

2. CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

2.1. FASES DO EMPREENDIMENTO

O projeto do **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** se efetivará em três fases, sendo: estudos e projetos, incluindo o planejamento do empreendimento;

implantação, com a construção das vias de acesso, fundações, cabeamento elétrico, aquisição dos equipamentos, instalação e montagem dos aerogeradores e operação do empreendimento (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Fluxograma das Fases do Empreendimento

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE

Fases e Componentes do Projeto
<ul style="list-style-type: none"> - ESTUDOS E PROJETOS <ul style="list-style-type: none"> ▫ ESTUDOS BÁSICOS <ul style="list-style-type: none"> . Estudo de Viabilidade Econômica . Levantamento Planialtimétrico . Estudo de Caracterização Eólica da Região . Estudo de Análise de Risco ▫ PROJETO BÁSICO DO COMPLEXO EÓLICO <ul style="list-style-type: none"> . Dados Técnicos do Projeto . Sistema Elétrico . Projeto Civil ▫ ESTUDO AMBIENTAL - IMPLANTAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> ▫ CONTRATAÇÃO DOS EMPREITEIROS / MÃO-DE-OBRA ▫ INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS ▫ MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS ▫ AQUISIÇÃO DE MATERIAIS ▫ LIMPEZA DA ÁREA / SUPRESSÃO VEGETAL ▫ CONSTRUÇÃO DAS VIAS DE ACESSO ▫ CONSTRUÇÃO DAS EDIFICAÇÕES ▫ CONSTRUÇÕES DAS FUNDAÇÕES ▫ MONTAGEM DOS AEROGERADORES ▫ CABEAMENTO ELÉTRICO ▫ INTERLIGAÇÃO ELÉTRICA ▫ TESTES PRÉ-OPERACIONAIS E COMISSONAMENTO ▫ DESMOBILIZAÇÃO E LIMPEZA GERAL DA OBRA - OPERAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> ▫ PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ▫ MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

2.1.1. Fase de Estudos e Projetos

2.1.1.1. Estudos Básicos

2.1.1.1.1. Estudo de Viabilidade Econômica

O Estudo de Viabilidade Econômica envolveu uma avaliação de custo/benefícios do projeto por parte do empreendedor. Este estudo foi realizado pelos empreendedores, sendo que os resultados apontaram para a viabilidade de implantação do empreendimento na área pleiteada para o licenciamento ambiental.

2.1.1.1.2. Levantamento Planialtimétrico

O produto deste levantamento é apresentado no Mapa Planialtimétrico, o qual apresenta o traçado das curvas de nível de 1,0 em 1,0 metro, retratando a morfologia atual do relevo, e também a poligonal delimitadora da área do projeto. Tal

produto subsidiou a análise do uso e ocupação do solo para a área do empreendimento. A planta do Levantamento Planialtimétrico é apresentada no Volume III – Anexos.

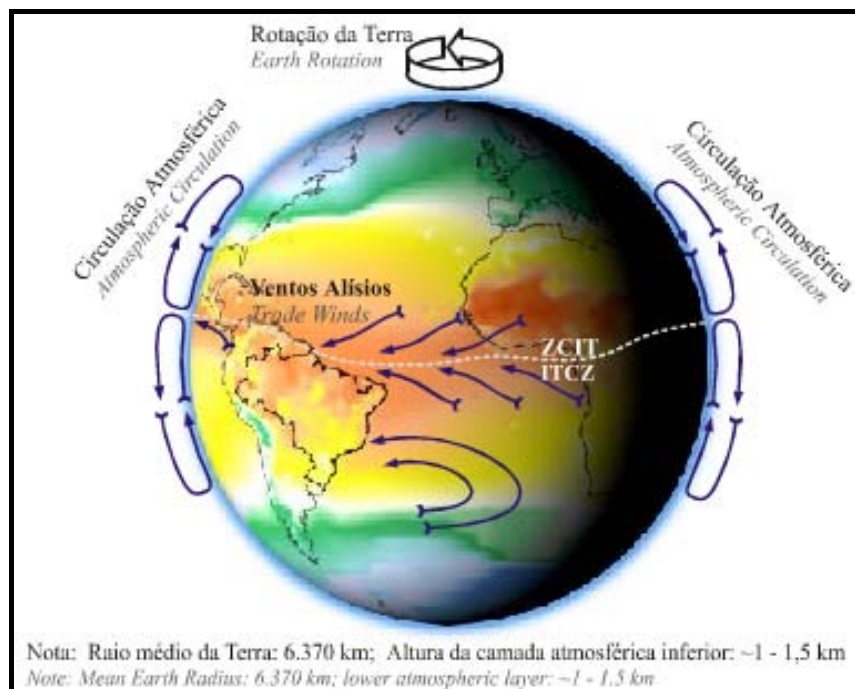
2.1.1.1.3. Estudo de Caracterização Eólica

A atmosfera terrestre absorve calor em baixas latitudes – região limitada pelos trópicos de Capricórnio e de Câncer – especialmente sobre as águas quentes dos oceanos, uma vez que a capacidade de reserva de energia potencial nas regiões subtropicais é pequena. A liberação de calor latente é a principal fonte de energia para a dinâmica em baixas latitudes; isto faz desta região a fonte de energia interna e reserva de calor do globo.

A Figura 2.1 ilustra os fenômenos eólicos planetários que atuam nas regiões de baixas latitudes.

Figura 2.1 – Fenômenos Eólicos de Escala Planetária nas Regiões de Baixas Latitudes

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE



Fonte: BRASELCO, 2009.

No hemisfério Sul, na latitude que cobre o Ceará, o regime de ventos é fortemente condicionado pela circulação em larga escala dos ventos alísios. Os ventos alísios “sopram” na direção, predominantemente, sudeste. O comportamento

dos ventos em mesoescala nesta região está fortemente ligado à interação dos ventos alísios, nas camadas atmosféricas de baixos níveis, e a orografia terrestre, via assimetria térmica induzidas pelo relevo ou gradientes térmicos

oceano-terra que induzem brisas marítimas. As brisas marítimas originam-se da expansão do ar nas camadas superficiais da terra; pois a radiação solar é absorvida e reemitida mais rapidamente no continente do que no mar.

Os primeiros estudos precisos dos recursos eólicos em mesoescala e observações referentes à dinâmica eólica na região Nordeste do Brasil foram apresentados no *WANE* - *Wind Atlas for the*

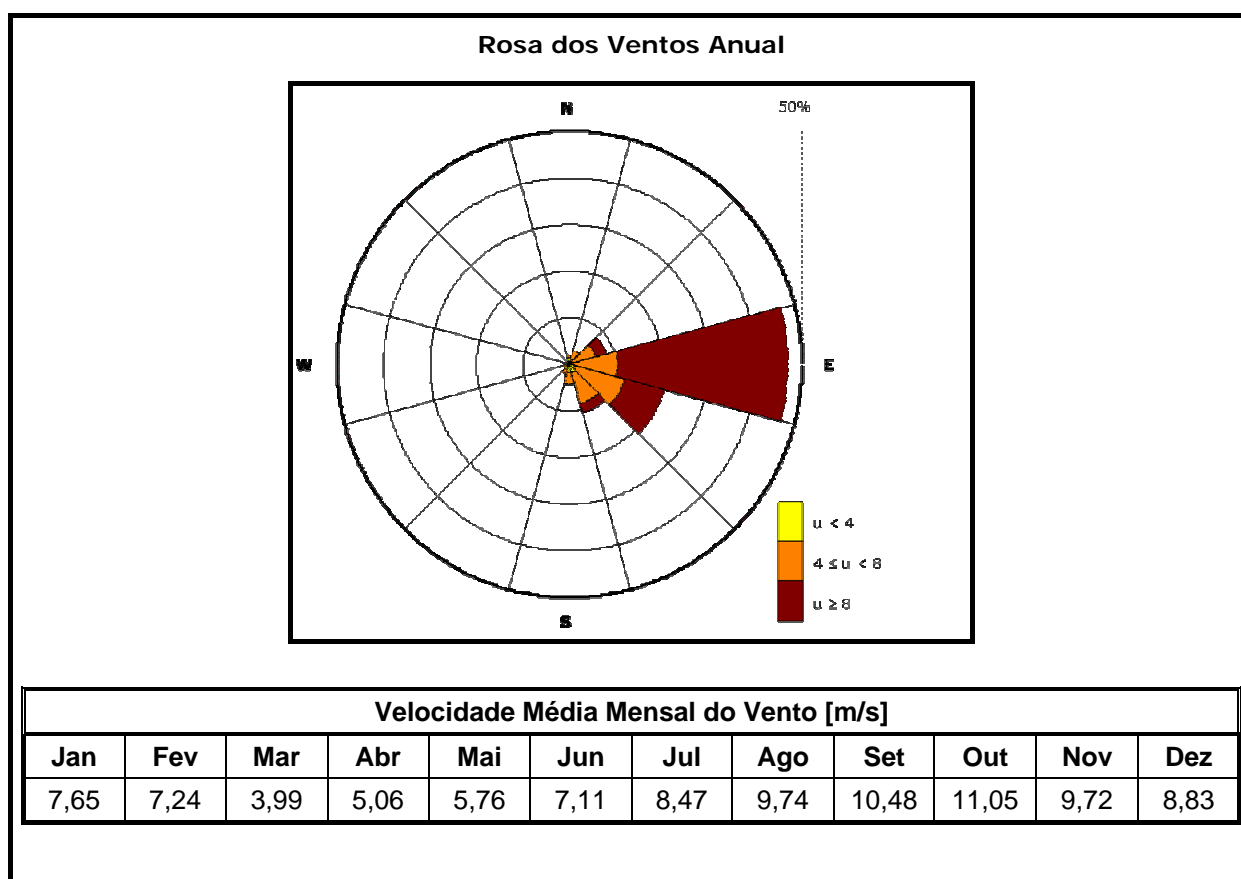
Northeast of Brazil, lançado pelo Centro Brasileiro de Energia Eólica - CBEE em outubro de 1998.

A sub-região que se estende do litoral do Piauí ao Rio Grande do Norte, possui regimes eólicos muito fortes, apresentando velocidades médias anuais entre 7 e 9,5 m/s (50 m de altura).

A Figura 2.2 apresenta os valores de ventos obtidos para a área em foco.

Figura 2.2 – Parâmetros de Ventos da Área

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE



Fonte: BRASELCO, 2009.

2.1.1.1.4. Estudo de Análise de Risco

Para cada CGE que integra o **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** foi elaborado o Estudo de Análise de Risco – EAR, o Plano de Gerenciamento de Risco – PGR e o Procedimento de Resposta à Emergência – PRE. Estes estudos foram elaborados pela empresa AMPLA Ltda., tendo como Responsável Técnico o Engenheiro Químico José Euber de Vasconcelos Araújo, CREA/CE N°. 1.962-D.

Os EAR`s foram entregues a SEMACE e desta forma já constam no processo de licenciamento ambiental do empreendimento.

2.1.1.2. Projeto Básico do Complexo Eólico

Cada CGE que constitui o **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** será composto por aerogeradores Suzlon *S97-2.0 MW*, classe *IEC III-A*, com potência nominal de 2.000 kW, totalizando uma capacidade instalada do complexo eólico de 92,0

MW, com 46 (quarenta e seis) aerogeradores operando.

Os dados técnicos apresentados neste capítulo são de responsabilidade dos empreendedores. No Volume III – Anexos é apresentada a Planta de Arranjo Geral do **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** e o memorial descritivo.

2.1.1.2.1. Dados Técnicos do Projeto

Dimensionamento do Parque Eólico

O **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** composto pelas seguintes Centrais Geradoras Eólicas:

- **CGE ALCÂNTARA**, com 12 turbinas, potência total de 24,0 MW.
- **CGE CALUMBI**, com 05 turbinas, potência de 10,0 MW.
- **CGE IPANEMA**, com 15 turbinas, potência de 30,0 MW.
- **CGE POTENGI**, com 14 turbinas, potência de 28,0 MW.

O **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** está projetado com a seguinte estrutura básica:

- 46 (quarenta e seis) aerogeradores com potência nominal de 2.000 kW.
- Estradas de acesso aos aerogeradores.
- Cabeamento elétrico.
- 01 Subestação elevadora de tensão de acordo com especificações da COELCE.
- Cabeamento e Casa de controle.

Sistema Operacional do Complexo Eólico

O projeto de engenharia do modelo de aerogerador Suzlon S97-2.0 MW, classe IEC III-A, uma máquina com rotor de três pás, eixo horizontal de concepção *upwind*, ou seja, o rotor opera na frente da torre, controle de potência por *Pitch* - passo variável e capacidade nominal de 2.000 kW.

A máquina é projetada para emitir baixos índices de ruído e é capaz de produzir eletricidade com velocidades de vento a partir de 3,5 m/s (cut-in), atingindo sua capacidade nominal em velocidades próximas a 12 m/s e interrompendo a sua geração em velocidades de vento superiores a 20 m/s (cut-out).

O cubo do rotor fixa as 3 pás que varrem 97 m de diâmetro. Estruturalmente, a turbina será constituída de uma torre tubular, em concreto armado, com 96,2 metros de altura (resultando a altura do cubo em 100m). Figura 2.3.

As principais dimensões do aerogerador são apresentadas na Figura 2.4 tem-se exemplos de outros modelos da Suzlon em funcionamento no Estado do Ceará.

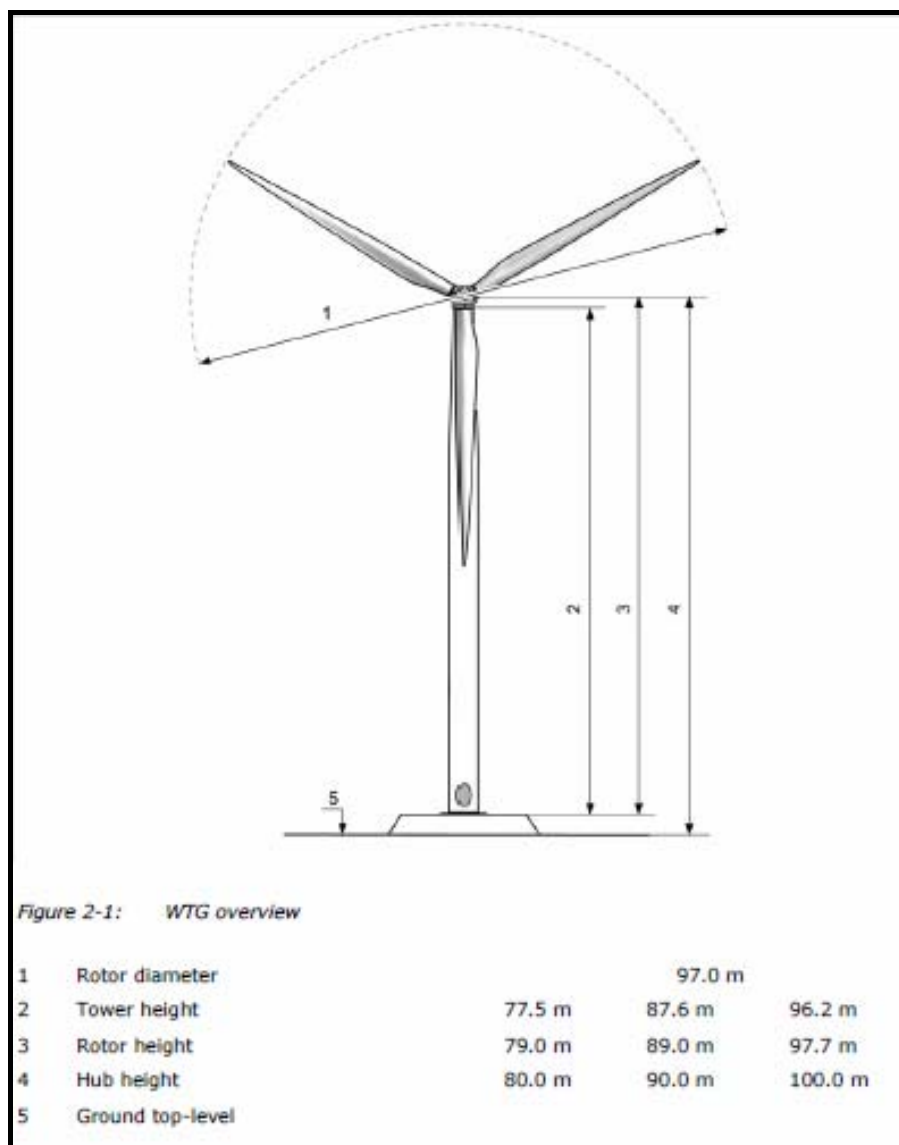
Quanto à emissão de ruídos, o modelo de aerogerador a ser empregado é projetado para emitir baixos índices de ruído, o que só reforça, em termos de emissão de ruídos e vibrações, uma significativa tendência à não geração desses, estando estas dentro dos limites toleráveis e dos padrões normais de emissões.

Com base em levantamentos realizados pela Danish Wind Industry Association, e analisando projetos similares já em operação nos Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, a projeção dos níveis de ruídos emitidos pelo aerogerador pode ser assim esperado:

- a) a 10,0m da fonte: o nível de ruído é de cerca de 100 dB(A);
- b) a 43,0m de distância: o nível de ruído é de cerca de 55 a 60 dB(A), o que corresponde ao ruído emitido por uma secadora de roupas;
- c) a 172,0m da fonte: o nível de ruído é de cerca de 44 dB(A), o que corresponde ao ruído emitido em uma sala de estar de uma residência;
- d) a partir de 260,0m de distância: o nível de ruído é de aproximadamente 40 dB(A), o que é mascarado pelo ruído que produz o vento nas folhas das árvores ou dos arbustos e os pássaros.
- e) a partir de 500,0m: o nível sonoro torna-se inferior a 35 dB(A) e o ruído da turbina passa a ser imperceptível sobre o ruído do ambiente.

Figura 2.3 – Desenho Esquemático do Aerogerador

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE



Fonte: ENERGIO-FOCUS, 2011.

2.1.1.2.2. Sistema Elétrico

Para as centrais de geração de energia eólica do complexo Paraipaba estão previstos 46 (quarenta e seis) aerogeradores totalizando uma potência nominal instalada de 92 MW.

A energia elétrica gerada pelo **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** será absorvida pelo sistema regional de Pécem II / CE, através da interligação da SE Paraipaba (compartilhada entre as quatro CGEs), localizada no terreno da **CGE POTENGI**, à barra de 230 kV da SE Pécem II - TDG por uma linha de transmissão de 230 kV com extensão de 45 km.

No Volume III – Anexos é apresentada a Planta do Diagrama Unifilar do **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA**.

Subestação Coletora

A Subestação Coletora do empreendimento, SE Paraipaba, será construída no terreno da **CGE POTENGI**. Devido à conexão das 04 (quatro) CGEs serem realizadas na Subestação Coletora esta terá característica de Subestação Compartilhada, isto é, nela serão instaladas as Medições de Faturamento de cada Central Geradora de Energia Eólica.

Figura 2.4 – Exemplos do Equipamento *Suzlon*

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE



Fonte: Geoconsult, 2009

Linha de Transmissão

A interligação entre a SE Paraipaba (Coletora) e o Bay da Rede Básica será através de uma Linha de Transmissão em 230 kV a ser construída em estruturas metálicas autoportantes treliçadas, de acordo com o Projeto Básico.

As principais características da Linha de Transmissão são:

- Tensão nominal: 230 kV.
- Comprimento da LT: 45 km.
- Seção nominal do cabo: 375 mm², liga de alumínio A6201.
- Tipo de estrutura padrão de alinhamento: auto-portante treliçada.
- Faixa de servidão: 40 m.

Bay de Conexão

O bay de conexão será construído de acordo com o padrão da SE Pécem II da TDG: em estrutura de aço, barramento em tubo de alumínio, utilizando equipamentos de pátio a serem fabricados de acordo com as especificações e padrões técnicos da TDG.

Turbina Eólica

Cada turbina eólica possui um sistema de controle micro-processado, abrigado na parte inferior interna da torre metálica, com módulos de

supervisão e controle completos; o que garante a segurança e a otimização de sua operação. O sistema de controle monitora as principais variáveis operacionais da turbina, 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 da máquina.

2.1.1.2.3. Projeto Civil

As obras e instalações civis previstas estão, basicamente, relacionadas a implantação dos acessos externos e internos, fundações dos aerogeradores, redes auxiliares de média tensão, comunicação e aterramento, além da subestação e linha de transmissão já descritas no item anterior.

Fundações

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, condições de resistência mecânicas do solo do local aferidas através de estudos geotécnicos a serem realizados.

A Figura 2.5 apresenta a base de uma turbina Suzlon.

Figura 2.5 – Exemplo de Fundação da Turbina Suzlon

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE



No Volume III – Anexos é apresentada a Planta do Projeto da Fundação do **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** bem como os memoriais descritivos.

Vias de Acesso e Plataformas

O Projeto Geométrico do Sistema Viário Interno foi concebido levando-se em consideração as peculiaridades dos equipamentos e máquinas envolvidos na implantação do complexo eólico e, principalmente, as condições topográficas existentes.

O levantamento das interferências de acessibilidade para a logística de suprimentos, necessários para a implantação do empreendimento eólico, considerou as dimensões e cargas necessárias para o transporte das peças e equipamentos até o sítio das CGEs. Outros fatores que considerados foram o peso e as dimensões dos guindastes a serem utilizados na montagem.

O traçado horizontal e vertical da via foi realizado com o objetivo de compatibilizar o posicionamento dos aerogeradores, definidos anteriormente pelo *micrositing*, e obter um volume mínimo de terraplenagem.

O pavimento das vias internas será composto por 03 (três) camadas, a saber:

- Sub-base: solo (areia vermelha) estabilizado granulometricamente, com

espessura de 30cm e com CBR superior a 20%;

- Base: solo (laterita ou piçarra) estabilizado granulometricamente, com espessura de 25cm, com CBR>40%;
- Forra com brita graduada simples, com compactação>100% Proctor modificado e com espessura 10cm, DMT<40km.

O sistema de drenagem tem por finalidade facilitar o escoamento das águas pluviais, diminuindo ou até mesmo evitando o impacto da erosão no pavimento causada pelas águas das chuvas. Esse sistema será formado por diferentes tipos de elementos de drenagem como sarjetas, descidas d'água, meio fios e bueiros.

Configuração das Centrais Eólicas

A caracterização da rugosidade do terreno foi feita a partir de imagens de satélite e complementada por uma visita ao local do projeto, utilizando como referência a revisão da classificação de Davenport apresentada em (Jon Wieringa 2001). Ao todo foram identificados oito comprimentos de rugosidade distintos dentro da área de interesse.

Nenhum obstáculo significativo foi identificado nas proximidades da área para inclusão no modelo.

A definição do número de aerogeradores de cada central eólica, bem como o consequente posicionamento dos mesmos ao longo das áreas a serem disponibilizadas para o desenvolvimento do projeto teve como fator determinante as zonas de exclusão estabelecidas em função das restrições de cunho ambiental.

Desta forma, a melhor otimização do projeto para a **CGE IPANEMA** ficou limitado a implantação de 15 aerogeradores Suzlon S97-2MW apresentando potência total de 30MW, **CGE ALCÂNTARA** será implantado com 12 aerogeradores, potência total de 24MW, **CGE CALUMBI** será implantado com 5

aerogeradores e potência total de 10MW e **CGE POTENGI** será implantado com 14 aerogeradores e potência total de 28MW.

Geração de Energia

A Inova Serviços de Engenharia Ltda elaborou o Certificado de Consistência de Medições Anemométricas e da Produção Anual de Energia das Centrais Eólicas Ipanema, Alcântara, Calumbi e Potengi.

A seguir são apresentados detalhamento de cada uma das CGEs:

Usos	Ipanema	Alcântara	Calumbi	Potengi
Potência	30,00 MW	24,00 MW	10,00 MW	28,00 MW
Número de Turbinas S97@90m	15 WTG	12 WTG	5 WTG	14 WTG
Energia Bruta	109.469 MWh	80.998 MWh	32.828 MWh	91.334 MWh
Energia Líquida	104.064 MWh	76.998 MWh	31.206 MWh	86.823 MWh
Fator Capacidade Líquido (%)	39,60%	36,62%	35,62%	35,40%

2.1.1.3. Estudo Ambiental

Os estudos ambientais relativos ao empreendimento referem-se a dois momentos: 1) aos estudos de zoneamento ambiental com vistas a estabelecerem-se as formas de uso e ocupação do terreno. Desse estudo resultaram os Mapas de Unidades de Intervenção e de Zoneamento Geoambiental; e 2) ao Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, os quais foram elaborados nos termos da legislação ambiental vigente, bem como atendendo as diretrizes da SEMACE.

Preliminarmente foi elaborado um diagnóstico ambiental da área visando oferecer suporte técnico para uso e ocupação da área pelo projeto, onde foram definidas as áreas de preservação permanente, e as áreas de maior sensibilidade ambiental. Esta etapa foi realizada antes da tomada de decisões quanto à elaboração dos projetos.

Para elaboração do EIA/RIMA foi formada uma equipe técnica multi e interdisciplinar visando à integração de conhecimentos técnicos e científicos para diagnosticar as condições atuais da área, avaliar a viabilidade ambiental do projeto na área alvo do estudo e suas intervenções com os

componentes ambientais das áreas de influência direta e indireta do projeto, e por fim prognosticar os efeitos decorrentes do empreendimento, obtendo subsídios para propor medidas e planos de controle ambiental, visando maximizar os benefícios e minimizar as adversidades do empreendimento.

Os estudos ambientais têm como finalidade assegurar que impactos ambientais significativos sejam avaliados e levados em consideração no planejamento de uma ação ou empreendimento. Permitem, portanto, a adequação das ações às características do meio, evitando ou reduzindo os efeitos negativos e ao mesmo tempo, ampliando os resultados positivos.

2.1.2. 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, limpeza da área/desmatamento, terraplanagem, drenagem, pavimentação dos acessos, edificações (fundações, montagem das torres, instalação e montagem do aerogerador, montagem da rede de distribuição, conexão elétrica, etc.) e subestação.

2.1.2.1. Contratação dos Empreiteiros / Mão-de-obra

A seleção de pessoal para a obra priorizará a mão-de-obra voltada ao setor de construção civil na área de influência funcional do empreendimento, sempre que esta atender a demanda da obra. Esta ação será realizada pela construtora contratada, entretanto, o empreendedor obrigará às empresas contratadas a obedecer toda a legislação trabalhista garantindo aos trabalhadores todos os benefícios e direitos previstos em lei.

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.

2.1.2.2. Segurança Interna

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

- Construção de um muro (ou cerca) de proteção em todo o perímetro da área do empreendimento;
- Construção de guaritas nas entradas das vias de acesso à área, sendo estas ocupadas por guardas que se revezarão durante o dia, 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.
- A segurança do complexo eólico será realizada por profissionais da área 24 horas por dia.

2.1.2.3. Instalação do Canteiro de Obras

Para a instalação do canteiro de obras serão observadas as normas vigentes, destacando-se a Norma Regulamentadora NR 18 – Condições e

Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, elaborada especificamente para a indústria da construção civil.

Para atendimento à logística das obras do projeto do **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** será instalado 1 (um) canteiro de obras que atenderá a todo o complexo, conforme Planta Baixa do Canteiro de Obras, no Volume III – Anexos.

2.1.2.4. Mobilização de Equipamentos

A mobilização consiste na colocação, montagem e instalação no local da obra de todos os equipamentos, materiais e produtos necessários à execução dos serviços, de acordo com o cronograma pré-estabelecido.

Todos os equipamentos a serem mobilizados ficarão estacionados dentro da área do empreendimento, de forma a evitar transtornos nas áreas de entorno do canteiro de obras. A Figura 2.6 apresenta os níveis de ruídos emitidos por alguns equipamentos utilizados na construção civil.

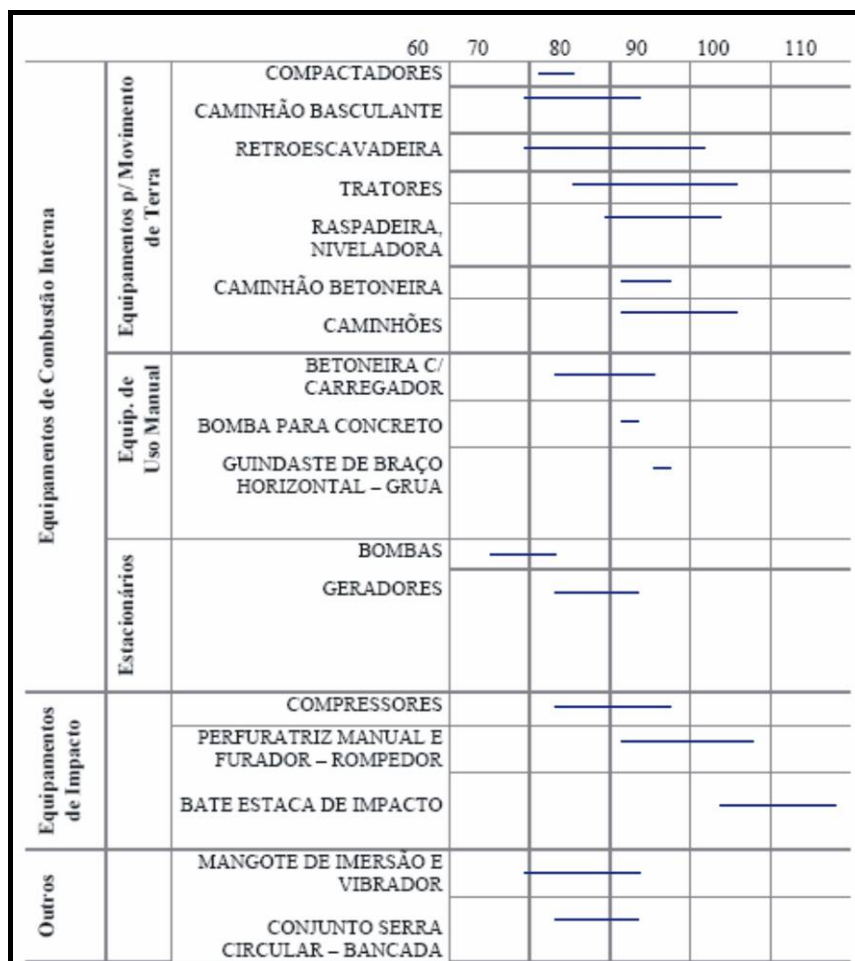
2.1.2.5. Aquisição de Materiais

Estão incluídos aqui, tanto os materiais da construção civil, bem como todos os outros equipamentos necessários ao pleno funcionamento do empreendimento. É evidente que a implantação destes diversos equipamentos ocorrerá ao longo de todo o processo de construção, havendo, portanto, várias remessas durante o período de instalação dos diversos equipamentos que constituem o empreendimento.

2.1.2.6. Limpeza da Área / Supressão Vegetal

A limpeza do terreno será feita manualmente e 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. Serão aproveitadas algumas vias internas já existentes na propriedade, que necessitarão de alargamento.

Figura 2.6 - Níveis de Ruídos Emitidos pelos Equipamentos
COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE



Fonte: Congresso Internacional de Acústica, 1985 – Mackenzie L. Davis e David A. Cornwell, "Introduction to Environmental Engineering".

Será feito o requerimento da autorização para supressão vegetal junto a SEMACE e a ação seguirá o Plano de Controle de Desmatamento proposto para a área, que foi concebido visando conduzir de forma planejada e organizada a ação de supressão vegetal com fins de minimizar os efeitos adversos sobre o meio ambiente.

2.1.2.7. Construção das Vias de Acesso e das Plataformas de Montagem

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 areia vermelha, brita, pedregulho, atendendo a capacidade de suporte do solo que é de 130kN/eixo.

2.1.2.8. Construção das Edificações

A construção de edificações nas áreas dos parques eólicos restringe-se a central de controle, guarita e subestação. Portanto, são obras de pequeno porte nas quais serão utilizados métodos construtivos simples e usuais.

2.1.2.9. Construção das Fundações

A obra será iniciada com a escavação da área onde será implantada a fundação do aerogerador. Na Figura 2.7 ilustra-se o trabalho de escavação.

Após a execução da fundação a área ao entorno da mesma deverá ser regularizada para que se atinja o nível desejado no projeto específico do aerogerador.

Figura 2.7 – Exemplo de Escavação para Instalação de Aerogerador

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA– PARAIPABA / CE



Fonte: GEOCONSULT, 2010.

2.1.2.10. Montagem dos Aerogeradores

2.1.2.10.1. Montagem Mecânica

Planejamento da Montagem na Área de Serviços

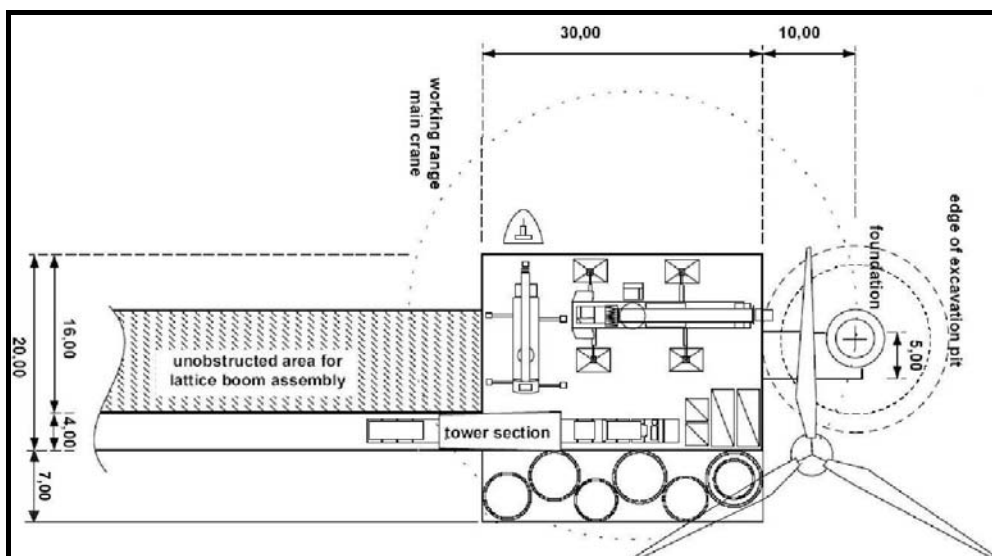
Antes da mobilização dos equipamentos para a realização da montagem faz-se necessário a realização do planejamento de montagem do

aerogerador (Projeto de *Ridding*). A Figura 2.8 ilustra este planejamento.

Diversos tipos de equipamentos serão utilizados na montagem. Dentre estes, o de maior importância encontra-se o guindaste que irá realizar a montagem do aerogerador.

Figura 2.8 – Planejamento de Montagem do Aerogerador

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE



2.1.2.10.2. Montagem Elétrica

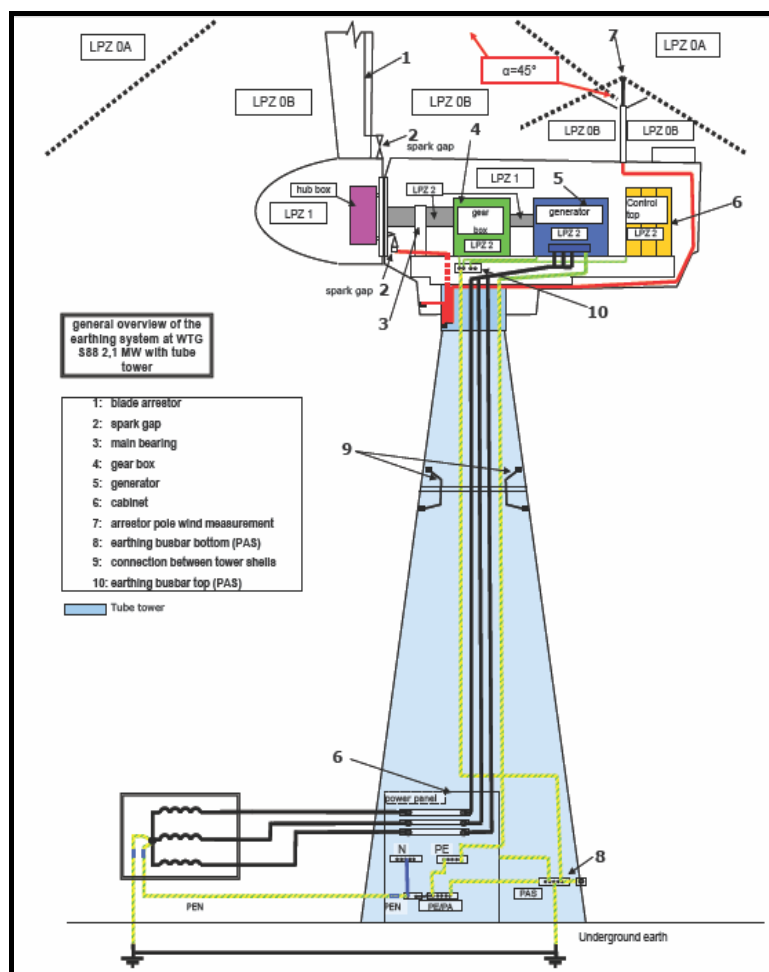
Após os trabalhos da montagem mecânica segue-se com os trabalhos no que se refere à montagem elétrica.

Ligações Elétricas

Diversas são as ligações elétricas existentes no aerogerador após a montagem mecânica. A Figura 2.9 ilustra, de maneira geral, os pontos a serem realizadas as ligações elétricas.

Figura 2.9 – Esquema Geral das Ligações Elétricas de um Aerogerador

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE



Subestação Unitária

Todo aerogerador deverá possuir uma subestação unitária a qual servirá para transformar a energia nos parâmetros exigidos pela concessionária, podendo desta forma realizar a ligação na rede elétrica. A Figura 2.10 apresenta um exemplo de subestação unitária abrigada.

Conexão a Rede Elétrica

Após a instalação da subestação unitária, deve-se realizar a conexão a rede, fato que materializa a

transmissão da energia gerada pela turbina eólica para a concessionária.

2.1.2.11. Interligação Elétrica

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

Figura 2.10 – Exemplo de uma Subestação Unitária Abrigada

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE



2.1.2.12. Testes Pré-operacionais 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 a operação.

2.1.2.13. Desmobilização e Limpeza Geral da Obra

A limpeza geral ou desmobilização da obra compreende a retirada das máquinas, e desmontagem do canteiro de obras, bem como,

retirada dos rejeitos produzidos que ainda restarem.

A limpeza geral da obra, englobando a área do equipamento instalado e seu entorno mais próximo deverá ser completamente concluída antes da passagem à próxima fase de implantação do empreendimento.

2.1.2.14. Cronograma Físico-financeiro do Empreendimento

O custo total de implantação estimado do **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** é de R\$ 310.265.516,00 (trezentos e dez milhões, duzentos e sessenta e cinco mil, quinhentos e dezesseis reais). O Quadro 2.2 apresenta o custo de implantação de cada CGE do Complexo Eólico.

Quadro 2.2 – Custos de Implantação das CGEs

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE

CGE	Custo de Implantação (R\$)
Alcântara	80.862.584,00
Calumbi	34.064.605,00
Ipanema	100.906.649,00
Potengi	94.431.678,00
Total	310.265.516,00

O prazo total previsto para implantação do **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** é de aproximadamente 01 (um) ano. O Quadro 2.3 apresenta o cronograma físico de implantação do complexo eólico.

2.1.3. Fase de Operação

2.1.3.1. Produção de Energia Elétrica

O **COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA** está projetado para uma capacidade instalada total de 92,0 MW, através da operação de 46 (quarenta e seis) aerogeradores de 2.000kW.

A energia elétrica produzida nas Centrais Geradoras Eólicas será escoada através de uma linha de transmissão para a Sub-Estação de Pecém II, a qual permitirá a interligação ao sistema

Nacional Interligado ou sistema de Distribuição da CHESF.

2.1.3.2. Manutenção das CGEs

Durante a operação das centrais geradoras eólicas não há a necessidade de manter uma grande quantidade de pessoal para a manutenção e operação das CGEs.

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.

Quadro 2.3 – Cronograma Físico de Implantação do Empreendimento

COMPLEXO EÓLICO PARAIPABA – PARAIPABA / CE

