

5. CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

5.1. PROJETO DO COMPLEXO EÓLICO

O projeto do **COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO** é composto por 62 (sessenta e dois) aerogeradores fabricados pela empresa dinamarquesa Vestas. Cada um desses equipamentos terá potência nominal de 2,0 MW, resultando em uma potência total de 124,0 MW.

Descrição dos Componentes do Aerogerador

O aerogerador é formado por um rotor eólico, um sistema de transmissão de velocidade e um gerador. O rotor eólico é composto por três pás que são conectadas a um eixo principal do aerogerador a partir de um dispositivo (hub), que transmite o movimento de rotação das pás ao gerador através do sistema de transmissão, transformando a energia cinética do vento em energia mecânica de rotação, que por sua vez é transformada em energia elétrica por meio do gerador.

A nacelle, instalada no topo da torre, abriga os seguintes componentes internos do aerogerador: rotor eólico, sistema de transmissão (caixa multiplicadora), gerador e transformador.

O projeto de engenharia do aerogerador VESTAS 2.0 MW é baseado numa máquina com rotor de três pás com 49,0 metros cada, com diâmetro do rotor de 100,0 metros, área de varredura de 7.850 m². As torres são do tipo tubular em concreto ou fibra, a altura do cubo é de 110,0 metros de altura.

Características da Torre do Aerogerador

Características das Torres	
Tipo	Concreto ou fibra
Diâmetro da base	7,5 m
Diâmetro no topo	3,0 m
Número de segmentos	18
Altura total	110,0 m

Exemplo do Aerogerador VESTAS



A máquina é projetada para emitir baixos índices de ruído (em torno de 104 dB a 10,0 metros da fonte) sendo capaz de produzir eletricidade com velocidades de vento a partir de 3,0 m/s, e interrompendo automaticamente a sua geração em velocidades de vento superiores a 20,0 m/s.

Além das características relatadas, pode-se destacar ainda que as pás que formam o rotor são equipadas com pára-raios e a turbina conectada a um rigoroso sistema de aterramento de modo a manter a integridade do equipamento.

Na área que abrange as instalações do complexo eólico também serão construídos pátios de manobra para os guindastes, vias de acesso, instalações de apoio e subestações elétricas unitárias. As áreas não aproveitadas poderão ser utilizadas para outras atividades pelos seus proprietários; desde que não interfiram na operação do complexo eólico.

Além de toda infraestrutura associada, foi caracterizado a partir da descrição dos processos e tarefas, agrupados em três categorias distintas, a saber:

Operações Unitárias Principais: compreendem o conjunto de processos e suas respectivas tarefas, responsáveis diretamente pelas operações especificamente necessárias à geração de energia.

Operações Unitárias Auxiliares: compreendem o conjunto de processos e suas respectivas tarefas, responsáveis por suprir a infraestrutura e logística necessárias à geração de energia, tanto na fase de construção como na fase de operação. Na fase de implantação, destacam-se as seguintes tarefas: supressão de vegetação, terraplenagem, implantação e operação de canteiros de obras, abertura e operação de vias de acesso, dentre outras. Na fase de operação, destaca-se a operacionalização das unidades administrativas, do almoxarifado, dentre outros.

Operações Unitárias de Controle da Qualidade Ambiental: compreendem o conjunto de processos e suas respectivas tarefas, responsáveis por garantir o controle da qualidade ambiental do empreendimento, nas fases de planejamento, construção e operação, tais como: estação de tratamento de águas, estação de tratamento de efluentes domésticos, estação de tratamento de efluentes industriais, sistema de drenagem, separadores de água e óleo, depósito de resíduos, dentre outros.

5.2. IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO

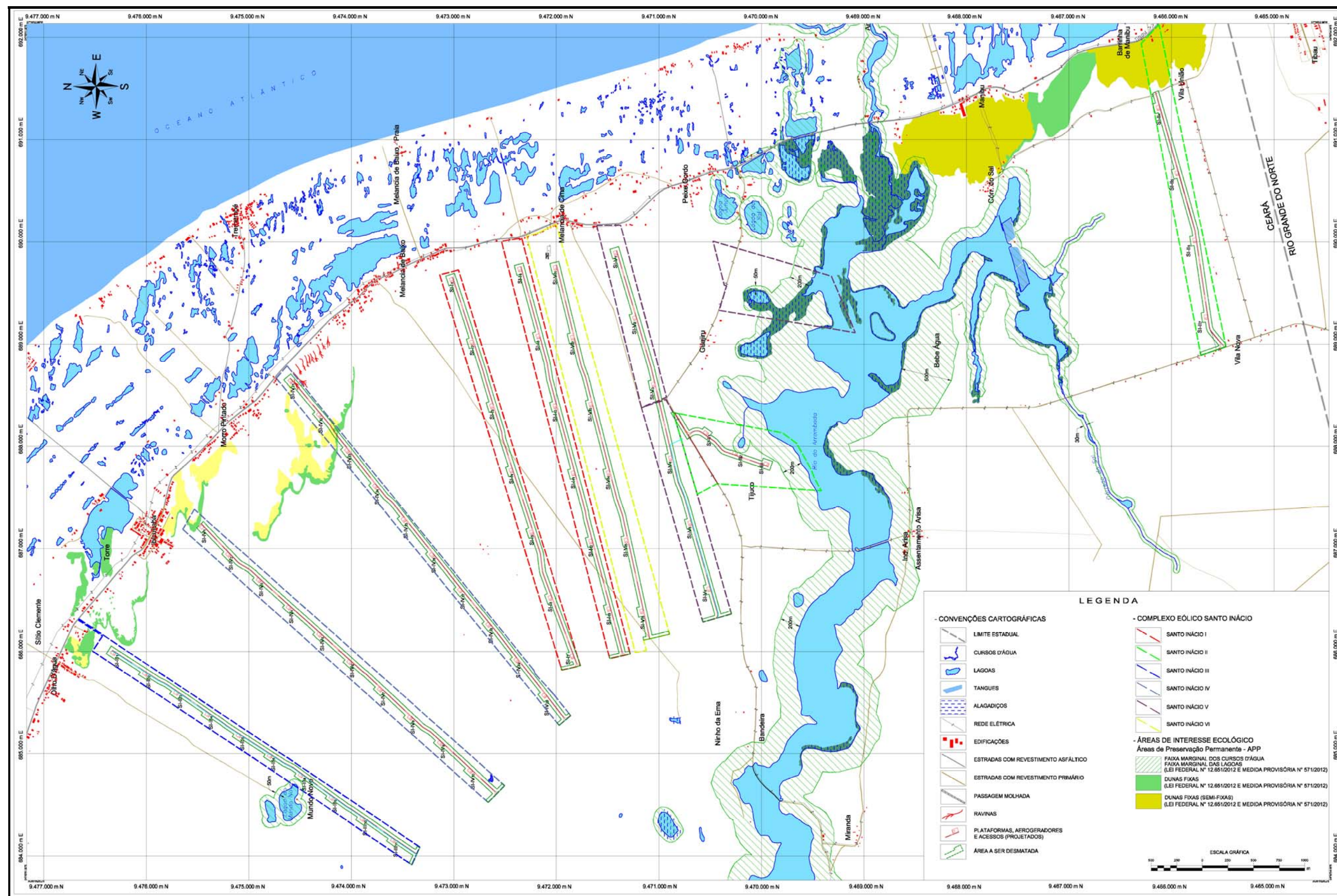
Nesta fase serão realizadas a supressão de vegetação, a terraplanagem, as obras civis, montagens eletromecânicas e implementados os programas de controle ambiental.

Durante a etapa de implantação do empreendimento, considerando todas as unidades que farão parte deste, serão desenvolvidas as atividades de construção da infraestrutura necessária às atividades do **COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO**, como descrito a seguir, construção e montagem de toda infraestrutura.

Em suma, a etapa de implantação do empreendimento contará com os seguintes processos para as operações unitárias principais:

- Obras civis de implantação do Complexo Eólico, incluindo estruturas e fundações de equipamentos das operações unitárias principais, auxiliares e de controle da qualidade ambiental; estruturas e fundações das torres dos aerogeradores, construção da sala de comando e bases das subestações primárias e elevadoras.
- Montagens mecânica, elétrica e eletromecânica de equipamentos para os aerogeradores, subestação, sala de comando e distribuição.

Layout do Complexo Eólico Santo Inácio



Fonte: Relatório de Caracterização do Complexo Eólico Santo Inácio, VALE S.A. (2012).

- Transporte de materiais e equipamentos para a etapa de implantação.

A etapa de implantação do empreendimento contará com os seguintes processos para as operações unitárias auxiliares:

- Mobilização e desmobilização de pessoal, equipamentos e serviços;
- Supressão da vegetação;
- Execução de terraplenagem para abertura de acessos aos terrenos;
- Estruturas de apoio;
- Implantação de canteiros de obras;
- Sistema de abastecimento de água.

Ainda na etapa de Implantação, serão realizadas as seguintes tarefas referentes à construção e montagem de todos os sistemas para as operações unitárias de controle da qualidade ambiental (Sistemas de Controle da Qualidade Ambiental).

- Sistema de drenagem;
- Sistema de esgotamento sanitário;
- Caixas separadoras de água e óleo;
- Depósito de resíduos sólidos;
- Desmobilização dos Sistemas de Controle Ambiental.

5.2.1. Operações Unitárias Principais

5.2.1.1. Obras Civas

A construção civil do empreendimento consiste na implantação dos acessos internos aos *sites* e secundários que ligarão os mesmos às vias públicas existentes, construção de fundações para os equipamentos, e estruturas que compõem as instalações principais necessárias à geração de energia elétrica.

As Obras Civas contarão com uma Usina de Concreto instalada no canteiro de obras para implantação do Complexo Eólico. Todo o concreto das bases de fundação das torres dos aerogeradores e edificações em geral proverão desta usina.

Os resíduos provenientes da central de concreto serão direcionados a tanques coletores onde passarão por decantação, sendo removida a parte sólida e reaproveitada a parte

líquida. A parte sólida terá destinação adequada junto aos demais resíduos gerados pela obra.

A execução dos serviços será feita de acordo com as técnicas mais modernas, utilizando-se materiais, ferramentas e equipamentos adequados e deverão obedecer às prescrições das normas mais recentes emitidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Serão instalados no canteiro na fase de implantação, como estruturas provisórias, a usina de concreto, o laboratório de solo e concreto para acompanhamento e execução das atividades conforme normas.

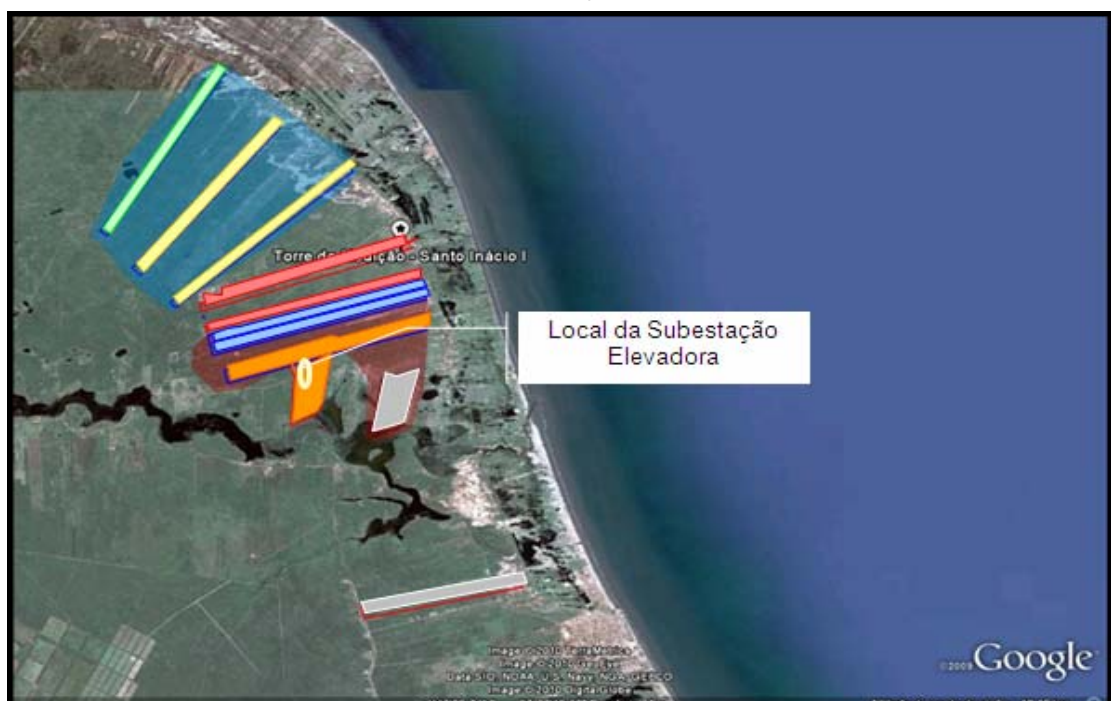
Os resíduos provenientes das obras civis deverão ser destinados conforme às exigências das normas ambientais.

Subestação Elevadora

A Subestação será do tipo convencional, para instalação ao tempo em um pátio de aproximadamente 8.000 m² (oito mil metros quadrados).

As obras de construção da Subestação Elevadora terão início ainda quando a frente de serviço de construção das bases do site Santo Inácio SI-V estiver no local e estes serviços incluem desmatamento, terraplenagem e pavimentação. Apesar de serem frentes diferentes a logística de fornecimento de concreto será a mesma.

Local da Subestação Elevadora



Fonte: Relatório de Caracterização do Complexo Eólico Santo Inácio, VALE S.A. (2012).

Para evitar o acesso de pessoas não autorizadas à área da SE, esta será totalmente cercada.

Sala de Controle

A planta do Edifício de Controle é onde estarão dispostas as instalações da sala de painéis, banheiro, vestiário e depósito.

5.2.1.2. Montagem Mecânica, Elétrica e Eletromecânica

As tarefas de montagem mecânica, elétrica e eletromecânica do **COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO** correspondem às montagens das instalações principais necessárias à geração de energia elétrica.

As principais atividades envolvidas na montagem eletromecânica dos Aerogeradores serão:

- Montagem das torres metálicas;
- Montagem dos componentes em solo (pás e nacelle);

Ilustração da Etapa de Montagem Mecânica de um Aerogerador



Ilustração da Etapa de Montagem Mecânica de um Aerogerador



- Montagem elétrica;
- Montagem de instrumentação;
- Aferição e calibração de instrumentos;
- Testes;
- Apoio ao comissionamento.

5.2.1.3. Transporte de Materiais e Equipamentos

O **COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO** contará como acesso principal as rodovias BR-304, CE-261 e RN-013 não utilizando rotas urbanizadas para transporte de insumos e equipamentos. Um acesso independente será estruturado para fazer a interligação entre as rodovias e o complexo, sem interferência em dunas, onde haverá uma portaria própria por onde entrarão os equipamentos e a mão-de-obra.

O acesso rodoviário a ser utilizado poderá se dar por meio das seguintes rodovias, conforme logística dos fornecedores:

- BR-304 – Rodovia Federal que interliga Boqueirão Cesário – Aracati – Mossoró – Lajes - Natal.

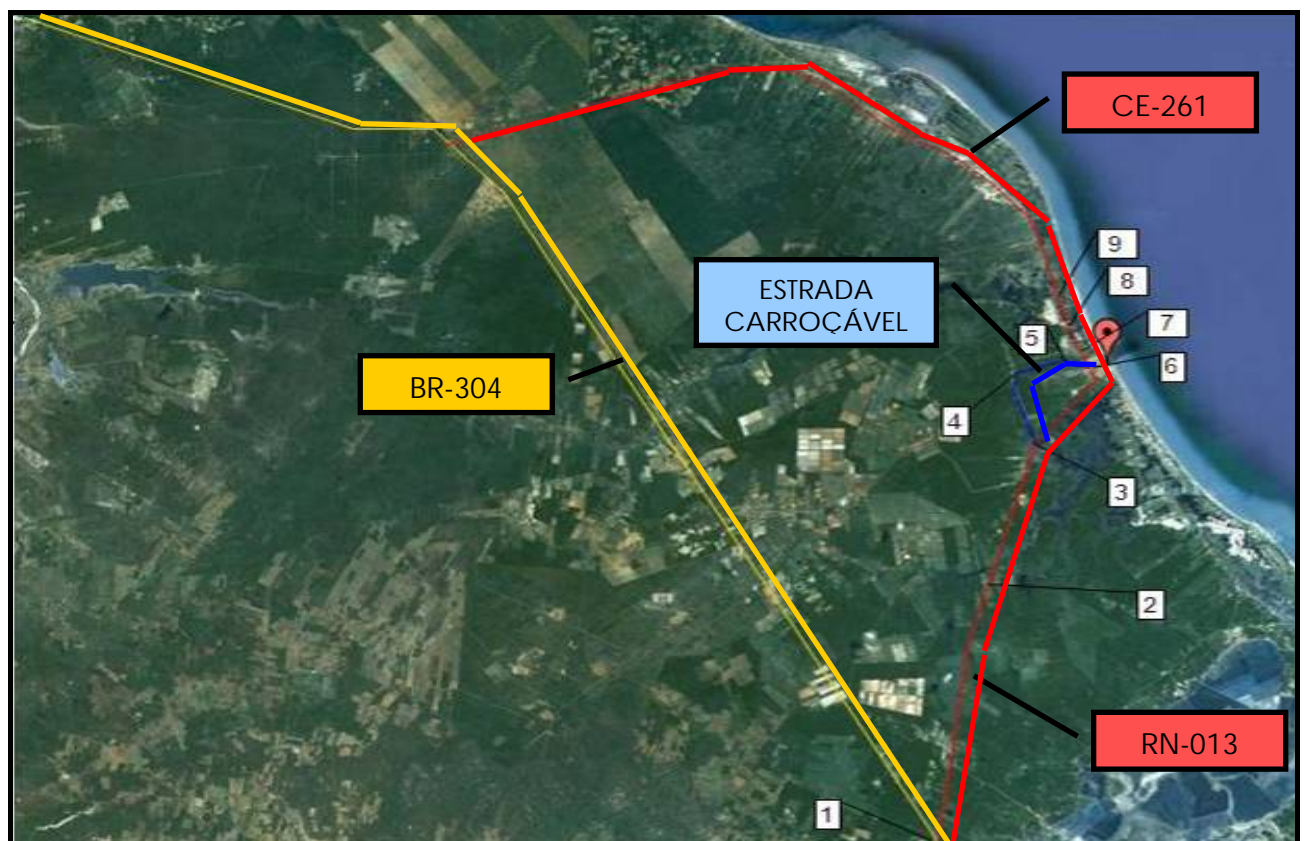
- CE-261 – Rodovia Estadual que interliga a BR-304 a noroeste passando por Icapuí até Tibau quando é renomeada para RN-013.
- RN-013 – Rodovia Estadual que interliga a BR-304 a sudoeste no sentido a Mossoró.

O acesso externo será feito pela BR-304 em direção ao município de Tibau-RN. Entrando pelo trevo da RN-013, passa-se pelo trevo de acesso à RN-012, segue em direção a Tibau, entrando pela estrada carroçável, que dá acesso à CE-261. Seguindo em direção a Ícapuí, passa-se nas comunidades de Barrinha e Manibu e, em seguida, chega-se à ponte sobre o Rio Arrombado. A partir de então, tem-se acesso ao Complexo Eólico inicialmente pelo SI-II.

Para os acessos externos, trechos existentes entre os *sites* e a rodovia CE-261, serão indicados no projeto os dispositivos de drenagem superficial necessários, em obediência às regulamentações do Departamento de Estrada e Rodagem (DER-CE) e do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte.

Os acessos internos ao complexo eólico e as áreas pavimentadas serão dotados dos dispositivos de drenagem necessários à sua proteção no escoamento superficial de águas provenientes de chuvas.

Pontos Relevantes para Acessos Externos ao Complexo Eólico



Fonte: Relatório de Caracterização do Complexo Eólico Santo Inácio, VALE S.A. (2012).

5.2.2. Operações Unitárias Auxiliares

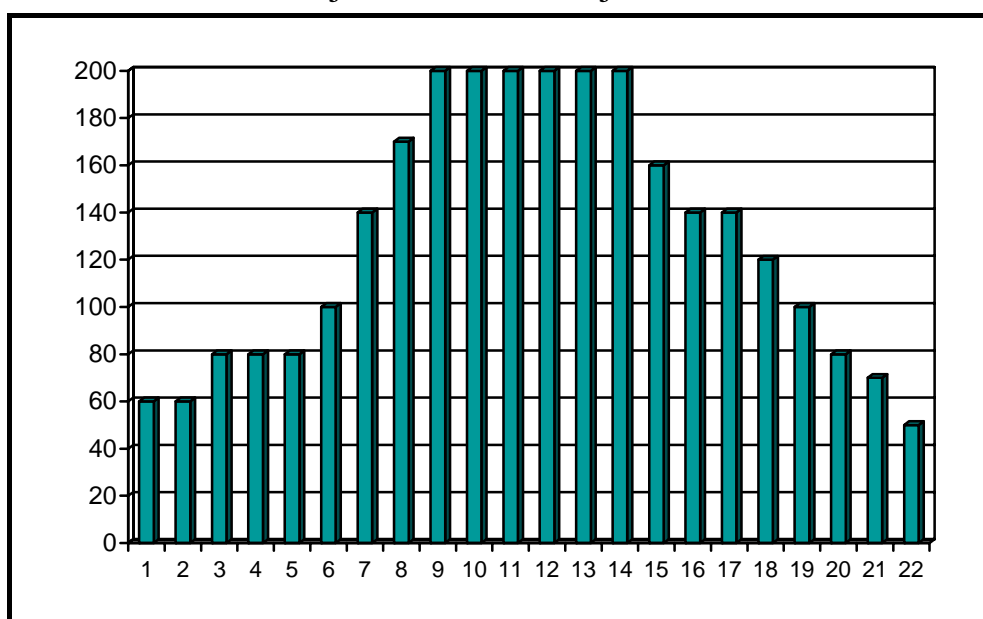
5.2.2.1. Mobilização e Desmobilização de Pessoal, Equipamentos e Serviços

Mobilização e Desmobilização de Pessoal

A relação entre a mão de obra direta e a indireta demandada deverá ser da ordem de $\frac{1}{3}$, sendo que no pico da obra haverá cerca de 200 postos de trabalho. A mobilização referente às equipes administrativas, gerência de produção e obras civis iniciam com a mobilização dos fornecedores, inicialmente, civil, seguida da mecânica e elétrica.

Para mão de obra da equipe gerencial foram considerados os engenheiros e técnicos necessários ao planejamento, coordenação e controle da execução dos serviços. Ressalta-se que o plano de obra da VALE para o **COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO** tem como foco principal a contratação de mão de obra local, desde que atenda às necessidades exigidas pelo empreendimento.

Mobilização e Desmobilização de Pessoal



Fonte: Relatório de Caracterização do Complexo Eólico Santo Inácio, VALE S.A. (2012).

Mobilização e Desmobilização de Equipamentos

É prevista a utilização dos seguintes equipamentos na implantação do empreendimento, dentre outros:

- Tratores;

- Escavo-transportadores;
- Regularizadores de terreno (Patrol);
- Rolos compactadores;
- Pás-escavadeiras;
- Retro-escavadeiras;
- Caminhões;
- Guindastes;
- Veículos leves.

Os componentes dos aerogeradores virão desmontados de fábrica e serão transportadas em caminhões até o local do complexo eólico.

Transporte de Componentes da Torre



Fonte: Plano de Transporte, VESTAS (2011).

Transporte da Pá



Fonte: Plano de Transporte, VESTAS (2011).

5.2.2.2. Limpeza da Área

A supressão vegetal ficará restrita aos locais destinados às fundações, pátios de manobras, canteiro de obras e vias de acesso.

Independentemente do método a ser utilizado nas operações de limpeza da camada vegetal e retirada do material lenhoso, alguns procedimentos que se constituem de boas práticas ambientais serão adotados:

- A supressão da vegetação deve ser feita de maneira a facilitar o deslocamento da fauna em busca de novos abrigos localizados nas áreas adjacentes;
- Nos casos em que seja viável a realização do enleiramento do material resultante das operações de derrubada (lenha ou resíduos) de forma mecanizada, deve-se ter o cuidado de não empurrar para as leiras grandes volumes de terra;
- O enleiramento deve ser realizado sempre no sentido transversal à declividade do terreno, servindo como prática temporária de conservação dos solos;
- Os equipamentos a serem utilizados serão definidos em função da densidade, tipo de vegetação e das considerações de suporte do terreno natural;
- O cronograma de atividades para a realização dos trabalhos de limpeza da camada vegetal e retirada do material lenhoso deve levar em consideração o período chuvoso, época esta em que as atividades são bastante afetadas, com redução significativa dos rendimentos operacionais.

5.2.2.3. Terraplenagem do Terreno

Estudos preliminares serão realizados para verificar se o solo encontrado nas áreas de corte poderá ser aproveitado como aterro e, eventualmente como pavimentação, mesmo que associado a outros materiais de construção.

Para a recuperação das áreas degradadas, especialmente daquelas a serem desmobilizadas ao final da etapa de implantação, o solo vegetal removido da camada superficial deverá ser estocado dentro dos limites do terreno do **COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO**, sendo posteriormente aplicado sobre as supracitadas áreas, visando melhorar a capacidade de recuperação da vegetação nestes locais.

5.2.2.4. Transporte de Funcionários

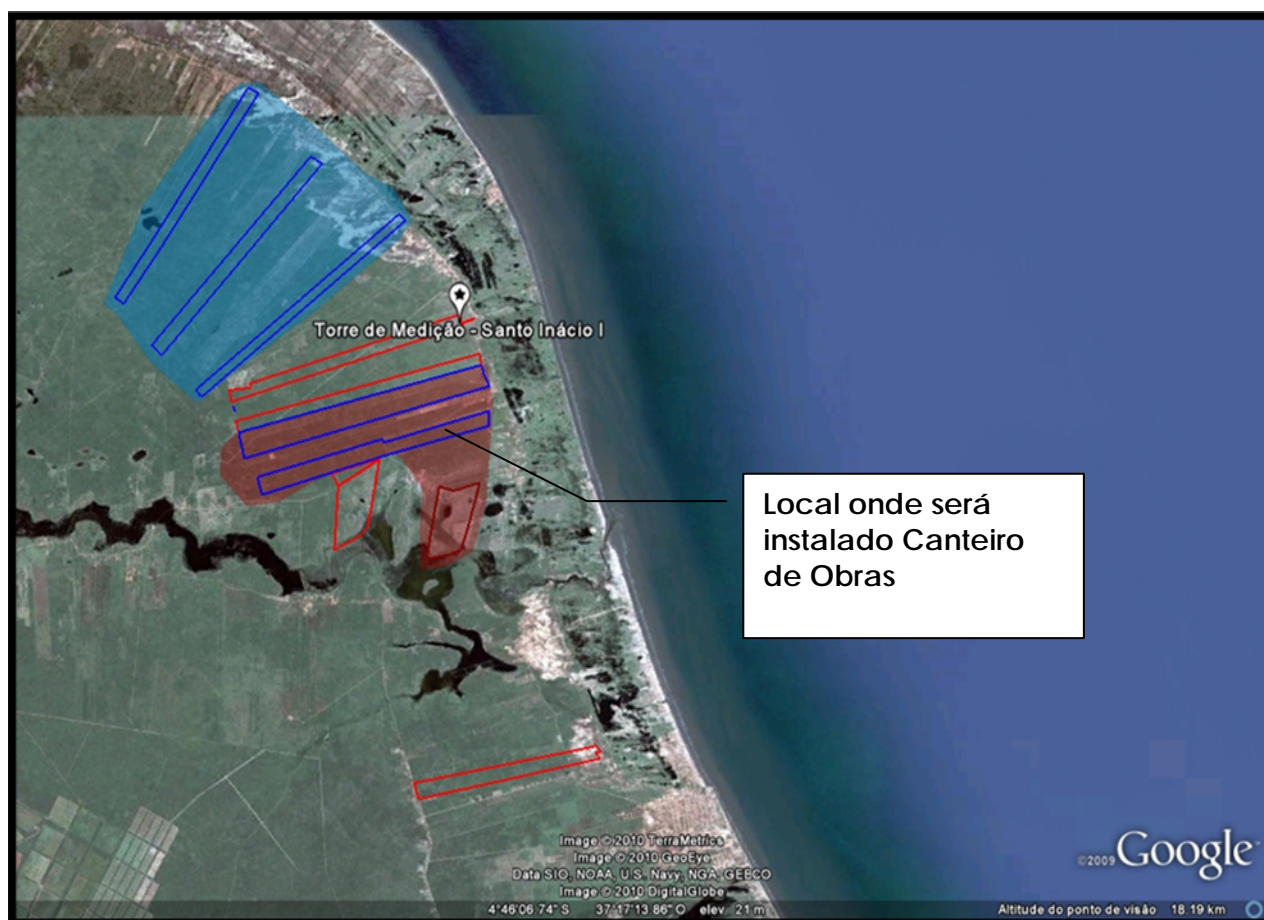
O melhor meio para o transporte da mão de obra local ou das cidades vizinhas ficará sob a responsabilidade dos fornecedores, desde que atenda às condições mínimas de segurança exigidas pela **VALE**.

5.2.2.5. Edificação do Canteiro de Obras

O Canteiro de Obras será implantado provavelmente na extremidade do site Santo Inácio SI-V.

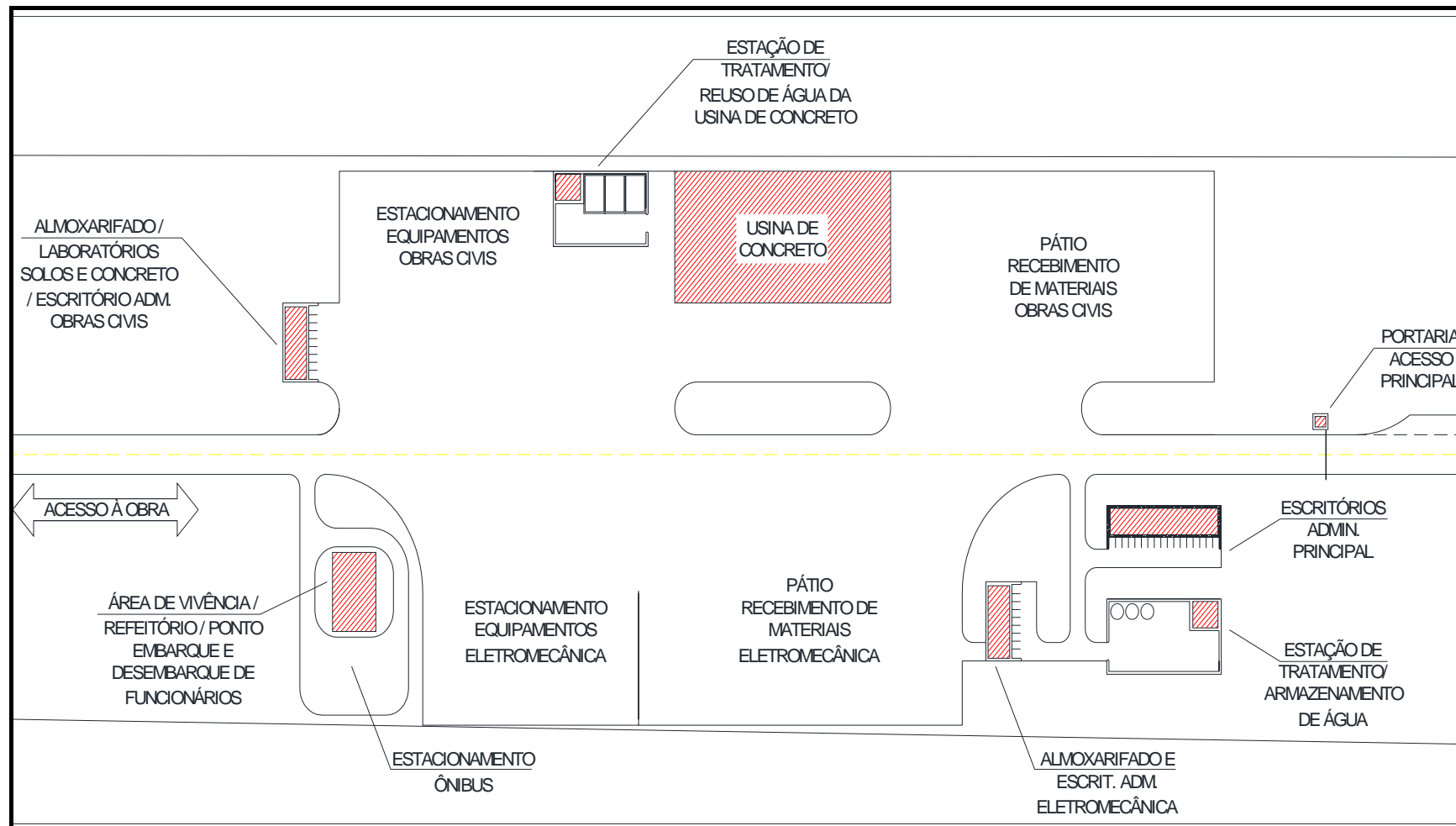
As empresas contratadas deverão atender às exigências de padronização Vale e NR-18- Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.

Localização Prevista para o Canteiro de Obras do Complexo Eólico



Fonte: Relatório de Caracterização do Complexo Eólico Santo Inácio, VALE S.A. (2012).

Layout do Canteiro de Obras



Fonte: Relatório de Caracterização do Complexo Eólico Santo Inácio, VALE S.A. (2012).

5.2.2.6. Sistema de Abastecimento de Água

O abastecimento de água na etapa de implantação será feito por poço tubular a ser construído no canteiro de obras e licenciado junto a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Para atender demandas de água potável serão instalados reservatórios elevados de água.

Pelo estudo do consumo estimado para a implantação do sistema de abastecimento de água, chegou-se a conclusão que o fornecimento deverá atender à seguinte demanda:

- Consumo diário de água potável para atender funcionários nas instalações provisórias no período de pico da implantação: $(80 \text{ litros/pessoa} \times \text{dia}) \times (200 \text{ pessoas}) = 16.000 \text{ litros/ dia}$.
- Consumo diário de água não potável na central de concreto: $(200\text{m}^3 \text{ concreto/ dia}) \times (170 \text{ litros/ m}^3) = 34.000 \text{ litros/ dia}$.
- Consumo diário de água não potável para uso geral em atendimento em campo aos serviços de terraplenagem e demais serviços de obras civis: 50.000 litros/ dia.

Para consumo humano, a água deverá ser coletada, examinada e condicionada aos padrões de potabilidade.

5.2.3. Operações Unitárias de Controle Ambiental

5.2.3.1. Sistema de Drenagem das Águas das Chuvas

Para a drenagem de água de chuvas do complexo eólico serão construídos dispositivos como canaletas meia-cana e bueiros.

5.2.3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

Para a fase de implantação é previsto um sistema de tratamento de esgoto sanitário com filtros e sumidouros.

5.2.3.3. Resíduos Sólidos

Como operações de controle da qualidade ambiental, na fase de implantação do Complexo Eólico Santo Inácio as empresas contratadas deverão tratar os resíduos provenientes das obras civis de forma a atender às exigências dos órgãos ambientais, assim como:

- implantar sistema de coleta e destinação adequada de resíduos sólidos (lixo) gerados pela construção;
- implantar bacias de contenção/ decantação, impermeabilizadas, com a finalidade de separar os resíduos líquidos provenientes de concretagens e da própria usina de concreto. A parte líquida poderá ser reutilizada e a sólida terá a mesma destinação do item anterior.

5.2.3.4. Sistemas de Contenção de Produtos Químicos

Na fase de construção do Complexo Eólico Santo Inácio será implantado sistema de contenção e recolhimento de produtos químicos para o controle ambiental em casos de vazamentos. Não devem ser armazenados no local da obra, produtos químicos que possam constituir risco à saúde e ao meio ambiente.

No pátio da Subestação elevadora está prevista a construção de uma caixa separadora de água e óleo, em concreto armado, situada próxima às bases dos transformadores elevadores, de onde serão interligadas por meio de tubulação enterrada, a bacia de contenção de óleo e a caixa separadora de água e óleo.

5.2.4. 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 SANTO INÁCIO**.

5.3. OPERAÇÃO DO COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO

A etapa de Operação tem início a partir dos testes de comissionamento dos equipamentos e se inicia com a obtenção da Licença Ambiental – Licença de Operação (LO). É constituída pela geração de energia a partir do vento, mitigação de impactos ambientais e a administração do empreendimento.

Conforme mencionado anteriormente, o Complexo Eólico Santo Inácio tem como finalidade a geração de energia elétrica a partir do vento. Essa produção de energia se dá da seguinte forma:

- O vento circula pela área abrangida pelas pás do aerogerador.
- A força do vento gira as três pás que propulsionam o rotor. Este se conecta com o eixo principal que move um gerador.

- Dentro da turbina há um multiplicador de velocidade o qual se acopla ao rotor. Isto permite que o gerador produza velocidade.
- A eletricidade é enviada por cabos que descem pelo interior da torre e se conectam a uma rede de energia.
- Essa energia flui até a subestação elevadora de tensão localizada no complexo eólico e depois é transmitida através de linhas de transmissão até subestação em Mossoró.

Sistema de Tratamento de Ruídos e Vibrações

Serão efetuadas campanhas de medições baseadas em reconhecidos procedimentos, de forma a determinar os níveis de ruído emitidos pelo Complexo Eólico. Caso seja necessário, serão feitos ajustes de forma que os níveis de ruído se tornem aceitáveis e compatíveis com as Normas Brasileiras aplicáveis.

A legislação de referência para este item é a NR-15 (Lei nº 6.514/77) e a NBR-10.152/87, onde fica estabelecido que o nível máximo de exposição diária permitido é de 87 dB (decibéis), em uma jornada de 6 horas de trabalho.

As fontes de ruído mais críticas durante a operação do Complexo Eólico serão os aerogeradores e a subestação. As emissões no perímetro do complexo eólico não deverão exceder os limites estabelecidos pela legislação.

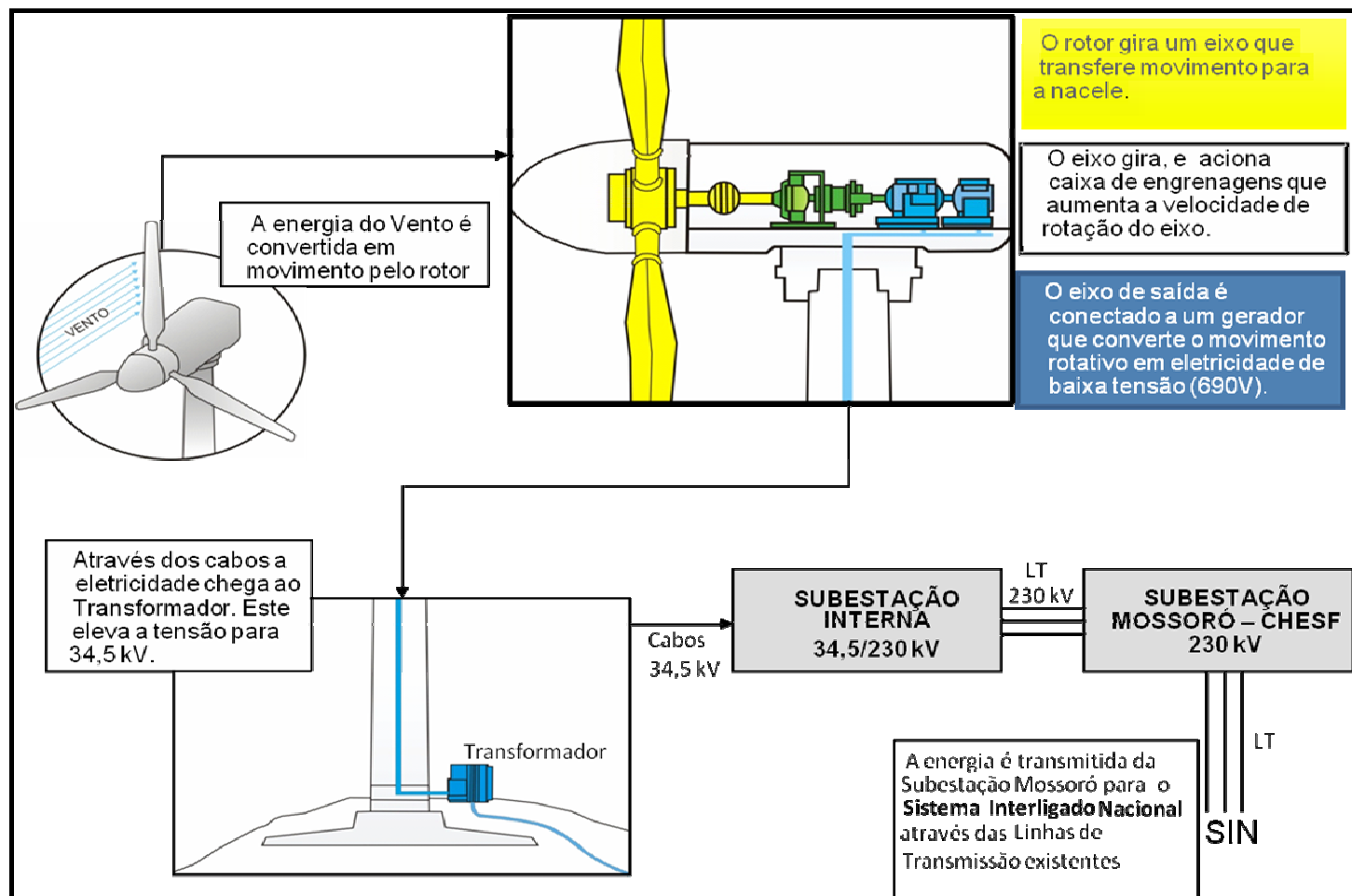
5.4. DESATIVAÇÃO DO COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO

Caso a desativação do **COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO** 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.

5.5. CRONOGRAMA FÍSICO DE IMPLANTAÇÃO

O prazo total previsto para implantação do **COMPLEXO EÓLICO SANTO INÁCIO** é de 22 (vinte e dois) meses após a emissão da Licença de Instalação (LI).

Fluxograma Simplificado do Processo de Geração de Energia Eólica



Fonte: Relatório de Caracterização do Complexo Eólico Santo Inácio, VALE S.A. (2012).

Cronograma de Implantação

Cronograma de Implantação e Comissionamento do Complexo Eólico Santo Inácio																								
Atividades	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Início das obras																								
Abertura e construção de acessos																								
Instalação do canteiro de obras																								
Preparação de praças																								
Escavação e concretagem das bases																								
Montagem dos aerogeradores e pás																								
Interligação Média Tensão																								
Pré-comissionamento																								
Comissionamento de Rede																								
Operação Comercial																								