elétricos de energia produzida e procedimentos de proteção são feitos automaticamente a partir de um sistema de controle computadorizado, que inclui os sistemas de supervisão, proteção e controle, abrigado na

parte inferior e interna da torre metálica. Para tanto, o sistema de controle utiliza informações dos diferentes sensores instalados em vários locais da máquina.

## 2.5. FASE DE DESATIVAÇÃO

Caso a desativação da UEE venha acontecer, esta se dará nos moldes da fase de implantação, seguindo-se todas as normas relativas a atividade, desde o canteiro de obras à desmobilização da equipe.

## 2.6. CUSTOS DO EMPREENDIMENTO

O valor total do investimento da **EMBUACA GERAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA S/A.** está estimado

em R\$ 72.768.065,00 (setenta e dois milhões, setecentos e sessenta e oito mil e sessenta e cinco reais), custeados por capital próprio e financiamentos específicos para geração de energia.

## 2.7. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

O prazo total previsto para implantação da **UEE EMBUACA** é de 24 meses (02 anos), a contar da assinatura do contrato de compra e venda de energia junto a Empresa de Pesquisa Energética - EPE.

O Quadro 2.3 apresenta a distribuição das atividades x tempo de considerado.



### Quadro 2.3 – Cronograma de Implantação

UEE EMBUACA – EMBUACA, TRAIRÍ / CE

CRONOGRAMA GERAL													
Atividade	Mês												Ano
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Negociação do Financiamento													Ano 1
													Ano 2
Negociação com Fornecedores													Ano 1
													Ano 2
Revisão dos Projetos Iniciais (Projetos Executivos)													Ano 1
													Ano 2
Alteração das Licenças, Autorizações, Permissões, outros													Ano 1
													Ano 2
Obtenção da Autorização de Desmatamento													Ano 1
													Ano 2
Instalação do Canteiro de Obras													Ano 1
													Ano 2
Acessos e Plataformas													Ano 1
													Ano 2
Fundações													Ano 1
													Ano 2
Montagem Eletromecânica													Ano 1
													Ano 2
Rede Interna													Ano 1
													Ano 2
Subestação de Saída													Ano 1
													Ano 2
Linha da Transmissão													Ano 1
													Ano 2
Conexão UEE e SE (COELCE)													Ano 1
													Ano 2
Operação Comercial													Ano 1
													Ano 2

Fonte: Embuaca Geração e Comercialização de Energia S/A. – Memorial Descritivo