

2. CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

2.1. FASES DO EMPREENDIMENTO

O projeto do **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA** 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 aerogeradores, instalação e montagem dos aerogeradores e operação do empreendimento (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Fluxograma das Fases do Empreendimento

COMPLEXO EÓLICO AMONTADA – AMONTADA / 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 Caracterização Eólica da Região Estudo Arqueológico Estudo de Avaliação de Riscos ▫ PROJETOS BÁSICOS DAS CENTRAIS GERADORAS EÓLICAS ▫ ESTUDO AMBIENTAL - FASE DE IMPLANTAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> ▫ CONTRATAÇÃO DOS EMPREITEIROS / MÃO-DE-OBRA ▫ SEGURANÇA INTERNA ▫ INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS ▫ LIMPEZA DA ÁREA ▫ TERRAPLENAGEM ▫ CONSTRUÇÃO DAS VIAS DE ACESSO ▫ IMPLANTAÇÃO DOS AEROGERADORES ▫ DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA - FASE DE OPERAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> ▫ PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ▫ MANUTENÇÃO DAS CGE's - DESATIVAÇÃO DAS CGE's

2.1.1. Fase de Estudos e Projetos

O dimensionamento das centrais eólicas teve como pressupostos os estudos básicos, envolvendo o estudo de viabilidade econômica, levantamento topográfico, estudo arqueológico e estudo da caracterização eólica da região. Já na etapa

posterior ao projeto de dimensionamento, seguiu-se o estudo ambiental, através da realização dos Relatórios Ambientais Simplificados para o licenciamento ambiental prévio, e nesta fase, para a obtenção da Licença de Instalação, o Estudo de

Impacto Ambiental - EIA, o qual fica consubstanciado no presente documento.

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.

Para avaliação econômica do projeto foram considerados todos os custos de implantação, incluindo ainda custos de capital, custos de operação e manutenção das CGEs.

O preço a ser pago as empresas para cada MWh gerado foram especificados em contrato e definidos no leilão em torno da média do preço de mercado.

Serviram como premissas para a viabilidade do empreendimento, os seguintes dados:

- tempo mínimo de operação do projeto;
- produção média anual das CGE's;
- índice médio de disponibilidade anual; e,
- custo de operação e manutenção do empreendimento.

Com base nos itens acima apresentados, 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 plena viabilidade econômica.

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

Escala Planetária

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. O comportamento climatológico desta região é caracterizado pelos seguintes mecanismos naturais: Circulação de Hadley, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), cintos de altas pressões subtropicais (latitude de cavalo), grande liberação de calor latente e sensível em áreas de extensa cobertura vegetal (florestas) e a dinâmica convectiva das nuvens.

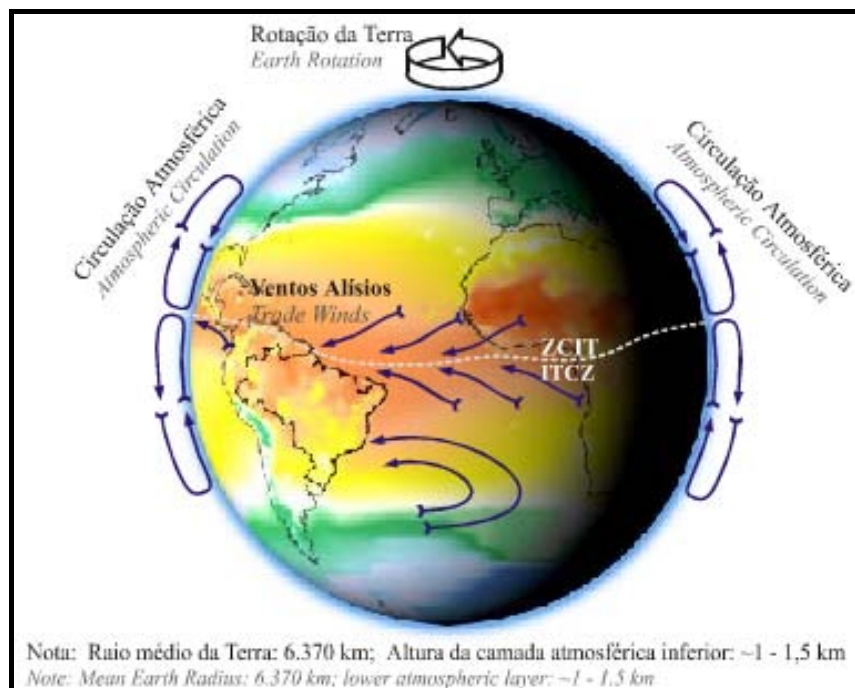
Nas regiões de baixas latitudes, o comportamento das movimentações atmosféricas de escala planetária, é conduzido por circulações térmicas zonalmente induzidas (em cada latitude); que resultam em fluxos de ar ascendente próximo ao equador térmico (localizada ao Norte do equador geográfico) e descendente sobre as latitudes subtropicais. Estas circulações térmicas são chamadas de células de Hadley. Os fluxos resultantes das células de Hadley são defletidos no sentido oposto à rotação da terra pelo princípio de conservação de momento angular das massas de ar (Coriolis). Estas circulações, prevaletentes do Leste, quando superposta por suaves perturbações, faz com que a direção flutue do nordeste ao sudeste.

Nas primeiras centenas de metros acima do nível do mar, os ventos originados no fluxo superficial das células de Hadley são especialmente estáveis. Estes ventos são chamados de ventos Alísios. Os ventos Alísios são massas de ar de superfície provenientes das latitudes subtropicais que se movem em direção à região de menor pressão da aquecida faixa equatorial.

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 AMONTADA – AMONTADA / CE



Fonte: BRASELCO, 2009.

Escala Regional ou Mesoescala

No hemisfério Sul, na latitude que cobre o Estado do Ceará, o regime de vento é fortemente condicionado pela circulação em larga escala dos ventos alísios¹. Os ventos alísios “sopram” na direção, predominantemente, sudeste. Estes ventos, de presença contínua ao longo de todo o ano, apresentam maior incidência e intensidade nos meses de inverno.

Ao redor da Terra, a intensidade dos ventos alísios é afetada pela presença de continentes e suas particularidades climáticas e orográficas. A privilegiada localização geográfica do Estado do Ceará imputa características excepcionais à meteorologia eólica regional; uma vez que os ventos alísios prevalecem de uma extensa área oceânica, livre de obstáculos; conferindo alta intensidade, continuidade e baixa variabilidade.

¹ Conhecidos nos países de linha inglesa como *trade wind*. A palavra *trade wind* se originou no final da idade média, quando este vento guiava os navios dos colonizadores europeus com destino ao novo continente, que procuravam bons negócios (*trades*).

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. Esta expansão produz um suave fluxo de ar aquecido da terra para o mar. A convergência deste ar sobre o mar, cria um gradiente de pressão que induz um vento superficial para o continente.

As brisas marítimas contribuem, fortemente, no incremento da intensidade e na variação de direção dos ventos de mesoescala (a direção da brisa depende da orientação da costa litorânea), além de afetar a temperatura e a umidade do ar da região. As maiores incidências e intensidades das brisas, geralmente, se dão nos meses de verão.

Estes comportamentos, singulares a esta região, tem ciclos típicos de variações diárias, sazonais, intra-anuais e interanuais. Distúrbios no comportamento dos ventos em mesoescala podem ser atribuídos às ocorrências de alguns fenômenos eólicos como as *ondas de leste*, nos meses de setembro à dezembro e instabilidades convectivas originadas em regiões com fortes aquecimentos adiabáticos.

Os primeiros estudos precisos dos recursos eólicos em mesoescala e observações referentes à dinâmica eólica na região Nordeste do Brasil foram apresentados no *WANEB - Wind Atlas for the Northeast of Brazil*, lançado pelo Centro Brasileiro de Energia Eólica - CBEE em outubro de 1998.

As conclusões obtidas pelo WANEB são resultados de simulações computacionais utilizando o modelo atmosférico de mesoescala ETA/CPTEC, validados a partir de dados de vento de superfície, coletados em diversas estações anemométricas existentes na região Nordeste.

Escala Local ou Microescala

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).

2.1.1.1.4. Estudo de Análise de Risco

Para cada CGE que integra o **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA** 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 Engenharia, Assessoria, Meio Ambiente e Planejamento Ltda., tendo como Responsável Técnico o Engenheiro Químico José Euber de Vasconcelos Araújo, CREA/CE N°. 1.962-D.

Os Estudos de Análise de Risco – EAR's tiveram por finalidade identificar, analisar e avaliar os eventuais riscos impostos a objetos vulneráveis (meio ambiente, comunidades circunvizinhas e instalações) advindas das centrais eólicas.

2.1.1.2. Projeto Básico do Complexo Eólico

O projeto de um parque de geração eólio-elétrico consiste na sua concepção, dimensionamento,

layout de turbinas, mapeamento de potencial eólico e estimativa de produção de energia preliminares, descrição dos sítios, caracterização técnica dos parques e suas turbinas, além da definição dos limites dos terrenos de interesse para fins de arrendamento e estudos ambientais, e determinação dos locais para instalação de torres anemométricas; de modo a fornecer uma visão clara e global do empreendimento ao investidor ou àqueles envolvidos na fase inicial do projeto, através de dados qualitativos e quantitativos de parâmetros que afetam a viabilização do negócio.

Cada CGE que constitui o **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA** 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 70,0 MW, com 35 (trinta e cinco) aerogeradores operando.

As posições definitivas de instalação dos aerogeradores no terreno (*micrositing*) levaram em conta aspectos técnicos, ambientais, operacionais e estéticos relevantes para o empreendimento; sendo estes, provenientes dos projetos executivos da planta.

Na área que abrange as instalações das CGEs também serão construídos: pátios de manobra para os guindastes, vias de acesso, instalações de apoio e subestação elétrica unitária. As áreas não aproveitadas poderão ser utilizadas para outras atividades; desde que não interfiram na operação das centrais eólicas.

Os dados técnicos apresentados neste capítulo são de responsabilidade dos empreendedores.

No Volume III – Anexos é apresentada a Planta Geral do **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA** bem como os memoriais descritivos.

2.1.1.2.1. Dados Técnicos do Projeto

Dimensionamento do Parque Eólico

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

- **CGE PALMAS**, com 10 turbinas, potência total de 20,0 MW.
- **CGE RIBEIRÃO**, com 10 turbinas, potência de 20,0 MW.

- **CGE ILHA GRANDE**, com 15 turbinas, potência de 30,0 MW.

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

- 70 (setenta) 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 de controle.
- 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 à 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).

As principais dimensões do aerogerador são apresentadas abaixo (Figura 2.2) e na Figura 2.3 tem-se exemplos de outros modelos da Suzlon em funcionamento no Estado do Ceará.

Caso existam raios que possam ir do cubo para o suporte da máquina, os mesmos serão desviados do rolamento do rotor por sensores e escovas.

Uma estação meteorológica, composta por um anemômetro e dois sensores de direção do vento, será colocada na parte superior da *nacele*, onde os seus dados podem ser vistos na turbina ou na central de controle através do sistema de

telecomando. 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.

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.

2.1.1.2.2. Sistema Elétrico

A energia elétrica gerada pelo **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA** será absorvida pelo sistema regional de Sobral III / CE, através da interligação da SE Icaraí, localizada no terreno da EOL Icaraí I, à barra de 230 kV da SE Sobral III - CHESF por uma linha de transmissão de 230 kV com extensão de 104 km.

Linha de Transmissão

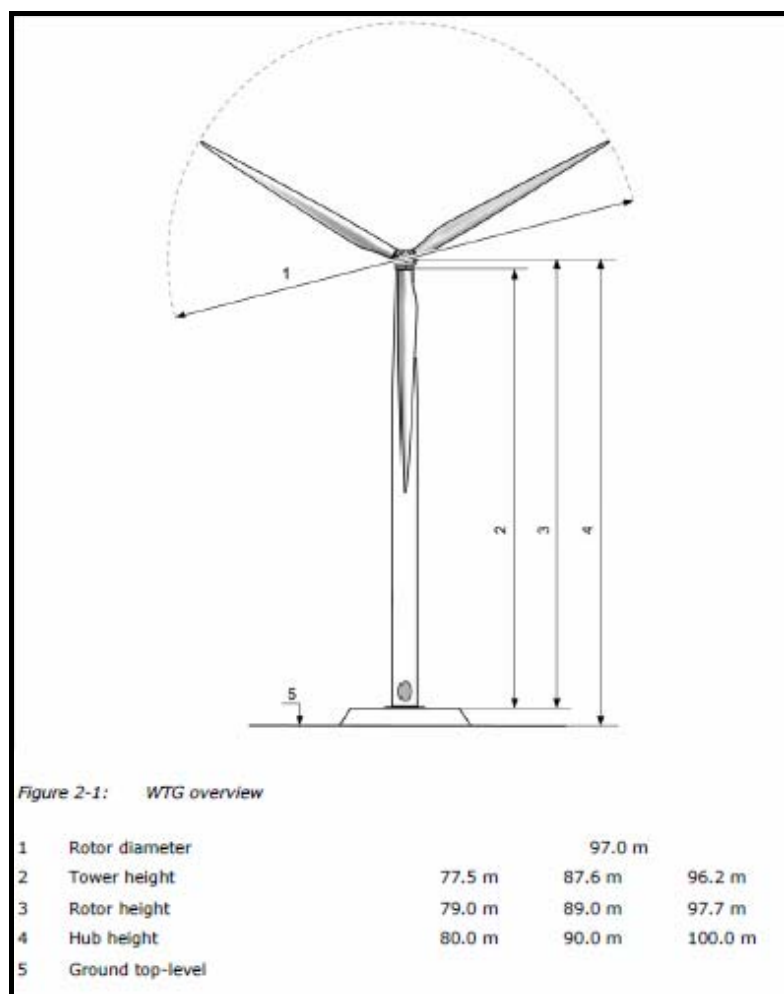
A interligação entre a SE Icaraí (Coletora) e o Bay da Rede Básica será através de uma Linha de Transmissão em 230 kV a ser construída em estruturas metálicas autoportantes treliçadas, de acordo com o Projeto Básico.

As principais características da Linha de Transmissão são:

- Tensão nominal: 230 kV.
- Comprimento da LT: 104 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.

Figura 2.2 – Desenho Esquemático do Aerogerador

COMPLEXO EÓLICO AMONTADA – AMONTADA / CE



Fonte: ENERGIO-FOCUS, 2011.

Figura 2.3 – Exemplos do Equipamento *Suzlon*

COMPLEXO EÓLICO AMONTADA – AMONTADA / CE



Fonte: Geoconsult, 2009

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.

As vias de acesso externas à área da central eólica foram vistoriadas com a finalidade de identificar e quantificar as possíveis interferências que poderão dificultar ou impedir o transporte dos equipamentos para a área da central. Uma vez identificadas as interferências, serão providenciadas as adequações técnicas nos referidos acessos.

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.

Serão efetuados todos os estudos e projetos relativos aos blocos de fundação e plataformas tendo em conta a execução dos seguintes trabalhos:

- Movimento de Terra;
- Desmatamento com expurgo de camada vegetal;
- Escavação mecânica do solo de 1ª categoria até a cota das estacas;
- Reaterro com compactação mecânica e controle de material.
- Estacas:
- Locação das estacas e bases com elementos de topografia;
- Estacas tipo hélice continua com Ø de 60cm com cravação média de 12m e concreto com FCK de 30 MPA;
- Corte em concreto deteriorado;
- Teste de carga com relatório técnico;
- Teste PIT com relatório técnico.
- Bloco de Fundações:

- Nivelamento e apiloamento do solo;
- Lastro em concreto vibrado com FCK de 20 MPA;
- Instalação dos *insert* metálico das torres;
- Forma plana em estrutura metálica e painéis de madeira plastificado com espessura de 18 mm;
- Armadura com aço CA-50A;
- Concreto usinado com FCK de 30 MPA;
- Adensamento e regularização superficial em trincas;
- Concreto *grauth* para *insert*.
- Tubulações;
- Instalações de tubulações tipo *kanaflex* conforme projeto;
- Malha de aterramento conforme projeto.

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 da central eólica 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 dos parques. 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.

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.

O canteiro de obras terá uma área livre, sem edificações, destinada à armazenagem das Pás, Naceles e Hubs, componentes principais que integram os aerogeradores. Será uma área cercada e terraplenada com revestimento primário do pavimento.

A alimentação de energia elétrica será aérea partindo do gerador para um quadro de distribuição que alimentará os diversos circuitos do canteiro.

De acordo com a Resolução CONAMA N°. 307 de 05 de julho de 2002, que estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, o gerenciamento dos resíduos será feito de forma adequada para o não comprometimento da qualidade ambiental da área de influência.

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.

Serão construídas instalações temporárias, como galpões, escritórios, banheiros, etc., bem como estacionamento de maquinário pesado como escavadeiras e guindastes.

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.

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.

Ressalta-se que materiais arenosos, terrosos e pétreos serão adquiridos de empresas mineradoras legalmente, de forma que não haverá exploração de jazidas de empréstimos. Materiais arenosos da área poderão ser utilizados apenas em compensações topográficas decorrentes dos cortes e aterros dentro do terreno.

Todos os materiais a serem utilizados na obra serão estocados dentro da área do empreendimento, ressaltando-se que não serão depositados, sequer temporariamente, materiais de construção civil nas vias de acesso, ou nas áreas livres no entorno do 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.

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. Montagem dos Aerogeradores

Esta seção tem por finalidade esclarecer e ilustrar as atividades a serem realizadas nas obras de construção para a implantação dos aerogeradores. Dentro da Etapa de Implantação dos Aerogeradores, sub-etapas poderão ser divididas de acordo com a sequência a seguir:

2.1.2.9.1. Fundações

Área do Serviço

Nesta sub-etapa o empreendedor definirá junto com as empresas empreiteiras uma área de trabalho necessária para as montagens dos aerogeradores. Também é definido nesta etapa, o *layout* do canteiro de obras, com as instalações provisórias de: escritório; banheiros; almoxarifado, etc.

Sondagem

Nesta sub-etapa será realizado o estudo geotécnico do solo através do ensaio denominado de SPT (*Standard Penetration Test*) para se ter conhecimento das características das camadas do solo como: tipo do solo, resistência à penetração da camada, etc.

Projeto de Fundações

Com as informações de resistência das camadas do solo, juntamente com os esforços oriundos da *Nacele*, Pás e torre nas fundações, elabora-se o projeto de fundações do aerogerador. As fundações podem ser diretas ou indiretas, isso irá depender do perfil do solo em que a fundação irá se apoiar.

A Suzlon já possui o projeto de fundações para o aerogerador S88 sendo, no entanto, necessária a realização da adequação do projeto às normas brasileiras e ao tipo de solo em que a fundação será apoiada. Tal adequação denomina-se de tropicalização de projetos.

➤ **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.

Escavações e Regularizações

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.

2.1.2.9.2. Montagem Mecânica

Antes da mobilização dos equipamentos para a realização da montagem faz-se necessário a realização do planejamento de montagem do aerogerador (Projeto de *Ridding*).

2.1.2.9.3. 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. 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.

2.1.2.9.4. Cabeamento Elétrico

O cabeamento de controle e o cabeamento elétrico devem acompanhar a estrada interna, sendo todo ele aéreo, instalado a uma distância de 1,0 metro da margem da estrada. Para instalação deste cabeamento. Serão utilizados postes modelos padrão COELCE.

2.1.2.9.5. 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 AMONTADA** se interligará a rede da CHESF - COELCE. Este serviço deverá ser feito por empresa especializada.

2.1.2.9.6. Testes Finais e Comissionamento

A regulação 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.

2.1.2.10. 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 do **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA**.

2.1.3. Fase de Operação

2.1.3.1. Produção de Energia Elétrica

O **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA** está projetado para uma capacidade instalada total de 70,0 MW, através da operação de 35 turbinas eólicas de potência unitária 2.000 kW. A energia elétrica gerada pelo Complexo das EOL's do Complexo Amontada será absorvida pelo sistema regional de Sobral III / CE, através da interligação da SE Icarai (compartilhada entre as cinco EOL's), localizada no terreno da EOL Icarai I, à barra de 230 kV da SE Sobral III - CHESF por uma linha de transmissão de 230 kV com extensão de 104 km.

2.1.3.1.1. Não emissão de Poluentes

O uso dos combustíveis fósseis em processo energéticos é responsável pela emissão de, aproximadamente, 70% dos gases de efeito estufa (principalmente CO₂). As emissões são causadas pela transformação e/ou combustão destes combustíveis.

As usinas eólicas, por não utilizarem combustíveis fósseis como matéria prima, não produzem qualquer tipo de emissão de gases, uma vez que utilizam uma fonte limpa e inesgotável, o vento.

2.1.3.1.2. Uso do solo

A área efetivamente ocupada, na maioria dos casos, é menor que 5% da área total. O restante

da área pode ser ocupado por atividades como pecuária, agricultura, horticultura, floricultura, turismo, entre outras, sem causar transtornos para animais e plantas. Outras atividades de pequeno porte também podem ser exercidas, exceto aquelas que exijam a construção de edificações estabelecidas e acordadas em contrato.

2.1.3.1.3. Materiais Recicláveis

A vida útil de uma central eólica é menor do que a de outras usinas de geração de energia, devido aos esforços e intempéries a que são submetidas durante este tempo. Em geral, os componentes tem uma durabilidade de 20 anos. Entretanto, programas de manutenção preventiva podem aumentar a vida útil em até 15 anos.

Muitas usinas, principalmente na Europa, não completam 20 anos, pois são substituídas por outras mais novas, modernas e com maior potência. As retiradas podem ser instaladas em outros locais ou simplesmente recicladas, uma vez que praticamente todos os materiais e equipamentos são recicláveis.

Vale ressaltar que, após completada a vida útil de uma usina eólica, caso não haja uma repotencialização no sítio, todos os equipamentos são retirados e a área é devolvida como anteriormente.

2.1.3.2. **Manutenção do Complexo Eólico**

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.

2.1.3.3. **Desativação das CGE's**

O **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA** terá uma vida útil de 20 (vinte) anos, prorrogáveis por igual período. Caso a desativação 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.

2.2. **CUSTOS DO EMPREENDIMENTO**

O valor total do investimento do **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA** está estimado em **R\$ 242.271.767,00** (Duzentos e quarenta e dois milhões, duzentos e setenta e um mil, setecentos e sessenta e sete reais), sendo **R\$ 69.479.723,00** para a **CGE PALMAS**, **R\$ 69.488.461,00** para a **CGE RIBEIRÃO** e **R\$ 103.303.583,00** para a **CGE ILHA GRANDE** custeados por capital próprio e financiamentos específicos para geração de energia.

2.3. **CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO**

O prazo total previsto para implantação do **COMPLEXO EÓLICO AMONTADA** é de 12 meses a contar da ordem de serviço para implantação. O Quadro 2.2 apresenta a distribuição das atividades x tempo de considerado.

Quadro 2.2 – Cronograma de Implantação

COMPLEXO EÓLICO AMONTADA – AMONTADA / CE

