

EIA – Estudo de Impacto Ambiental. COMPLEXO DE GERAÇÃO EÓLICA BOJURU

Volume 1.

**Descrição do Empreendimento
Caracterização da atividade
Plano de Gerenciamento de
Resíduos**

SUMÁRIO

1.	INFORMAÇÕES GERAIS	5
1.1.	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	5
1.2.	IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELOS ESTUDOS	5
1.3.	DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR.....	6
1.4.	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	7
1.4.1.	Nome Oficial e Respetivo Código de Registro na ANEEL	10
2.	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	11
2.1.	INTRODUÇÃO	11
2.2.	LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS	11
2.3.	MOTIVAÇÃO.....	12
2.4.	DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PROJETO	14
2.4.1.	Potencial Eólico	14
2.4.2.	Área de estudo	20
2.4.3.	Alternativas Tecnológicas, Construtivas e de Localização	22
2.4.4.	Tecnologia dos Aero geradores	32
2.4.5.	Posicionamento dos Aero geradores.....	34
2.4.6.	Potência Instalada	39
2.4.7.	Sistema Elétrico Interno e Rede de Média Tensão.....	41
2.4.8.	Conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN)	44
2.4.9.	Aterramento, Proteção Elétrica e Segurança	44
2.5.	IMPLANTAÇÃO DO PROJETO.....	45
2.5.1.	Contratação da Mão de Obra	46
2.5.2.	Infraestrutura na região	46
2.5.3.	Obras Cíveis	51
2.5.4.	Vias de Acesso	51
2.5.5.	Montagem dos aero geradores	54
2.5.6.	Instalação do Cabeamento	56
2.5.7.	Movimentação de solo e rocha	56
2.5.8.	Restrições ao Uso da Área do Empreendimento e Acessos Permanentes	56
2.5.9.	Áreas utilizadas.....	56
2.5.10.	Cronograma de Implantação.....	57
2.5.11.	Orçamento	58
2.6.	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	58
2.6.1.	Restrições ao Uso da Área do Empreendimento e Acessos Associados.....	59
2.6.2.	Acessos Permanentes (Públicos e Particulares)	59

2.7.	ESTUDOS DE SOMBREAMENTO	59
2.7.1.	Receptores de Sombreamento	60
2.7.2.	Base de Dados Solarimétricos	61
2.7.3.	Dados Anemométricos	64
2.7.4.	Simulações de Sombreamento	66
2.7.5.	Resultados	69
2.7.6.	Análise dos Resultados	79
2.8.	ESTUDOS DE RUÍDO	80
2.8.1.	Medições do Ruído Ambiente	80
2.9.	PROJEÇÃO VISUAL.....	81
3.	LINHA DE TRANSMISSÃO	85
3.1.	DESCRIÇÃO GERAL	85
3.2.	CARACTERÍSTICAS DAS TORRES	87
3.3.	DESCRIÇÃO DAS FUNDAÇÕES TÍPICAS PARA TORRES AUTOPORTANTES	89
3.3.1.	Fundação em Tubulão	89
3.3.2.	Fundação em Sapata	90
3.3.3.	Fundação em Bloco Ancorado em Rocha	92
3.3.4.	Fundação em Estacas e Especiais	93
3.4.	DISTÂNCIAS MÍNIMAS – MÉTODO CONVENCIONAL.....	95
3.4.1.	Em Condições Normais de Operação	95
3.4.2.	Em Condições de Emergência.....	96
3.5.	ALTERNATIVAS DE CONEXÃO ELÉTRICA.....	97
3.5.1.	Alternativa 1 - Subestação 230 kV VILA DA QUINTA (SE QUINTA)	97
3.5.2.	Alternativa 2 - Subestação Povo Novo 525/230 kV	98
3.5.3.	Alternativa 3 – Subestação Capivari do Sul 525/230 kV	98
3.6.	ALTERNATIVA CONSTRUTIVA.....	100
3.6.1.	Impactos Ambientais Identificados para a Fase de Implantação	101
3.6.2.	Análise da viabilidade técnica da Linha subterrânea - aspectos geológicos.....	103
3.6.3.	Estudos hidrogeológicos	106
3.6.4.	Modelagem hidrogeológica área da Rio Grande Bioenergética S.A.	107
3.6.5.	Análise de Viabilidade.....	111
3.6.6.	Condicionamento Hidrogeotécnico	112
3.6.7.	Considerações Finais	115
3.6.8.	Impactos Ambientais Identificados Para a Fase de Operação e Manutenção	116
3.6.9.	Conclusões.....	117
3.7.	PLANTA DO TRAÇADO.....	119
3.8.	TRAVESSIAS.....	149



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

3.8.1. Travessias de Linhas de Transmissão.....	149
3.8.2. Travessias de Rodovias	151
3.8.3. Travessia Subaquática	153
4. GERAÇÃO, DESTINAÇÃO, TRATAMENTO E CONTROLE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES GERADOS	156
4.1. Fases do Gerenciamento de Resíduos	158
4.2. Principais Ações - Plano de Gerenciamento de Resíduos	160
5. PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS	167
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	168
7. GLOSSÁRIO	170
APÊNDICES.....	172
ANEXOS	224

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social	Complexo de Geração Eólica Bojuru Ltda.
CNPJ	14.763.333/0001-87
CTF-IBAMA	6300005
Endereço	Rua Vera Linhares de Andrade, nº 2845, CEP 88034-700, Itacorubi, Florianópolis, SC
Telefone	(48) 3232-9100
E-mail	bojuru@vilco.com.br
Representante Legal/ Pessoa Para contato	Sérgio Augusto Costa
Cargo	Diretor Técnico
Endereço	Rua Vera Linhares de Andrade, nº 2845, CEP 88034-700, Itacorubi, Florianópolis, SC
Telefone	048 9 9914 0373
E-mail	sergio.costa@vilco.com.br

1.2. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELOS ESTUDOS

Razão Social	Bioimagens Consultoria Ambiental Ltda.
CNPJ	09.248.913/0001-04
Endereço	Rua Felicíssimo de Azevedo, 1352/01, Auxiliadora, CEP 90.540-110, Porto Alegre, RS
Telefone	(51) 3273.1780 ou (51) 99620.5223
E-mail	contato@bioimagens.com.br
Responsável Técnica/ Pessoa para contato	Dr ^a . Vanda Simone Fonseca
CRBio	28996-03D
Endereço	Rua Felicíssimo de Azevedo, 1352/01, Auxiliadora, CEP 90.540-110, Porto Alegre, RS
Telefone	(051) 98159.9985
E-mail	vanda@logosholding.com

1.3. DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR

Nome	Registro em Conselho	Titulação	Área	Função	Currículo	CTF
André Bastos* ¹	CREA 230698	Graduado	Geólogo	Geologia - Meio físico	http://lattes.cnpq.br/0175758628156182	40024
Cláudio Mondin* ¹	CREA 82318	Doutor	Botânico	Flora	http://lattes.cnpq.br/1297010552679235	878301
Estefania Jaekel	Não se aplica	Mestre	Arqueóloga	Supervisão arqueologia	http://lattes.cnpq.br/9658796805284816	Não se aplica
Israel Fick* ²	CRBio 034475-03	Mestre	Ecólogo - mastozoólogo	Mastozoólogo e coordenador técnico	http://lattes.cnpq.br/6094305675563746	543275
Janusa Sbruzzi	Não se aplica	Mestre	Geoprocessamento	Elaboração de mapas	http://lattes.cnpq.br/2865863492128835	6052721
Maurício Pereira	CRBio 063445-03	Mestre	Ornitólogo	Apoio Técnico Ornitofauna	http://lattes.cnpq.br/5974940903883328	356726
Rafael Dalssotto	CRBio 088556-03	Especial.	Herpetólogo	Herpetologia	http://lattes.cnpq.br/0862190270726167	5806076
Vanda Fonseca* ¹	CRBio 28996-03	Doutora	Ecóloga -ornitóloga	Apoio Técnico Ornitofauna	http://lattes.cnpq.br/2181120629735591	459590
Tamara Justo Falavigna	CRBio 025803-03	Doutora	Ecóloga -ornitóloga	Apoio Técnico Ornitofauna - revisão técnica	http://lattes.cnpq.br/0030703919340236	Não aplicável
Marcelo Burns	CRBio 41553-03	Doutor	Ecólogo - Ictiólogo	Ictiologia	http://lattes.cnpq.br/2711250539884531	3410280
Jonas John	CRBio 110350-3	Graduado	Ornitólogo	Ornitologia	http://lattes.cnpq.br/0515430546170061	5556528
Sara Nascimento	CRBio 095627-03	Doutor	Socioambiental	Socioambiental - componente socioeconômico	http://lattes.cnpq.br/0425222612455336	6111438

1.4. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Complexo de Geração Eólica BOJURU está localizado no município de São José do Norte, Estado do Rio Grande do Sul, está dividido em 17 (dezessete) parques eólicos distintos, com um total de 455 MW de potência instalada:

- Parque Eólico BOJURU I - Com capacidade instalada de 21 MW, constituído de 6 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU II - Com capacidade instalada de 24,5 MW, constituído de 7 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU III - Com capacidade instalada de 31,5 MW, constituído de 9 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em três circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU IV - Com capacidade instalada de 24,5 MW, constituído de 7 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU V - Com capacidade instalada de 21 MW, constituído de 6 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU VI - Com capacidade instalada de 21 MW, constituído de 6 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU VII - Com capacidade instalada de 28 MW, constituído de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU VIII - Com capacidade instalada de 28 MW, constituído de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU IX - Com capacidade instalada de 28 MW, constituído de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU X - Com capacidade instalada de 31,5 MW, constituído de 9 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em três circuitos de 34,5 kV;

- Parque Eólico BOJURU XI - Com capacidade instalada de 31,5 MW, constituído de 9 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em três circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XII - Com capacidade instalada de 28 MW, constituído de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XIII - Com capacidade instalada de 31,5 MW, constituído de 9 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em três circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XIV - Com capacidade instalada de 28 MW, constituído de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XV - Com capacidade instalada de 24,5 MW, constituído de 7 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XVI - Com capacidade instalada de 28 MW, constituído de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XVII - Com capacidade instalada de 24,5 MW, constituído de 7 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV.

Além dos aerogeradores divididos em 17 Parques Eólicos, ainda fazem parte do objeto de licenciamento do Complexo Eólico todas as infraestruturas auxiliares para o adequado funcionamento do empreendimento. Estas estruturas são denominadas como “Sistemas Associados,” de acordo com a Resolução CONAMA N° 462, que define sistemas associados como “sistemas elétricos, subestações, linhas de conexão de uso exclusivo ou compartilhado, em nível de tensão de distribuição ou transmissão, acessos de serviço e outras obras de infraestrutura que compõem o empreendimento eólico, e que são necessárias para a sua implantação, operação e monitoramento.” Como exemplo de Sistemas Associados temos, entre outros:

- A Linha de Transmissão que conectará a Subestação do Complexo Eólico Bojuru à Subestação Povo Novo, com tensão de 230 kV e aproximadamente 137 km de extensão;
- A rede elétrica interna de média tensão (34,5 kV);
- A Subestação do Complexo Eólico;
- Os Acessos internos.

Tabela 1.1 - Coordenadas de referência dos parques eólicos que compõem o Complexo de Geração Eólico BOJURU (Datum: Sirgas 2000, Zona 22)

Parque Eólico	Longitude	Latitude	E (m)	N (m)
BOJURU I	51°31'00,54"	31°39'46,68"	451.006	6.496.805
BOJURU II	51°29'52,82"	31°39'31,26"	452.787	6.497.288
BOJURU III	51°29'13,31"	31°39'05,10"	453.824	6.498.098
BOJURU IV	51°28'41,72"	31°36'23,47"	454.634	6.503.078
BOJURU V	51°28'04,31"	31°35'54,25"	455.616	6.503.982
BOJURU VI	51°26'55,68"	31°38'43,29"	457.446	6.498.785
BOJURU VII	51°26'47,05"	31°37'22,71"	457.663	6.501.267
BOJURU VIII	51°24'25,51"	31°36'31,93"	461.386	6.502.845
BOJURU IX	51°24'25,61"	31°35'54,25"	461.379	6.504.005
BOJURU X	51°29'07,70"	31°42'16,62"	453.998	6.492.202
BOJURU XI	51°27'59,94"	31°41'27,96"	455.775	6.493.708
BOJURU XII	51°27'14,68"	31°41'31,37"	456.967	6.493.608
BOJURU XIII	51°26'54,75"	31°41'10,89"	457.489	6.494.241
BOJURU XIV	51°26'04,70"	31°40'41,08"	458.803	6.495.164
BOJURU XV	51°24'35,47"	31°40'12,31"	461.149	6.496.059
BOJURU XVI	51°23'35,03"	31°39'48,14"	462.738	6.496.809
BOJURU XVII	51°23'00,40"	31°38'53,77"	463.644	6.498.486

Tabela 1.2 - Coordenadas dos vértices da poligonal externa da área em estudo para o Complexo Eólico BOJURU (Datum: Sirgas 2000, Zona 22)

Vértice	Longitude	Latitude	E (m)	N (m)
V-01	-51°28'36,57"	-31°34'04,55"	454.751,26	6.507.355,61
V-02	-51°28'28,94"	-31°34'19,86"	454.954,44	6.506.885,20
V-03	-51°28'29,70"	-31°34'26,25"	454.935,08	6.506.688,47
V-04	-51°28'36,84"	-31°34'25,74"	454.746,94	6.506.703,39
V-05	-51°28'42,59"	-31°34'38,67"	454.597,16	6.506.304,50
V-06	-51°28'10,22"	-31°35'21,72"	455.456,01	6.504.982,83
V-07	-51°27'46,28"	-31°35'43,34"	456.089,76	6.504.320,01
V-08	-51°26'52,62"	-31°36'20,76"	457.508,56	6.503.173,76
V-09	-51°26'39,35"	-31°36'57,30"	457.862,66	6.502.050,02
V-10	-51°26'16,45"	-31°37'38,51"	458.471,27	6.500.783,85
V-11	-51°26'01,07"	-31°38'01,89"	458.879,27	6.500.065,54
V-12	-51°25'51,92"	-31°38'05,79"	459.120,65	6.499.946,46
V-13	-51°25'38,23"	-31°36'58,23"	459.473,04	6.502.028,01
V-14	-51°24'47,22"	-31°36'15,76"	460.812,03	6.503.340,72
V-15	-51°25'27,77"	-31°35'32,50"	459.738,51	6.504.668,36
V-16	-51°25'03,55"	-31°35'03,05"	460.373,23	6.505.577,53
V-17	-51°24'16,82"	-31°35'58,99"	461.611,19	6.503.859,81
V-18	-51°24'00,67"	-31°35'47,71"	462.035,51	6.504.208,71
V-19	-51°23'29,22"	-31°36'21,96"	462.868,10	6.503.157,25
V-20	-51°23'42,88"	-31°36'33,86"	462.509,53	6.502.789,52
V-21	-51°23'41,34"	-31°36'37,37"	462.550,54	6.502.681,75
V-22	-51°24'02,77"	-31°36'57,40"	461.988,08	6.502.062,93
V-23	-51°24'09,72"	-31°37'28,63"	461.808,44	6.501.100,88
V-24	-51°23'33,21"	-31°38'12,93"	462.775,37	6.499.740,45
V-25	-51°23'22,11"	-31°38'15,70"	463.068,02	6.499.656,20
V-26	-51°23'13,57"	-31°38'15,92"	463.293,04	6.499.650,06
V-27	-51°22'13,07"	-31°39'14,14"	464.892,62	6.497.863,30

Vértice	Longitude	Latitude	E (m)	N (m)
V-28	-51°23'06,66"	-31°39'54,13"	463.485,70	6.496.627,19
V-29	-51°24'00,26"	-31°40'34,11"	462.078,78	6.495.391,07
V-30	-51°25'43,02"	-31°41'45,80"	459.381,81	6.493.173,48
V-31	-51°27'36,79"	-31°43'00,10"	456.396,44	6.490.873,86
V-32	-51°28'38,21"	-31°43'38,42"	454.785,20	6.489.687,02
V-33	-51°28'37,80"	-31°43'35,02"	454.795,59	6.489.791,74
V-34	-51°28'38,43"	-31°43'32,69"	454.778,72	6.489.863,33
V-35	-51°28'50,67"	-31°43'13,36"	454.453,91	6.490.457,02
V-36	-51°28'54,64"	-31°43'09,78"	454.348,80	6.490.566,84
V-37	-51°29'17,64"	-31°43'01,07"	453.742,27	6.490.832,33
V-38	-51°29'47,35"	-31°42'24,69"	452.955,37	6.491.949,03
V-39	-51°29'36,75"	-31°42'14,55"	453.232,86	6.492.262,56
V-40	-51°29'42,07"	-31°42'07,09"	453.091,92	6.492.491,46
V-41	-51°29'47,77"	-31°42'03,95"	452.941,49	6.492.587,50
V-42	-51°30'52,07"	-31°40'40,03"	451.236,76	6.495.163,56
V-43	-51°31'48,63"	-31°39'21,29"	449.735,79	6.497.580,69
V-44	-51°32'29,68"	-31°38'35,46"	448.647,52	6.498.986,42
V-45	-51°32'25,09"	-31°38'21,88"	448.766,41	6.499.405,08
V-46	-51°31'47,22"	-31°37'15,66"	449.754,20	6.501.448,74
V-47	-51°30'23,97"	-31°35'27,18"	451.931,72	6.504.799,12

1.4.1. Nome Oficial e Respectivo Código de Registro na ANEEL

As regras para obtenção do Registro na ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), para centrais geradoras que pretendem vender energia em Leilões de energia elétrica, mudaram em 2016 com a Portaria do Ministério de Minas e Energia Nº 102 de 22 de Março de 2016.

Atualmente, para a participação de empreendimentos de Energia Eólica em Leilões de Energia realizados pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) é necessário apenas o cadastramento do projeto, sem necessidade de um registro prévio na ANEEL. Após cadastramento e habilitação do empreendimento eólico no Leilão de Energia pela EPE, a ANEEL emitirá um único Despacho para todos os empreendimentos habilitados, válido exclusivamente para o Leilão de Energia do cadastramento. As participações nesses Leilões de Energia também são condicionadas à apresentação da Licença Ambiental Prévia (LAP) do empreendimento.

Salientamos ainda que a ANEEL, atualmente, emite o Registro apenas para empreendimentos que comercializarão a energia no Mercado Livre. Como o foco do empreendimento em questão são os Leilões de energia, solicitamos que o Registro da ANEEL seja apresentado apenas na etapa de Licença de Instalação, pois o mesmo será obtido após o cadastramento em Leilão (que exige a LAP).

Sendo assim, o Complexo de Geração Eólica Bojuru obterá o registro na ANEEL em etapa anterior ao pedido de Licença Ambiental de Instalação (LAI).

2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta informações sobre os diversos aspectos relacionados ao desenvolvimento do Complexo de Geração Eólica BOJURU e Sistemas Associados, com o objetivo de constituir uma referência para a elaboração dos documentos necessários para a obtenção da Licença Ambiental Prévia (LAP).

A implantação de um Complexo de Geração Eólica deste porte envolve estudos aprofundados do recurso eólico, da topografia, do meio ambiente, entre outros. Através destes estudos definem-se as áreas de interferência, o arranjo dos aerogeradores, a análise da produção anual de energia, instalação de equipamentos, planos de manutenção, conexão ao sistema elétrico, mobilizações para construção e melhoria da infraestrutura local.

2.2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS

O site está localizado ao norte da cidade de São José do Norte, no Estado do Rio Grande do Sul, numa faixa de terra compreendida entre a Lagoa dos Patos, a Oeste, e o Oceano Atlântico, a Leste, conforme apresentado na Figura abaixo. A região fica a aproximadamente 400 km ao sul da capital gaúcha, Porto Alegre, e é caracterizada por relevo plano.

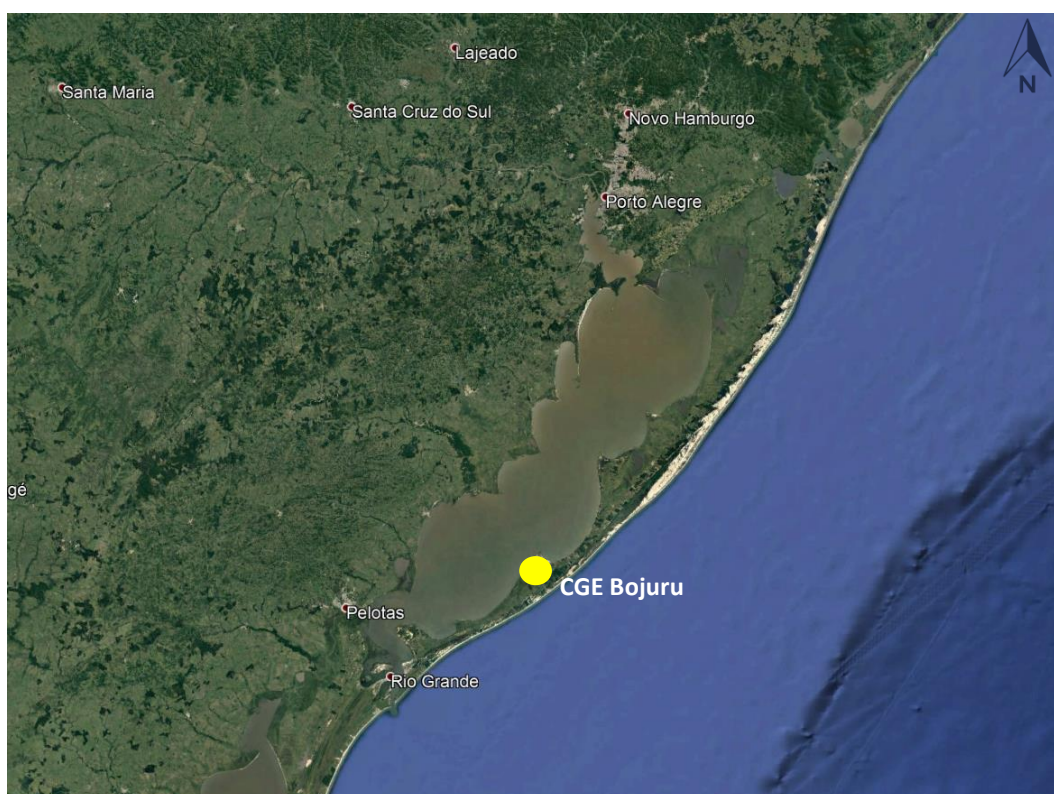


Figura 2.1 - Localização do Complexo Eólico BOJURU

O terreno do local em que é planejado o Complexo de Geração Eólica (CGE) BOJURU é constituído de solo arenoso, com formações de dunas ao Leste próximo ao oceano, lagoas perenes e intermitentes ao Oeste próximo à Lagoa dos Patos. Nesta porção é comum a existência de áreas úmidas e alagadiças.

A vegetação local é formada por árvores nativas e por algumas áreas de cultivo de Pinus. Também é formada por vegetação rasteira do cultivo de cebola, arroz e de pasto para pecuária local.

A altitude na região tem pouca variação, raramente ultrapassando 20 m.

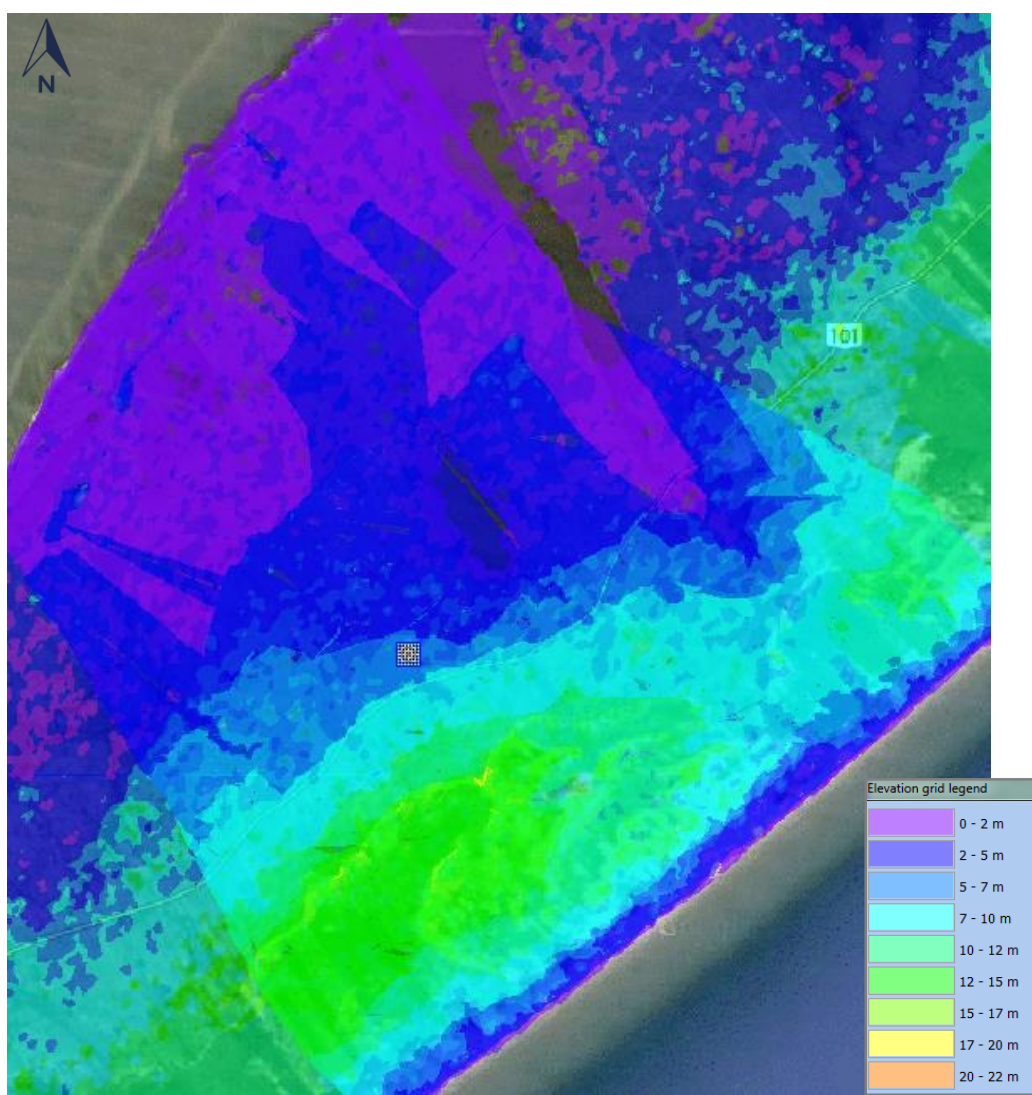


Figura 2.2 - Variação de altitude na área do projeto

2.3. MOTIVAÇÃO

A implantação do Complexo de Geração Eólica Bojuru, objetiva a geração e comercialização de energia elétrica produzida a partir de fonte renovável.

Com o objetivo de fomentar fontes de energia renováveis, e tendo em vista o bom potencial eólico verificado em regiões específicas do país, os investimentos nesta fonte de geração têm sido cada vez maiores. Juntamente com a exigência da sociedade, cada vez maior, por fontes energéticas limpas, o desafio passa a ser não somente gerar mais energia, e sim como realizar tal feito de modo sustentável, com baixos impactos ambientais, e que possibilite uma tarifa módica para o setor industrial e população como um todo.

As principais razões para a implantação deste complexo podem ser listadas como:

- Fornecimento de energia elétrica ao Sistema Integrado Nacional (SIN), atendendo a uma demanda sempre crescente;
- Bom recurso eólico verificado na região;
- A não emissão de poluentes atmosféricos;
- A compatibilidade entre o uso do solo no local e a implantação do parque eólico;
- A promoção do desenvolvimento regional;
- Curto Prazo de instalação;
- Baixo impacto socioambiental, quando comparado com outras fontes de energia, como, por exemplo, hidroelétrica e termoelétrica;
- Criação de Recursos ao Município devido aos impostos gerados pela venda de energia;
- Criação de postos de trabalho nas fases de implantação, operação e manutenção, e;
- A existência de agentes interessados em sua construção e no seu financiamento.

A implantação do Complexo de Geração Eólico Bojuru contribuirá para o atendimento da demanda de energia elétrica no Brasil e uma contribuição técnica ao desenvolvimento econômico local, regional e nacional.

Também, com a implantação do Complexo Eólico, haverá uma valorização das propriedades da região. Sendo que os proprietários das terras participantes do projeto terão receita referente aos arrendamentos por um período mínimo de 20 anos.

Cabe ressaltar ainda que as instalações e estruturas de um parque eólico são completamente reversíveis, uma vez que, ao término da sua vida útil podem ser desmontadas, devolvendo à paisagem suas feições originais, resultando em passivos ambientais relativamente inexpressivos e mitigáveis na sua totalidade.

A matriz energética brasileira ainda tem predominância da energia hidrelétrica, o que resulta em uma dependência muito grande do regime hidrológico. A diversificação da matriz energética através do desenvolvimento de outras fontes energéticas como eólica, solar e biomassa, por exemplo, proporciona maior segurança energética ao Sistema Interligado Nacional.

2.4.1.1. Medições Anemométricas

Duas Torres Anemométricas foram instaladas dentro da área do CGE BOJURU registrando valores de variáveis relacionadas ao comportamento do vento (velocidade e direção), e às condições climáticas (temperatura, umidade e pressão), com o objetivo de verificar o recurso eólico local.

A partir da confirmação do alto potencial eólico da região obtida com a Torre 1, foi instalada a Torre 2, com o objetivo de diminuir as incertezas na extrapolação horizontal e vertical do vento, que são variáveis relacionadas com a metodologia da estimativa de produção de energia. A primeira torre iniciou as medições em 10/05/2012 e a segunda em 17/12/2014.

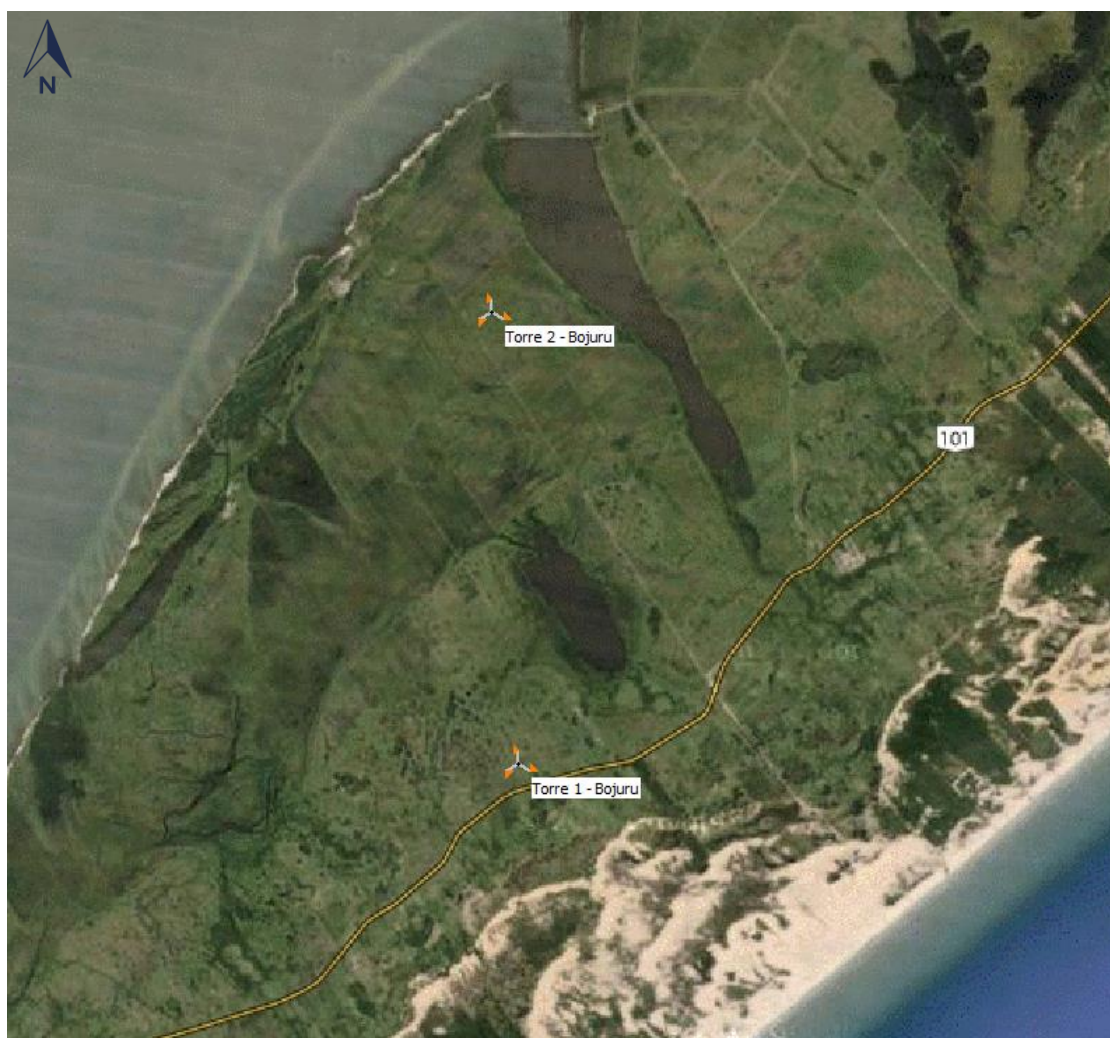
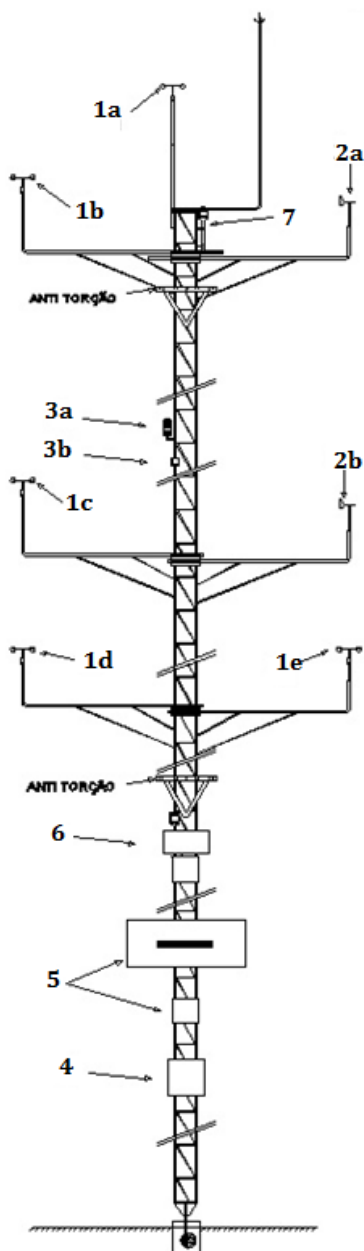


Figura 2.4 - Posicionamento das duas torres anemométricas do Complexo Eólico BOJURU

As torres são do tipo triangular treliçada, sendo que a Torre 1 possui 100 m de altura e, a Torre 2, 120 m.

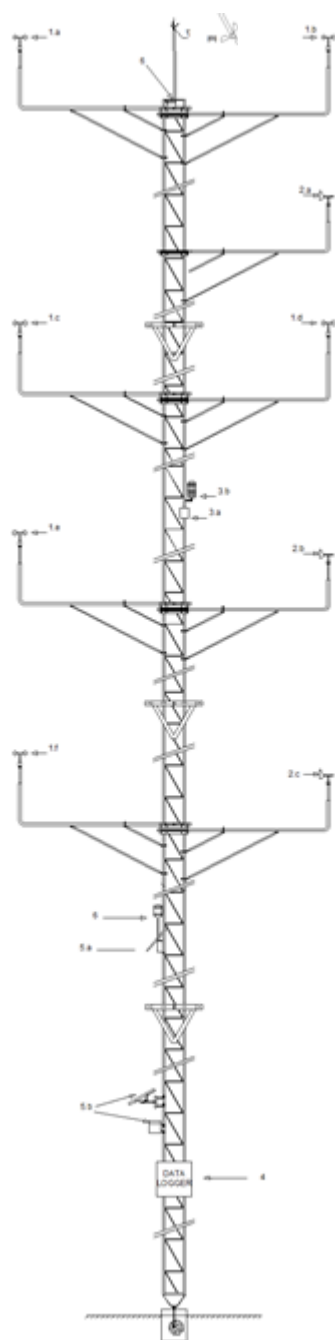
Tabela 2.1 - Coordenadas das Torres Anemométricas (Datum: Sirgas 2000, Zona 22)

	E (m)	N (m)
Torre1	455.296	6.496.981
Torre 2	454.855	6.503.964



Nº	Componente	Faixa de altura [m]
1.a	Anemômetro de copo*	102
	THIES Clima First Class Advanced	
1.b	Anemômetro de copo*	100
	THIES Clima First Class Advanced	
1.c	Anemômetro de copo*	80
	THIES Clima First Class Advanced	
1.d	Anemômetro de copo*	60
	THIES Clima First Class Advanced	
1.e	Anemômetro de copo*	60
	THIES Clima First Class Advanced	
2.a	Sensor de direção	100
	THIES Clima Compact	
2.b	Sensor de direção	80
	THIES Clima Compact	
3.a	Termo-higrômetro	90
	THIES Clima Compact	
3.b	Barômetro	90
	THIES Clima	
4.	Data Logger	13
	WILMERS NDL 485 - Research**	
5.	Painel Solar e Bateria	14-15
6.	Luz de aviação	46
7.	Luz de aviação	100

Figura 2.5 - Configuração da Torre Anemométrica 1 do CGE Bojuru



Item	Equipamento	Faixa de altura [m]
1.a	Anemômetro de copo - <u>ThiesFirstClass*</u>	120
1.b	Anemômetro de copo - <u>ThiesFirstClass*</u>	120
1.c	Anemômetro de copo - <u>ThiesFirstClass*</u>	100
1.d	Anemômetro de copo - <u>ThiesFirstClass*</u>	100
1.e	Anemômetro de copo - <u>ThiesFirstClass*</u>	80
1.f	Anemômetro de copo - <u>ThiesFirstClass*</u>	60
2.a	Sensor de direção - Wind Vane - <u>Thies</u>	110
2.b	Sensor de direção - Wind Vane - <u>Thies</u>	80
2.c	Sensor de direção - Wind Vane - <u>Thies</u>	60
3.a	Barômetro - <u>Setra</u>	90
3.b	Termômetro / Higrômetro - <u>Galltec</u>	90
4.	<u>Data Logger**</u> - <u>Zenith</u>	12
5.a	Painel Solar e Bateria do Balizamento	54
5.b	Painel Solar e Bateria de Dados	13 e 13,5
6.	Lâmpadas do Balizamento	54 e 120
7.	Para Raios	123,5

* Calibração: Laboratório acreditado MEASNET
** Aquisição de dados: Frequência 1Hz Período: 10 min

Figura 2.6 - Configuração da Torre Anemométrica 2 do CGE Bojuru

A seguir é apresentado um resumo dos principais resultados obtidos nas torres anemométricas do CGE Bojuru.

Tabela 2.2 - Resumo dos Principais Resultados das Medições Anemométricas da Torre 1

Altura	Parâmetro	1° Ano (Jun 2012 – Mai 2013)	2° Ano (Jun 2013 – Mai 2014)	3° Ano (Jun 2014 – Mai 2015)	4° Ano (Jun 2015 – Mai 2016)	5° Ano (Jun 2016 – Mai 2017)	Média
100 m	Velocidade Média [m/s]	7,71	7,62	7,56	7,75	7,53	7,66
	Direção	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE

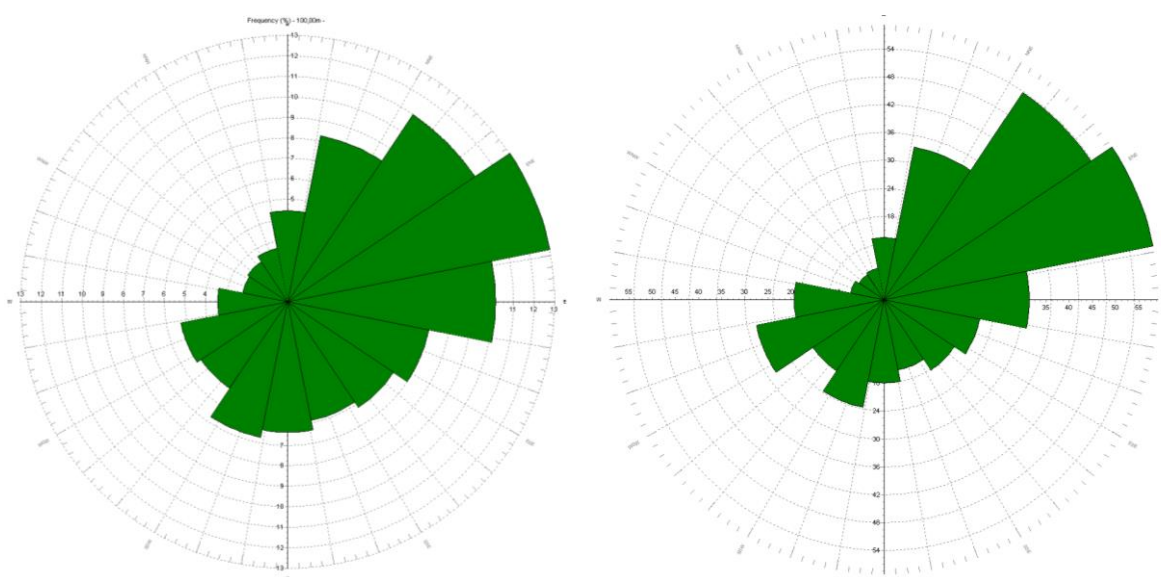


Figura 2.7 - Rosas dos Ventos de Frequência (Esquerda) e Densidade Energética (Direita)- Altura de 100 m– Torre 1

Tabela 2.3 - Resumo dos Principais Resultados das Medições Anemométricas da Torre 2

Altura	Parâmetro	1° Ano (Jan 2015 – Dez 2015)	2° Ano (Jan 2016 – Dez 2016)	3° Ano (Jan 2017 – Dez 2017)	Média
120 m	Velocidade Média [m/s]	8,01	8,01	8,37	8,13
	Direção	ENE	ENE	NE	ENE

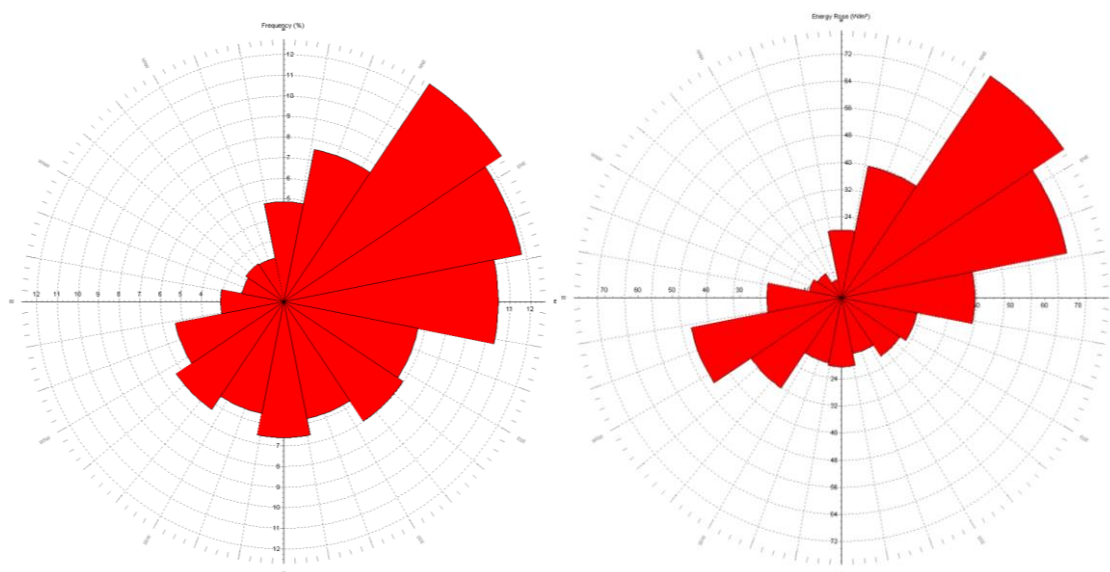


Figura 2.8 - Rosas dos Ventos de Frequência (Esquerda) e Densidade Energética (Direita)- Altura de 120 m– Torre 2

2.4.1.2. Recurso Eólico

Os dados medidos foram corrigidos para Longo Termo utilizando dados de uma base sintética. A série de dados resultante foi utilizada para os cálculos energéticos e também para estimar o recurso eólico do local.

O mapa de recurso eólico, gerado a partir dos dados medidos, é apresentando abaixo, indicando a velocidade do vento a 120 m de altura.

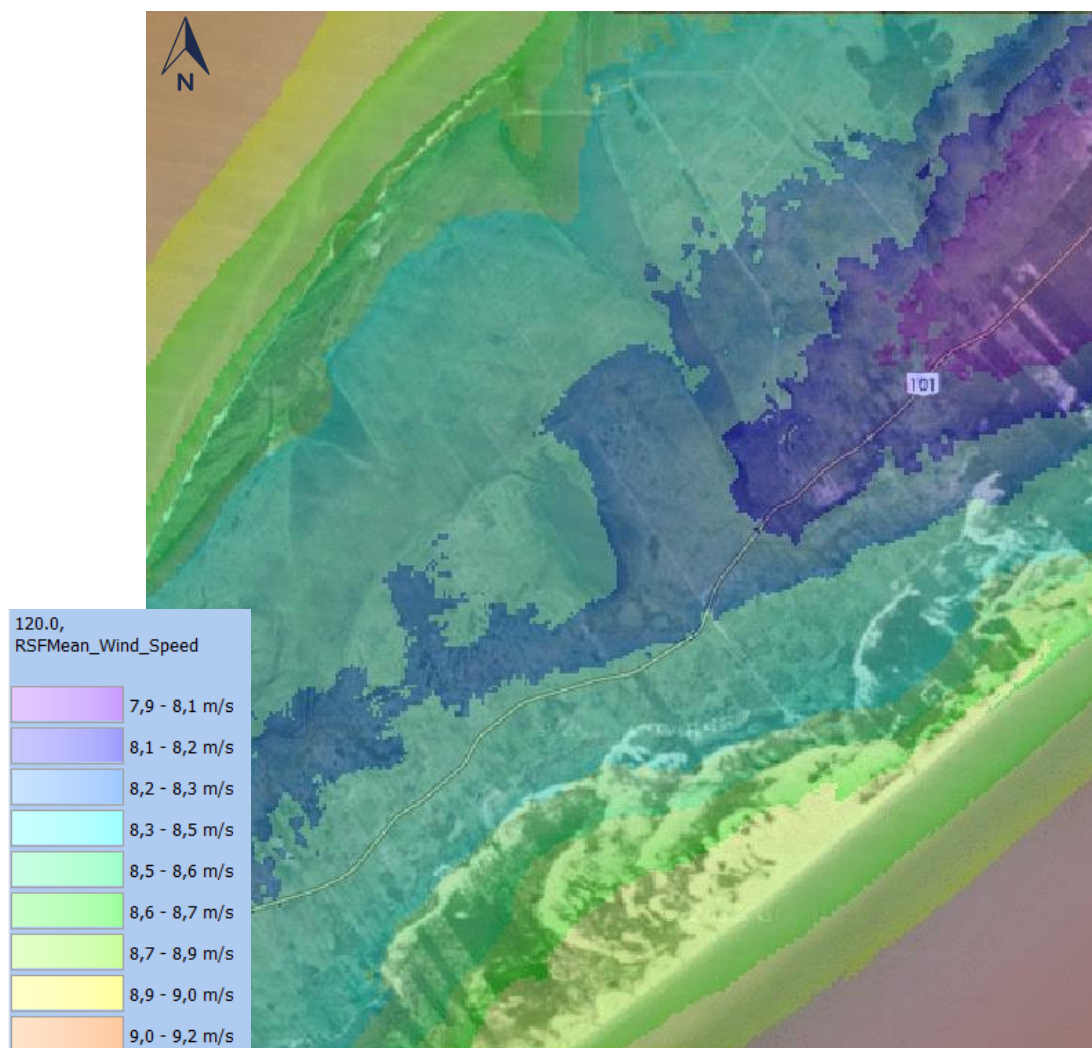


Figura 2.9 - Mapa de Recurso Eólico para a Região – Velocidade do Vento a 120 m de altura

2.4.2. Área de estudo

Um intenso trabalho de regularização da situação fundiária dos terrenos que integram o complexo eólico foi iniciado e está em fase de finalização.

Fazem parte do projeto 106 propriedades, porém nem todas sofrerão algum tipo de intervenção.



Figura 2.10 - Área de Desenvolvimento do Projeto



Figura 2.11 - Propriedades que compõem o Projeto

2.4.3. Alternativas Tecnológicas, Construtivas e de Localização

Um dos principais objetivos do Projeto Básico de um Complexo ou Parque Eólico é determinar o modelo e o posicionamento dos aerogeradores de forma a otimizar a energia produzida considerando o recurso eólico existente no local; a área disponível; o relevo e a cobertura do terreno (rugosidade). Sendo assim, estes itens são dados de entrada para o desenvolvimento do layout do Complexo Eólico.

No quesito de área disponível, são consideradas as propriedades arrendadas, ou seja, que são participantes do projeto. A partir destas áreas são levantadas as áreas de exclusão: áreas em que será evitado o posicionamento de aerogeradores e/ou outro tipo de intervenção (como

a construção de acessos). Sendo assim, a área disponível considerada é o resultado de todas as propriedades do projeto menos as áreas de exclusão.

A partir dos dados de entrada, para o posicionamento dos aerogeradores, ainda são considerados quesitos técnicos, como o distanciamento mínimo recomendado pelos fabricantes de aerogeradores e minimização de efeito esteira (que de maneira simplista está relacionado com a perda na energia gerada devido a um obstáculo posicionado na frente da direção do vento).

No caso do CGE Bojuru, os aerogeradores foram posicionados de modo a respeitarem um distanciamento de no mínimo de 5 vezes o diâmetro do rotor na direção principal do Vento (ENE) e 3 vezes o diâmetro do rotor na direção secundária.

Desta forma, todos os *layouts* avaliados (e aqui apresentadas) partem das mesmas premissas para que todas as alternativas sejam realmente viáveis de acordo com as restrições já sabidas (ambientais, técnicas e sociais) e possam ser comparáveis.

2.4.3.1. Áreas de Exclusão

A empresa BIOIMAGENS, responsável pelos estudos ambientais do Complexo de Geração Eólica BOJURU, elaborou um Mapa de Sensibilidade Ambiental [2] no qual foram relatadas todos as Áreas de Proteção Ambiental (APPs) de acordo com a resolução nº 303 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Lei nº12651, de 2012, são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) exemplos como:

- A faixa marginal, em largura mínima de 30 (trinta) metros, para curso d'água natural perene e intermitente, excluído os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular;
- Áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa de largura mínima de 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

O Órgão Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAM), publicou no dia 01 de dezembro de 2014 a Portaria Nº 118 de 01 de dezembro de 2014, a qual estabelece critérios, exigências e estudos prévios para licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia a partir de fonte eólica no Estado do Rio Grande do Sul. Em resumo esta Portaria contempla um Mapa de Zoneamento Ambiental para Empreendimentos Eólicos no Estado do Rio Grande do Sul, Diretrizes e Condicionantes para Licenciamento Ambiental nas Regiões com Potencial Eólico e Compilação de Estudos, Metodologias, Dados Técnicos e Conclusões como Subsídios as Diretrizes Ambientais para a Implantação de Empreendimentos Eólicos no Estado do Rio Grande do Sul. Estes documentos consideram como áreas impróprias para empreendimentos eólicos e atividades associadas indicadas no mapa:

- Áreas legalmente protegidas, Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais;

- Áreas com processo de criação de unidade de conservação formalizado nos órgãos competentes;
- IBAS (Important Birds Areas) já mapeadas em escala local: Banhado do Maçarico, Estuário da Laguna dos Patos e Canal do São Gonçalo;
- Áreas úmidas relevantes para a avifauna, demarcadas no mapa;
- Dormitórios do papagaio charão, demarcados em mapa;
- Áreas com concentração de ninhais de aves, demarcados em mapa;
- Geossítios das dunas do Albardão: de singular importância geológica geomorfológica e paleontológica.

As edificações habitadas foram identificadas no site do projeto pela BIOIMAGENS. A fim de preservar os moradores locais, adotou-se uma zona de exclusão de 400 metros radiais ao redor de cada residência. Também, foi mantida uma distância de 1,5 km da vila do distrito de Bojuru, conforme requisição da FEPAM em outros empreendimentos deste tipo.

A rodovia Federal BR-101 passa dentro da área do projeto. Ao redor desta estrada, foi criada uma zona de exclusão de 60 metros, no entanto, não foi adotado nenhum outro filtro para estradas situadas dentro da área do projeto e que são estradas de terra para acessos secundários. Para a Linha de Transmissão, foi considerado um distanciamento de 230 m.

As zonas de exclusão decorrentes de residências, florestas, estradas e APP são apresentadas na figura abaixo, na qual também é possível ver as propriedades disponíveis.

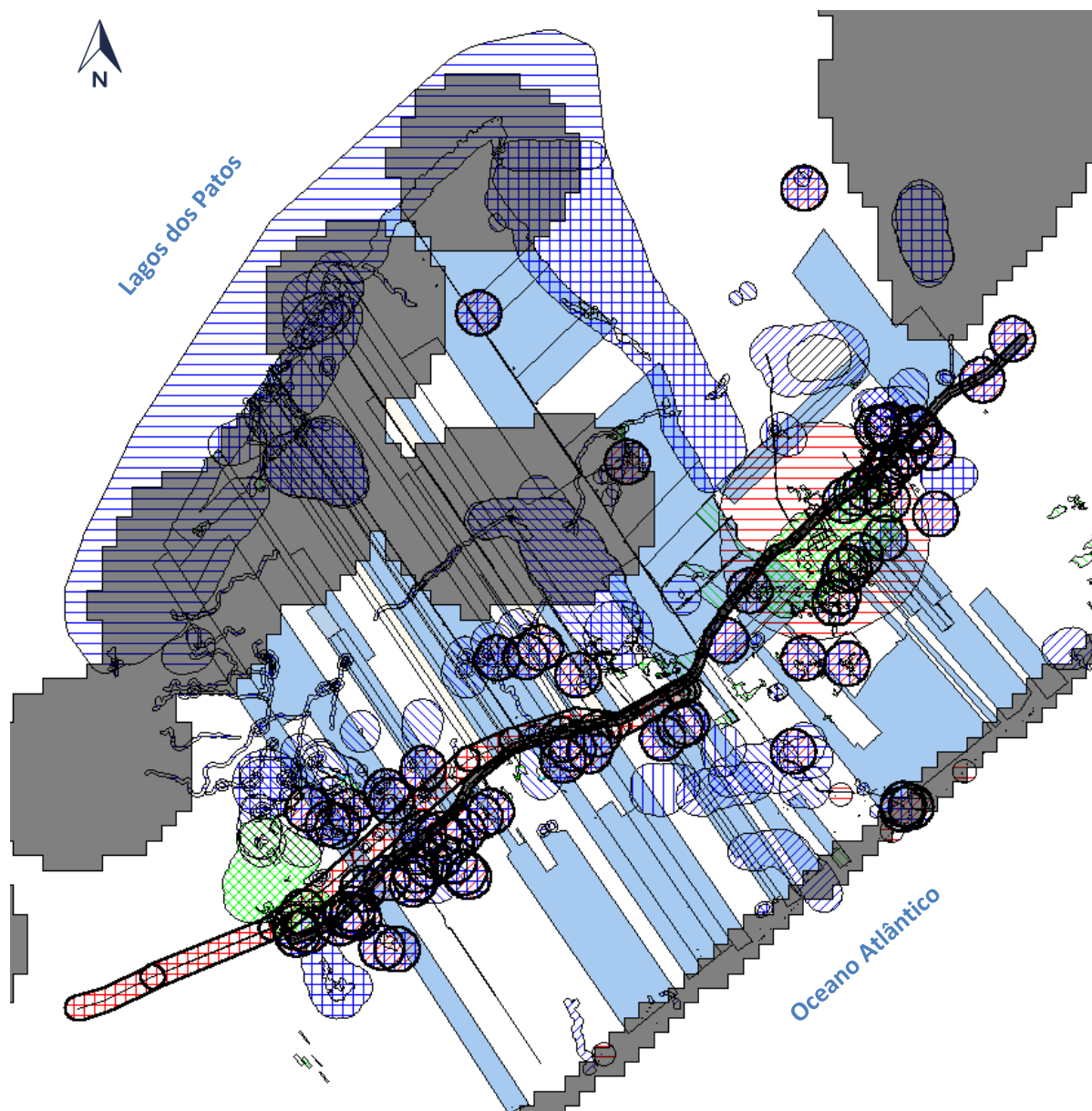


Figura 2.12 - Zonas de exclusão do CGE BOJURU (Áreas Cinza – Impróprias para Eólico – Portaria FEPAM; hachuras são as áreas de exclusão; e em azul claro as propriedades disponíveis)

2.4.3.2. Alternativas de Layout

A fim de escolher a melhor concepção de layout para o Complexo de Geração Eólica BOJURU foram analisadas três alternativas. Diferentes modelos de aerogeradores foram estudados, resultando em diferentes layouts. Para todos os layouts, a sensibilidade ambiental foi respeitada, considerando o Mapa de Zoneamento Eólico do Rio Grande do Sul, emitido pela FEPAM em dezembro de 2014, as áreas de preservação ambiental comumente reconhecidas através da legislação vigente, e o distanciamento mínimo entre aerogeradores visando garantir uma eficiência adequada ao site em questão.

Foram criados *layouts* com modelos diferentes de aerogeradores mantendo a potência instalada em um valor próximo a 455 MW.

As figuras e tabela a seguir apresentam as características das alternativas avaliadas.

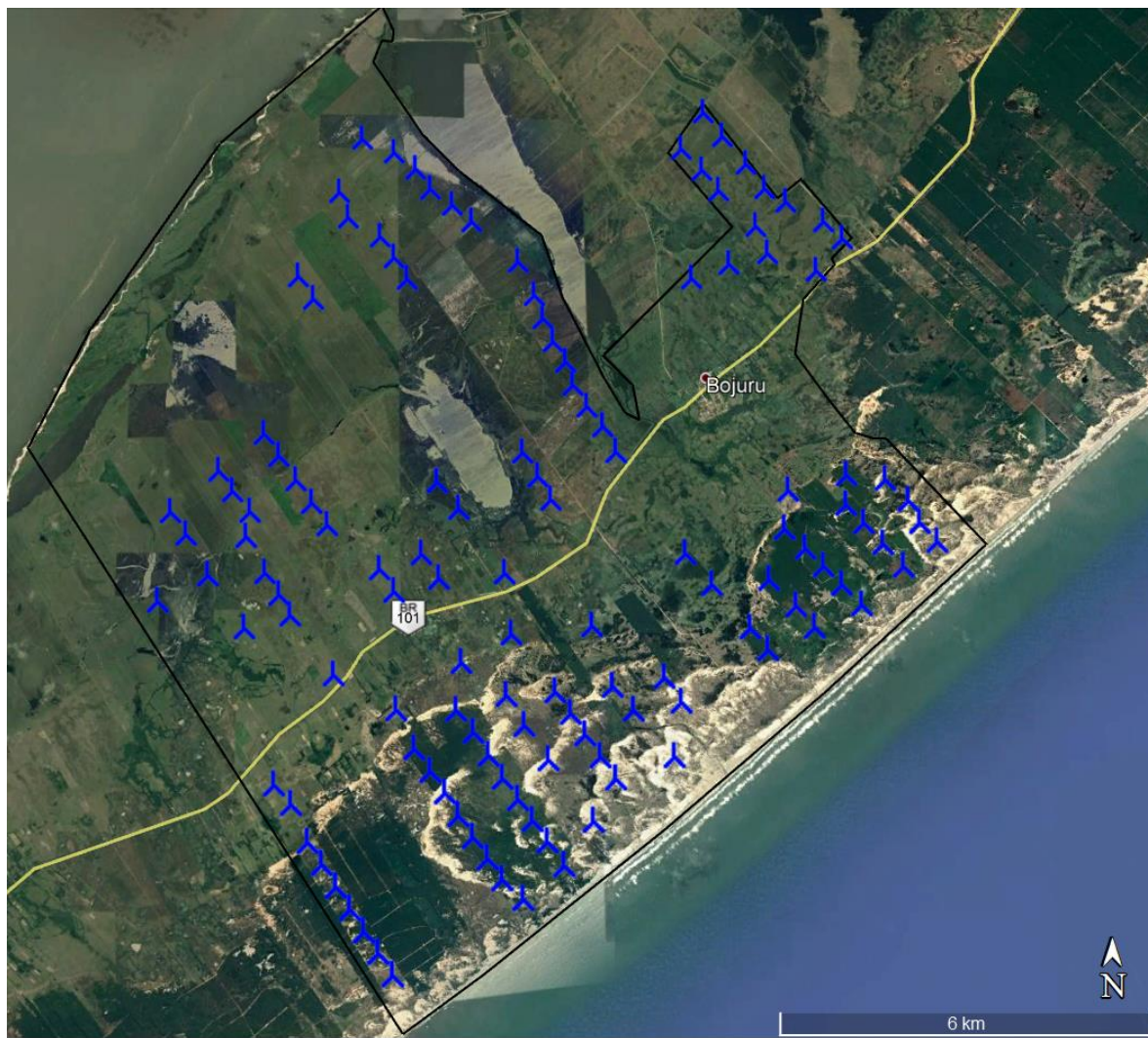


Figura 2.13 - Alternativa 1 – 130 Aerogeradores Enercon E126 - 455 MW



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

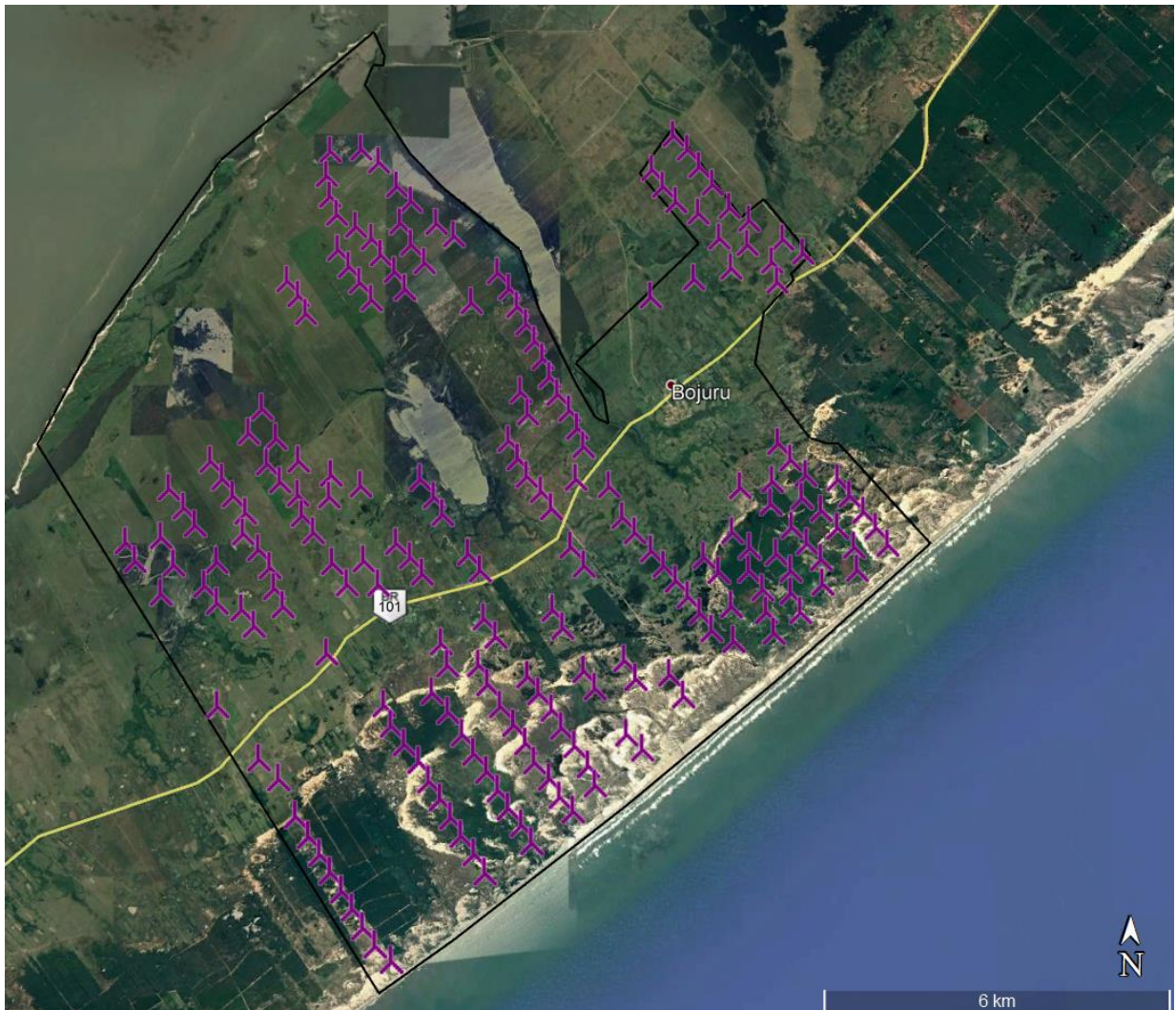


Figura 2.14 - Alternativa 2 – 217 Aerogeradores WEG AGW 110 – 455,7 MW



Figura 2.15 - Alternativa 3 – 173 Aerogeradores GAMESA G114 – 454,1 MW

Tabela 2.4 - Alternativas de layouts estudadas

	Tipo do Aerogerador	Altura do Rotor [m]	Nº de aerogeradores	Potência Instalada [MW]	PAE ^{1*} [MWh/ano]	Produção/Aerogerador	FC ^{2*} [%]	Eficiência [%]
1	ENERCON E126 3,5 MW	116	130	455,0	1.680.783,4	12.929,1	42,1	86,2
2	WEG AGW 110 2,1 MW	120	217	455,7	1.921.006,2	8.852,6	48,1	84,9
3	GAMESA G114 2,625 MW	120	173	454,1	1.861.523,2	10.760,2	46,8	85,7

¹PAE: Produção Anual de Energia

²FC: Fator de Capacidade

* A Produção Anual de Energia e o Fator de Capacidade incluem somente perdas por efeito esteira.

2.4.3.3. Viabilidade Técnica e Econômica

Comparando as três alternativas, a Alternativa 2 é a que apresenta a maior Produção Anual de Energia total e o maior Fator de Capacidade, mas também é a alternativa com a maior quantidade de aerogeradores. Considerando os quesitos Eficiência e Produção por Aerogerador, a Alternativa 1 é a que exhibe melhores resultados.

De maneira geral, quanto menor a quantidade de aerogeradores menores serão os custos de implantação do Complexo Eólico, uma vez que os custos com sondagens, fundações, torres, aberturas de acessos e valas para cabeamento subterrâneo serão menores.

Dito isto, considerou-se que a Alternativa 1 é a melhor considerando os quesitos técnico e econômico.

2.4.3.4. Viabilidade Ambiental

Em nenhuma das três alternativas avaliadas haverá:

- Realocação populacional;
- Interferência em áreas urbanas;
- Interferência em terras indígenas, projetos de assentamentos, comunidades quilombolas e de outras comunidades tradicionais;
- Localização em patrimônio arqueológico, histórico e cultural;
- Interferências em áreas consideradas impróprias pelo mapa do zoneamento ambiental da FEPAM, Portaria nº118/2014.

Em um projeto de geração Eólica, os principais elementos que podem causar intervenção no local de instalação são:

- a) Fundações dos Aerogeradores e área de apoio para depósito de suas partes;
- b) Acessos;
- c) Valas da Rede Elétrica Interna;
- d) Subestação;
- e) Canteiro de Obras;
- f) Áreas de Empréstimo e Bota-Fora.

Para comparação das alternativas, nas 3 opções de *layout* e modelo apresentadas, os itens Subestação e Canteiro de Obras não terão mudança significativa de área utilizada. Já os outros itens, que representam a maior parte da área com intervenção, representarão menor impacto ambiental quanto menor for a quantidade de aerogeradores. Ou seja, quanto menos aerogeradores, menor será a área com intervenção, uma vez que se diminui a quantidade necessária de fundações, acessos, valas para rede elétrica, bem como os volumes de empréstimo e/ou bota fora. E da mesma forma, quanto menor a quantidade de aerogeradores instalados, menor é a interferência na paisagem.

Como o aerogerador da Alternativa 1 (ENERCON E-126) possui maior capacidade instalada unitária e maior diâmetro de rotor, é possível utilizar uma quantidade menor de aerogeradores para produzir uma quantidade equivalente de energia comparando com as outras alternativas. Sendo assim, a Alternativa 1 com 130 aerogeradores, é a alternativa que gerará menor interferência ambiental e na paisagem local.

O posicionamento final dos aerogeradores do Complexo Eólico será definido somente em estágios mais avançados do projeto, principalmente após a confirmação da viabilidade ambiental do empreendimento e do acordo comercial com o fabricante do aerogerador. Porém, em qualquer alteração, deverão ser respeitadas as restrições e condicionantes ambientais.

2.4.3.5. Rede Elétrica Interna de Média Tensão

A Rede Elétrica Interna de Média Tensão é o sistema elétrico que conecta os aerogeradores a um ponto central (Subestação Coletora), para então escoar a energia elétrica produzida para o sistema elétrico externo. Existem duas filosofias possíveis para a concepção da rede elétrica interna de média tensão: Rede Subterrânea ou Rede Aérea.

A Rede Elétrica Aérea é composta por cabos (em geral nus) e postes para sustentação (figura abaixo). Este tipo de rede é comumente utilizado para diversas aplicações, tanto em redes urbanas quanto rurais, e o tamanho das estruturas cresce de acordo com a tensão da rede, no caso 34,5 kV.

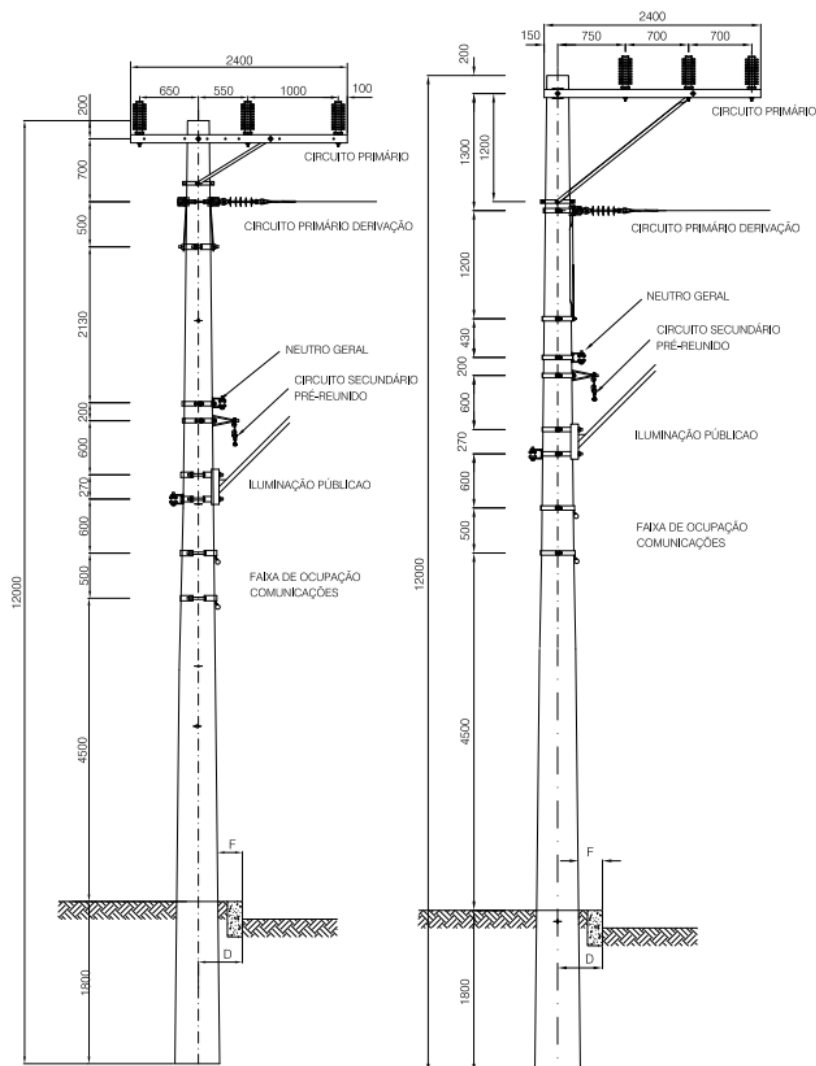


Figura 2.16 - Estruturas típicas de uma Rede de Distribuição em Média Tensão Fonte: [13]

A Rede Subterrânea é implantada através da abertura de valas para o lançamento dos cabos (vide figura abaixo), que em seguida são cobertos e ficam diretamente enterrados no solo. Para este tipo de instalação não são usados eletrodutos, e os cabos utilizados são isolados e dotados de proteção mecânica, térmica, elétrica, magnética e contra a umidade do solo.



Figura 2.17 - Vala para Rede Elétrica Subterrânea. Fonte: [14]

A opção pela Rede Aérea, em geral, implica em um menor custo de implantação, pois os cabos são mais baratos, contudo, representa um impacto visual no local de implantação, pode causar impacto negativo para a avifauna, e está mais sujeita a falhas causadas por agentes externos (como intempéries e vegetação). A Rede Subterrânea, apesar de mais onerosa, traz maior confiabilidade ao sistema elétrico e não causa alteração visual do local. O impacto gerado pela rede subterrânea se restringe à implantação, pois é necessária a movimentação do solo para a abertura das valas. Após o término da instalação, a cobertura vegetal pode se reestabelecer, bem como a fauna pode retornar a utilizar estes espaços.

Para o Complexo Eólico Bojuru, escolheu-se pela utilização da Rede Elétrica Subterrânea, especialmente devido ao impacto visual e aos possíveis impactos para a avifauna.

2.4.4. Tecnologia dos Aero geradores

A principal forma de se caracterizar um aerogerador é quanto à configuração do eixo do rotor. Existem, basicamente, dois tipos de aerogeradores: aerogeradores com rotor de eixo vertical ou com rotor de eixo horizontal, sendo o último o mais utilizado em projetos de geração de energia eólica de grande porte.



Figura 2.18 - Aerogerador de Eixo Horizontal

Os aerogeradores modernos de eixo horizontal valem-se da evolução dos conceitos aerodinâmicos para garantir um alto rendimento na conversão da energia eólica em elétrica. Suas pás (hélices) tem um desenho aerodinâmico de modo a serem movidas tanto pela força de arrasto (*drag*), quanto principalmente pela força de sustentação (*lift*). Uma tecnologia similar, porém, com diferente propósito é aplicada nas asas dos aviões.

Atualmente, o estado da arte são aerogeradores de eixo horizontal de 3 (três) pás, com diâmetro do rotor acima de 100 m e altura elevada da torre de sustentação. Isto porque a velocidade do vento aumenta exponencialmente com a altura, e o aumento da área de varredura das pás é diretamente proporcional ao acréscimo de energia produzida pelo equipamento. Aerogeradores com 3 pás são os mais utilizados por aliarem desempenho satisfatório com características técnicas e construtivas aceitáveis.

O aerogerador escolhido para o projeto é de eixo horizontal com 3 (três) pás (“DanishType”), de tecnologia e fabricação ENERCON, modelo E-126, com 3,5 MW de potência nominal. Este modelo tem 126 m de diâmetro de rotor e a altura da torre de sustentação escolhida foi de 116 m. As principais informações, retiradas dos documentos técnicos do aerogerador, são mostradas nas tabelas a seguir:

Tabela 2.5 - Características técnicas do aerogerador ENERCON E-126 3,5 MW

Fabricante:	ENERCON
Modelo:	E-126
Potência Nominal:	3,5 MW
Classe de turbulência IEC:	IIA
Tipo:	3 Pás, eixo horizontal
Posição:	Upwind
Diâmetro do rotor:	126 m
Rotação:	4,4 – 11,5 rpm
Velocidade mínima de geração:	3 m/s
Velocidade máxima de geração:	25 m/s
Velocidade nominal:	13,5 m/s
Gerador:	Síncrono; 400 V / 60 Hz; Trifásico;
Sistema de Transmissão:	Direto (gearless)
Sinalização Aérea:	Presente, conforme regulamentação COMAR

Tabela 2.6 - Características construtivas do aerogerador ENERCON E-126 3,5 MW

Torre
Tipo: Torre Tubular, 116 metros de altura
Tratamento de superfície: Pintura
Material: Híbrido (Aço e Concreto)
Pás
Número: 3
Material: Fibra de vidro reforçada com resina
Tratamento de superfície: Pintura
Comprimento da pá: 61,09 metros
Fundação
Tipo: Sapata, feita em concreto reforçado com aço; para as características do solo padrão local.
Profundidade: 4,50 m (em média)
Diâmetro: 18,00 m (em média)

2.4.5. Posicionamento dos Aerogeradores

Como layout final do projeto foi escolhido um arranjo com um total de 130 aerogeradores modelo ENERCON E-126 3,5 MW, com altura do cubo igual a 116 m, totalizando uma potência instalada de 455 MW. As coordenadas são mostradas na tabela abaixo.



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

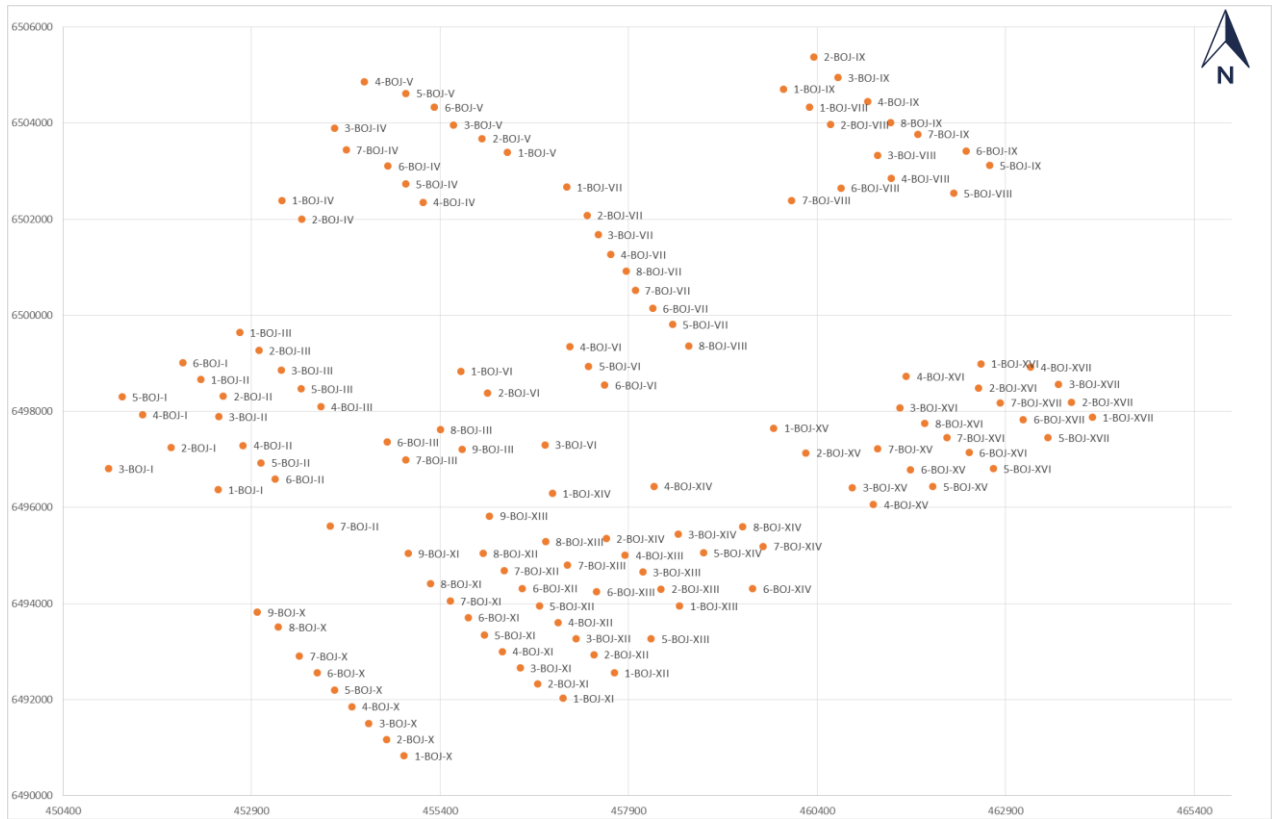


Figura 2.19 - Posicionamento dos Aero geradores e Distribuições dos Parques Eólicos (SPEs)

Tabela 2.7 - Coordenadas dos Aerogeradores dos Parques Eólicos (Datum: Sirgas 2000, Zona 22)

SPEs	Aerogerador		E(m)	N(m)	Latitude	Longitude
Parque Eólico BOJURU I	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-I	452.456	6.496.370	-51°30'05,55"	-31°40'01,03"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-I	451.834	6.497.245	-51°30'29,02"	-31°39'32,51"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-I	451.006	6.496.805	-51°31'00,54"	-31°39'46,68"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-I	451.456	6.497.925	-51°30'43,25"	-31°39'10,37"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-I	451.187	6.498.302	-51°30'53,39"	-31°38'58,08"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-I	451.986	6.499.006	-51°30'22,93"	-31°38'35,34"
Parque Eólico BOJURU II	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-II	452.224	6.498.662	-51°30'13,96"	-31°38'46,55"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-II	452.524	6.498.316	-51°30'02,63"	-31°38'57,83"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-II	452.464	6.497.892	-51°30'04,98"	-31°39'11,59"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-II	452.787	6.497.288	-51°29'52,82"	-31°39'31,26"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-II	453.026	6.496.927	-51°29'43,81"	-31°39'43,02"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-II	453.215	6.496.585	-51°29'36,69"	-31°39'54,16"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-II	453.942	6.495.606	-51°29'09,25"	-31°40'26,06"
Parque Eólico BOJURU III	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-III	452.745	6.499.642	-51°29'54,01"	-31°38'14,80"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-III	452.998	6.499.268	-51°29'44,47"	-31°38'26,98"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-III	453.292	6.498.853	-51°29'33,38"	-31°38'40,50"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-III	453.824	6.498.098	-51°29'13,31"	-31°39'05,10"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-III	453.560	6.498.471	-51°29'23,27"	-31°38'52,95"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-III	454.701	6.497.362	-51°28'40,13"	-31°39'29,13"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-III	454.943	6.496.990	-51°28'31,00"	-31°39'41,25"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-III	455.403	6.497.619	-51°28'13,43"	-31°39'20,89"
	ENERCON E-126 3,5 MW	9-BOJ-III	455.693	6.497.211	-51°28'02,49"	-31°39'34,18"
Parque Eólico BOJURU IV	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-IV	453.300	6.502.391	-51°29'32,47"	-31°36'45,59"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-IV	453.562	6.501.996	-51°29'22,59"	-31°36'58,46"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-IV	454.001	6.503.898	-51°29'05,61"	-31°35'56,75"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-IV	455.172	6.502.354	-51°28'21,43"	-31°36'47,06"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-IV	454.946	6.502.735	-51°28'29,94"	-31°36'34,66"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-IV	454.708	6.503.105	-51°28'38,91"	-31°36'22,61"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-IV	454.154	6.503.443	-51°28'59,88"	-31°36'11,55"
Parque Eólico BOJURU V	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-V	456.289	6.503.386	-51°27'38,87"	-31°36'13,70"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-V	455.956	6.503.680	-51°27'51,46"	-31°36'04,10"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-V	455.579	6.503.965	-51°28'05,72"	-31°35'54,80"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-V	454.396	6.504.864	-51°28'50,46"	-31°35'25,43"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-V	454.949	6.504.618	-51°28'29,52"	-31°35'33,50"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-V	455.323	6.504.326	-51°28'15,37"	-31°35'43,04"
Parque Eólico BOJURU VI	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-VI	455.673	6.498.837	-51°28'02,98"	-31°38'41,36"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-VI	456.031	6.498.384	-51°27'49,46"	-31°38'56,13"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-VI	456.792	6.497.304	-51°27'20,74"	-31°39'31,31"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-VI	457.118	6.499.346	-51°27'08,04"	-31°38'25,03"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-VI	457.370	6.498.940	-51°26'58,54"	-31°38'38,25"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-VI	457.584	6.498.547	-51°26'50,47"	-31°38'51,04"
Parque Eólico BOJURU VII	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-VII	457.083	6.502.669	-51°27'08,85"	-31°36'37,10"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-VII	457.354	6.502.082	-51°26'58,65"	-31°36'56,20"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-VII	457.496	6.501.674	-51°26'53,33"	-31°37'09,47"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-VII	457.663	6.501.267	-51°26'47,05"	-31°37'22,71"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-VII	458.484	6.499.805	-51°26'16,11"	-31°38'10,30"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-VII	458.220	6.500.142	-51°26'26,08"	-31°37'59,32"

SPEs	Aerogerador	E(m)	N(m)	Latitude	Longitude	
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-VII	457.990	6.500.516	-51°26'34,76"	-31°37'47,14"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-VII	457.872	6.500.915	-51°26'39,17"	-31°37'34,17"
Parque Eólico BOJURU VIII	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-VIII	460.301	6.504.332	-51°25'06,47"	-31°35'43,50"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-VIII	460.580	6.503.966	-51°24'55,94"	-31°35'55,42"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-VIII	461.202	6.503.330	-51°24'32,43"	-31°36'16,15"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-VIII	461.386	6.502.845	-51°24'25,51"	-31°36'31,93"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-VIII	462.215	6.502.539	-51°23'54,09"	-31°36'41,97"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-VIII	460.715	6.502.650	-51°24'51,01"	-31°36'38,18"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-VIII	460.065	6.502.392	-51°25'15,71"	-31°36'46,48"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-VIII	458.698	6.499.366	-51°26'08,05"	-31°38'24,59"
Parque Eólico BOJURU IX	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-IX	459.953	6.504.712	-51°25'19,62"	-31°35'31,11"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-IX	460.358	6.505.381	-51°25'04,16"	-31°35'09,43"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-IX	460.677	6.504.948	-51°24'52,12"	-31°35'23,54"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-IX	461.072	6.504.447	-51°24'37,20"	-31°35'39,86"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-IX	462.691	6.503.116	-51°23'35,95"	-31°36'23,28"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-IX	462.375	6.503.419	-51°23'47,90"	-31°36'13,40"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-IX	461.739	6.503.768	-51°24'11,99"	-31°36'01,99"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-IX	461.379	6.504.005	-51°24'25,61"	-31°35'54,25"
Parque Eólico BOJURU X	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-X	454.920	6.490.827	-51°28'32,90"	-31°43'01,41"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-X	454.687	6.491.174	-51°28'41,69"	-31°42'50,11"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-X	454.454	6.491.505	-51°28'50,49"	-31°42'39,33"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-X	454.228	6.491.854	-51°28'59,02"	-31°42'27,96"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-X	453.998	6.492.202	-51°29'07,70"	-31°42'16,62"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-X	453.767	6.492.559	-51°29'16,41"	-31°42'05,00"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-X	453.534	6.492.906	-51°29'25,20"	-31°41'53,69"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-X	453.257	6.493.508	-51°29'35,62"	-31°41'34,10"
	ENERCON E-126 3,5 MW	9-BOJ-X	452.978	6.493.819	-51°29'46,17"	-31°41'23,96"
Parque Eólico BOJURU XI	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-XI	457.035	6.492.026	-51°27'12,35"	-31°42'22,77"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-XI	456.697	6.492.333	-51°27'25,14"	-31°42'12,75"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-XI	456.462	6.492.663	-51°27'34,01"	-31°42'02,00"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-XI	456.225	6.493.000	-51°27'42,96"	-31°41'51,02"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-XI	455.989	6.493.344	-51°27'51,87"	-31°41'39,82"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-XI	455.775	6.493.708	-51°27'59,94"	-31°41'27,96"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-XI	455.536	6.494.050	-51°28'08,96"	-31°41'16,82"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-XI	455.274	6.494.413	-51°28'18,86"	-31°41'05,00"
	ENERCON E-126 3,5 MW	9-BOJ-XI	454.979	6.495.042	-51°28'29,96"	-31°40'44,52"
Parque Eólico BOJURU XII	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-XII	457.709	6.492.560	-51°26'46,66"	-31°42'05,51"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-XII	457.441	6.492.935	-51°26'56,78"	-31°41'53,30"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-XII	457.202	6.493.271	-51°27'05,81"	-31°41'42,35"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-XII	456.967	6.493.608	-51°27'14,68"	-31°41'31,37"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-XII	456.720	6.493.944	-51°27'24,01"	-31°41'20,43"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-XII	456.493	6.494.316	-51°27'32,57"	-31°41'08,31"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-XII	456.247	6.494.685	-51°27'41,86"	-31°40'56,30"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-XII	455.968	6.495.039	-51°27'52,40"	-31°40'44,76"
Parque Eólico BOJURU XIII	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-XIII	458.578	6.493.946	-51°26'13,43"	-31°41'20,61"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-XIII	458.330	6.494.300	-51°26'22,80"	-31°41'09,08"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-XIII	458.087	6.494.653	-51°26'31,97"	-31°40'57,58"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-XIII	457.855	6.495.000	-51°26'40,73"	-31°40'46,28"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-XIII	458.198	6.493.266	-51°26'27,97"	-31°41'42,65"

SPEs	Aerogerador		E(m)	N(m)	Latitude	Longitude
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-XIII	457.477	6.494.247	-51°26'55,21"	-31°41'10,69"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-XIII	457.088	6.494.800	-51°27'09,90"	-31°40'52,68"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-XIII	456.798	6.495.285	-51°27'20,83"	-31°40'36,88"
	ENERCON E-126 3,5 MW	9-BOJ-XIII	456.058	6.495.820	-51°27'48,85"	-31°40'19,41"
Parque Eólico BOJURU XIV	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-XIV	456.892	6.496.294	-51°27'17,10"	-31°40'04,13"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-XIV	457.606	6.495.351	-51°26'50,14"	-31°40'34,85"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-XIV	458.557	6.495.443	-51°26'14,00"	-31°40'31,99"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-XIV	458.235	6.496.438	-51°26'26,08"	-31°39'59,63"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-XIV	458.894	6.495.057	-51°26'01,26"	-31°40'44,57"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-XIV	459.548	6.494.309	-51°25'36,53"	-31°41'08,95"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-XIV	459.686	6.495.192	-51°25'31,16"	-31°40'40,28"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-XIV	459.417	6.495.593	-51°25'41,32"	-31°40'27,22"
Parque Eólico BOJURU XV	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-XV	459.822	6.497.649	-51°25'25,63"	-31°39'20,50"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-XV	460.251	6.497.135	-51°25'09,42"	-31°39'37,25"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-XV	460.866	6.496.414	-51°24'46,17"	-31°40'00,74"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-XV	461.149	6.496.059	-51°24'35,47"	-31°40'12,31"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-XV	461.936	6.496.434	-51°24'05,53"	-31°40'00,22"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-XV	461.639	6.496.787	-51°24'16,76"	-31°39'48,72"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-XV	461.207	6.497.223	-51°24'33,10"	-31°39'34,51"
Parque Eólico BOJURU XVI	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-XVI	462.575	6.498.991	-51°23'40,92"	-31°38'37,25"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-XVI	462.545	6.498.487	-51°23'42,12"	-31°38'53,61"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-XVI	461.498	6.498.074	-51°24'21,93"	-31°39'06,90"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-XVI	461.585	6.498.723	-51°24'18,54"	-31°38'45,83"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-XVI	462.738	6.496.809	-51°23'35,03"	-31°39'48,14"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-XVI	462.415	6.497.144	-51°23'47,24"	-31°39'37,22"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-XVI	462.122	6.497.453	-51°23'58,33"	-31°39'27,15"
	ENERCON E-126 3,5 MW	8-BOJ-XVI	461.831	6.497.746	-51°24'09,34"	-31°39'17,60"
Parque Eólico BOJURU XVII	ENERCON E-126 3,5 MW	1-BOJ-XVII	464.051	6.497.873	-51°22'45,02"	-31°39'13,73"
	ENERCON E-126 3,5 MW	2-BOJ-XVII	463.774	6.498.192	-51°22'55,50"	-31°39'03,34"
	ENERCON E-126 3,5 MW	3-BOJ-XVII	463.601	6.498.563	-51°23'02,02"	-31°38'51,27"
	ENERCON E-126 3,5 MW	4-BOJ-XVII	463.230	6.498.917	-51°23'16,06"	-31°38'39,73"
	ENERCON E-126 3,5 MW	5-BOJ-XVII	463.464	6.497.453	-51°23'07,37"	-31°39'27,30"
	ENERCON E-126 3,5 MW	6-BOJ-XVII	463.136	6.497.831	-51°23'19,77"	-31°39'14,99"
	ENERCON E-126 3,5 MW	7-BOJ-XVII	462.829	6.498.181	-51°23'31,38"	-31°39'03,58"

Os aerogeradores foram posicionados de modo a respeitarem um distanciamento mínimo de aproximadamente 5 vezes o diâmetro do rotor (630 m) na direção principal do Vento (ENE) e 3 vezes o diâmetro do rotor (378 m) na direção secundária, conforme pode ser visualizado na figura abaixo. Entretanto, devido à disposição dos terrenos arrendados, das áreas de preservação permanente, dos lagos, e também devido à elevada turbulência gerada pela associação de turbinas em sequência, o valor médio do distanciamento entre os aerogeradores para a direção principal do vento chega a 1 km.

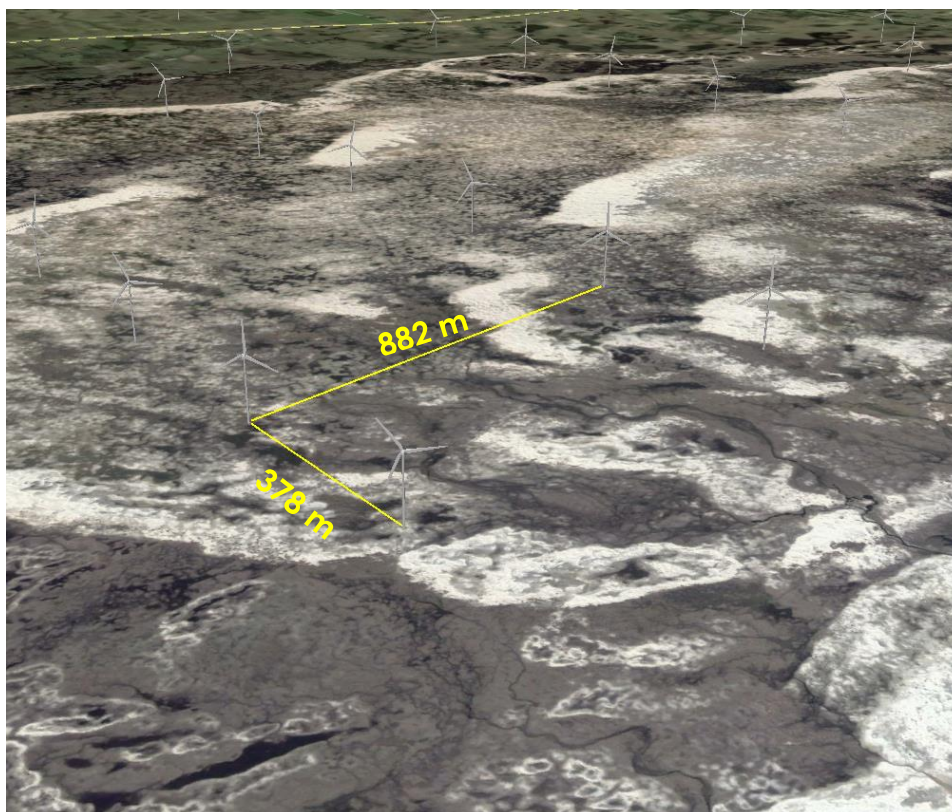


Figura 2.20 - Distanciamento típico entre aerogeradores

2.4.6. Potência Instalada

Conforme exposto anteriormente, o Complexo Eólico Bojuru está dividido em 17 Parques Eólicos, totalizando 130 aerogeradores e 455 MW de potência instalada:

- Parque Eólico BOJURU I - Com capacidade instalada de 21 MW, constituída de 6 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU II - Com capacidade instalada de 24,5 MW, constituída de 7 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU III - Com capacidade instalada de 31,5 MW, constituída de 9 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em três circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU IV - Com capacidade instalada de 24,5 MW, constituída de 7 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;

- Parque Eólico BOJURU V - Com capacidade instalada de 21 MW, constituída de 6 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU VI - Com capacidade instalada de 21 MW, constituída de 6 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU VII - Com capacidade instalada de 28 MW, constituída de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU VIII - Com capacidade instalada de 28 MW, constituída de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU IX - Com capacidade instalada de 28 MW, constituída de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU X - Com capacidade instalada de 31,5 MW, constituída de 9 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em três circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XI - Com capacidade instalada de 31,5 MW, constituída de 9 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em três circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XII - Com capacidade instalada de 28 MW, constituída de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XIII - Com capacidade instalada de 31,5 MW, constituída de 9 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em três circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XIV - Com capacidade instalada de 28 MW, constituída de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XV - Com capacidade instalada de 24,5 MW, constituída de 7 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;
- Parque Eólico BOJURU XVI - Com capacidade instalada de 28 MW, constituída de 8 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV;

- Parque Eólico BOJURU XVII - Com capacidade instalada de 24,5 MW, constituída de 7 turbinas eólicas com potência nominal de 3.500 kW, distribuídas em dois circuitos de 34,5 kV.

2.4.7. Sistema Elétrico Interno e Rede de Média Tensão

Cada aerogerador (AEG) terá a sua unidade de transformação (TR - Transformador) instalada na própria *nacele* do equipamento, em que será conectado em baixa tensão (0,4 kV) e elevado a média tensão (34,5 kV) para conexão ao parque eólico.

Os geradores e transformadores, assim como todos os equipamentos fornecidos no interior dos aerogeradores, possuem toda a proteção e monitoramento elétrico necessários ao seu perfeito funcionamento, ainda, estão sendo considerados como conceito de projeto a proteção e manobra do circuito de cada aerogerador independentemente por disjuntor e contactora instalados nos terminais de baixa do TR.

Em cada aerogerador, dos terminais de média tensão do TR partirão cabos instalados em vias de cabos embutidas e aparentes até os terminais de Quadro Elétrico de Conexão do Aerogerador (QCN), instalado na base da torre.

Na saída do quadro QCN encontram-se os ramais alimentadores com cabos de média tensão, os quais deverão possuir seção mínima de 70 mm² com instalação diretamente enterrados no solo. Para o acondicionamento dos cabos, serão abertas valas no solo, com aproximadamente 1 m de profundidade e em média 1,5 m de largura, em todo o trajeto desde cada aerogerador até a chegada dos cabos na subestação coletora.

Os ramais alimentadores se conectarão ao Disjuntor Principal de Média Tensão, montado em Cubículo de Manobra de Média Tensão (CMMT), instalado na sala de painéis junto à subestação coletora e elevadora (SE) do Complexo Eólico.

A jusante dos disjuntores principais, cada ramal alimentador se conectará ao barramento principal de 34,5 kV, instalado na subestação elevadora (SE) 230 kV do Complexo Eólico BOJURU.

2.4.7.1. Subestação Coletora/Elevadora 230 kV

A Subestação do Complexo Eólico é o ponto onde será reunida toda energia gerada pelos aerogeradores e por isso é chamada de Subestação Coletora. Neste mesmo local, a energia gerada será elevada a 230 kV, para então ser transmitida ao Sistema Interligado Nacional. Sendo assim, pode-se dizer que a Subestação é a interface entre o sistema elétrico interno do Complexo Eólico e o sistema externo.

A Subestação Coletora e Elevadora do Complexo de Geração Eólica BOJURU (455 MW), está sendo projetada para uma capacidade 510 MVA, tensão de saída de 230 kV, e será referida doravante como Subestação Bojuru, ou SE Bojuru. As coordenadas de localização da SE Bojuru são apresentadas abaixo.

Tabela 2.8 - Coordenadas UTM da Subestação do CGE Bojuru (SIGAS 2000 Zona 22)

Vértice	E (m)	N (m)
1	458.036,37	6.497.649,96
2	458.102,60	6.497.544,11
3	457.936,76	6.497.434,86
4	457.869,36	6.497.539,93



Figura 2.21 - Posicionamento da Subestação BOJURU

A subestação coletora do Complexo de Geração Eólica BOJURU, denominada SE Bojuru, está sendo projetada com um arranjo em Barra Principal e Transferência (BPT), incluindo um *Bay* de saída de linha; dois *Bays* de chegada, referentes à conexão de cada um dos transformadores elevadores (2x255 MVA, 34,5/230 kV); e os demais equipamentos em 34,5 kV e 230 kV (disjuntores, barramentos, chaves seccionadoras, equipamentos de proteção e etc.). Além destes equipamentos, que serão instalados ao ar livre, ainda está prevista a construção de uma Casa de Controle, que abrigará painéis de proteção e controle, cubículos de distribuição, equipamentos de telecomunicação, painéis de serviços auxiliares CA (corrente alternada) e CC (corrente contínua), carregadores de baterias, sala de baterias, almoxarifado, sanitários e copa.

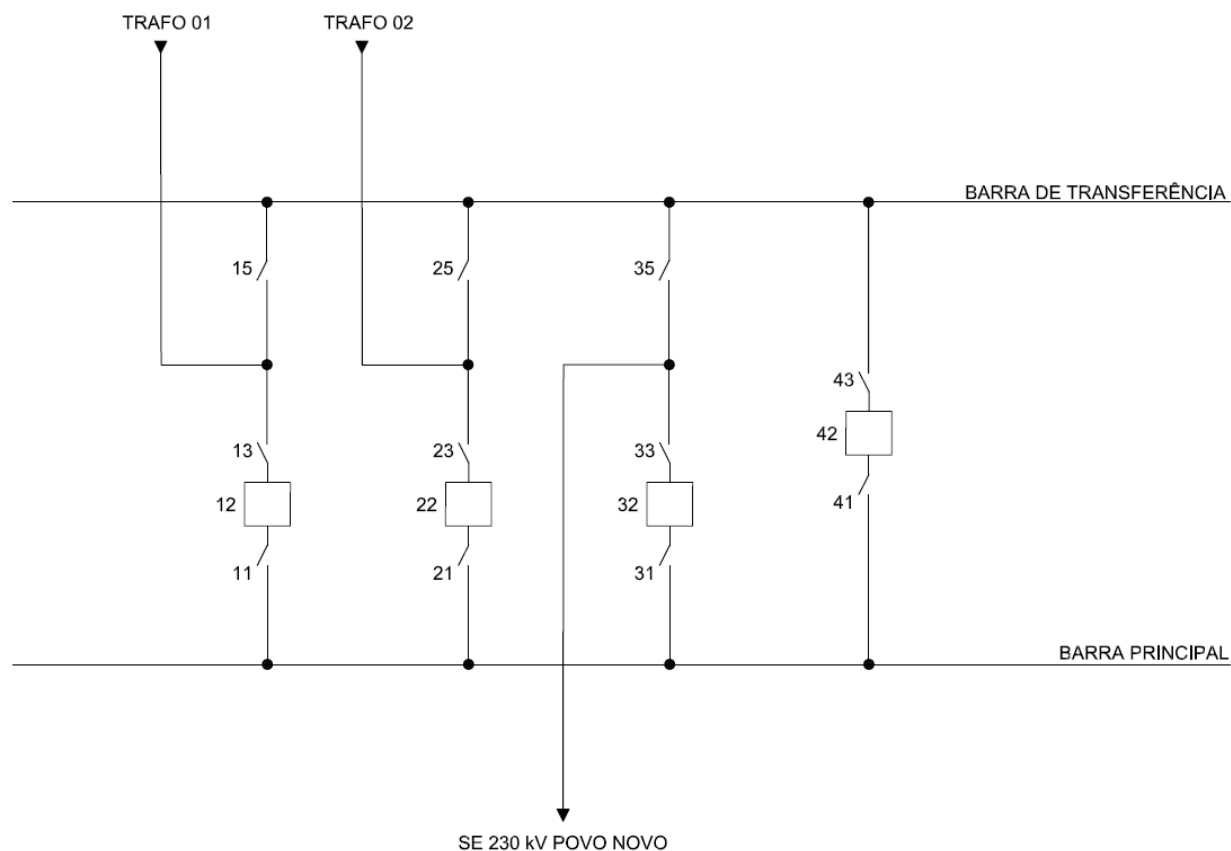


Figura 2.22 - Arranjo barra principal e transferência (BPT) da SE 230 kV BOJURU

O arranjo BPT é indicado no submódulo 2.3 “Requisitos Mínimos para Subestações e seus Equipamentos” do documento “Procedimentos de Rede” do ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), o qual ainda requer, para Subestações com Barramento de tensão igual a 230 kV, que seja prevista a “possibilidade de evolução para arranjo barra dupla com disjuntor simples a quatro chaves”. Este requisito faz com que seja necessário “reservar” uma área adjacente de aproximadamente 15,5 mil m², além da área que será efetivamente utilizada para o arranjo previsto. Sendo assim define-se como “Área Efetiva” (ver figura 2.21) a área em que haverá intervenção para construção da Subestação do Complexo Eólico; como “Área reservada” (em rosa na figura 2.21) a área que somente será utilizada em caso de solicitação posterior por parte do Operador do Sistema; e como “Área do Pátio Energizado”, a área aproximada em que haverá equipamentos energizados ao ar livre.

Tabela 2.9 - Área Ocupada pela Subestação

	Tamanho
Área do Pátio Energizado	3.900 m ²
Área Efetiva	9.500 m ²
Área Reservada	25.000 m ²

As características principais dos Transformadores Elevadores (TE) encontram-se na tabela a seguir:

Tabela 2.10 - Características técnicas dos Transformadores Elevadores

Potência Nominal	255 MVA
Quantidade	2
Esquema de ligação AT	Delta (Δ)
Esquema de ligação MT	Estrela Aterrada (Y)
Tensão AT	230 kV
TAP	8 x 1,25 kV
Tensão MT	34,5 V
Tipo construtivo	Óleo
Resfriamento	ONAN/ONAF
Instalação	Ao tempo

2.4.8. Conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN)

A conexão do Complexo Eólico será feita por meio de uma Linha de Transmissão de Interesse restrito, em 230 kV, que levará a energia gerada até a subestação do sistema elétrico nacional denominada Povo Novo. O detalhamento desta Linha de Transmissão pode ser encontrado no capítulo 3.

2.4.9. Aterramento, Proteção Elétrica e Segurança

Um sistema adequado de aterramento, além de permitir o correto funcionamento dos sistemas de energia elétrica, garante a segurança necessária para que as pessoas possam utilizar e conviver com sistemas elétricos energizados.

O aterramento é composto por conexões entre elementos dos sistemas elétricos com o solo, realizadas a partir de cabos e hastes condutoras. Também, faz parte do sistema de aterramento a conexão das carcaças metálicas de equipamentos e estruturas metálicas, como por exemplo cercas, às malhas de terra. Criando um caminho de escoamento para correntes elétricas geradas por eventuais defeitos, acidentes ou falhas.

Pode-se afirmar que os principais objetivos do aterramento são:

- Criar um caminho de menor resistência para escoar as correntes de falta à terra;
- Manter os potenciais gerados por correntes de falta dentro de limites seguros;
- Possibilitar a atuação rápida dos dispositivos de proteção, através de sua sensibilização;
- Proporcionar a equipotencialização das carcaças dos equipamentos e elementos metálicos;
- Estabelecer um caminho para o escoamento à terra de descargas atmosféricas, e;

- Em algumas topologias de instalações elétricas, usar a terra como retorno da corrente elétrica.

Na elaboração do projeto elétrico e na implantação deste empreendimento serão consideradas todas as questões relativas à proteção elétrica de forma a respeitar as normas e as boas práticas de engenharia. Todas as carcaças, estruturas e elementos metálicos, presentes na área do projeto, como por exemplo, as cercas, serão aterrados.

A subestação, que conterà a maior parte de elementos energizados em solo, será cercada e monitorada, a fim de evitar que pessoas não autorizadas se aproximem dos equipamentos. Além da subestação, os outros elementos energizados na área serão a Linha de Transmissão Aérea de Interesse Restrito, que será projetada para ficar em uma altura que não ofereça riscos à passagem de pessoas, equipamentos agrícolas, caminhões e etc.; os circuitos de média tensão que estão projetados para serem subterrâneos, e a parte interna dos aerogeradores, que também não oferecerá acesso às pessoas não autorizadas.

O detalhamento do projeto elétrico, incluindo distâncias elétricas de segurança e sistemas de aterramento de estruturas e cercas, será fornecido no projeto executivo (fase de implantação).

- **Distâncias elétrica de segurança e sistema de aterramento de estruturas e cercas**

O detalhamento do sistema de aterramento de estruturas e cercas será realizado no projeto executivo, em fase posterior à obtenção da Licença Ambiental Prévia.

- **Mecanismos de proteção e/ou segurança contra acidentes**

O detalhamento dos Mecanismos de proteção e/ou segurança contra acidentes será realizado no projeto executivo, em fase posterior à obtenção da Licença Ambiental Prévia.

2.5. IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Durante a fase de implantação estão previstas algumas alterações na paisagem local, assim como na demanda de alguns serviços do município, que foram planejadas de forma a ocasionar os menores impactos negativos possíveis.

Para a implantação de um Complexo Eólico, são necessárias as seguintes atividades:

- Realização dos Serviços de Topografia;
- Elaboração dos Projetos Executivos das fundações dos aerogeradores, dos acessos, da Subestação, e da Rede Elétrica de Média Tensão;
- Projeto da Logística dos materiais, equipamentos e mão de obra;
- Instalação do Canteiro de Obras;
- Limpeza do terreno;
- Escavações, aterros e compactação;

- Readequação dos acessos existentes;
- Abertura de acessos novos;
- Construção do sistema de drenagem;
- Transporte de materiais para construção;
- Aberturas para as fundações das torres dos aerogeradores;
- Concretagem das fundações;
- Abertura de valas para a Rede Interna de Média Tensão;
- Implantação de plataformas provisórias para a montagem dos aerogeradores;
- Transporte dos aerogeradores e equipamentos da Subestação;
- Montagem dos aerogeradores;
- Construção da Subestação e da Casa de Controle;
- Instalação do cabeamento e conexões;
- Testes e Comissionamento dos Aerogeradores e Equipamentos da SE;
- Desmobilização do Canteiro de Obras;
- Recuperação das áreas com estruturas provisórias (plataformas e canteiro de obras).

2.5.1. Contratação da Mão de Obra

A mão de obra a ser utilizada durante a implantação do Complexo Eólico compreenderá os trabalhadores da construção civil, do setor eletromecânico, além de técnicos especializados. Estima-se que a geração de 1.200 empregos diretos e indiretos no pico da obra. Durante a fase de operação do empreendimento acredita-se que cerca de 50 empregos diretos e indiretos serão gerados.

Os trabalhadores da construção civil serão empregados para construção da estrada de acesso interno, das edificações, das fundações e das valas serem utilizadas no cabeamento, entre outros serviços.

Para montagem das torres, dos aerogeradores e dos cabeamentos serão requisitados trabalhadores especializados, sendo que parte desse pessoal deverá ser encaminhado pelos fabricantes dos equipamentos.

2.5.2. Infraestrutura na região

O acesso ao Complexo de Geração Eólica BOJURU poderá ser realizado tanto pelo Porto de Imituba quanto pelo Porto de Rio Grande. Em etapas posteriores de estudo, deverão ser

avaliadas as condições destes portos e a logística de transporte até o site, para definição do porto no qual serão recebidos os equipamentos.

O acesso a partir do Porto de Imbituba, localizado em Santa Catarina, será realizado através da BR-101, sentido sul, seguindo por aproximadamente 500 km até o acesso do Complexo de Geração Eólica BOJURU localizado as margens da BR - 101, no município de São José do Norte, Estado do Rio Grande do Sul.

Já o acesso a partir do Porto de Rio Grande, localizado no Rio Grande do Sul, será realizado primeiramente através da balsa de travessia do canal da Lagoa dos Patos, seguindo posteriormente pela BR-101, sentido norte, por aproximadamente 70 km até a entrada do parque eólico.

Na figura a seguir podemos observar as alternativas de acesso até o Complexo de Geração Eólica, localizado na região rural do município de São José do Norte, Estado do Rio Grande do Sul.



Figura 2.23 - Malha Rodoviária do Estado do Rio Grande do Sul e Portos

Rodovia BR-101, trecho compreendido entre Imbituba e o Complexo de Geração Eólica BOJURU, apresenta-se em ótimas condições, sendo duplicado até a região de Osório no Estado do Rio Grande do Sul, facilitando o tráfego dos equipamentos para montagem dos aerogeradores. Sendo assim, a BR-101 em sua totalidade apresenta boas condições de tráfego.

Partindo da cidade de Rio Grande, em direção ao Complexo de Geração Eólica BOJURU, a BR-101 é constituída de pista simples, com condições razoáveis de tráfego dos equipamentos para montagem dos aerogeradores.

Em fase posterior de projeto, deverá ser solicitada, junto ao DNIT, autorização para tráfego de equipamentos com excesso de peso e dimensões, em que deverão ser indicados locais onde serão necessárias intervenções, seja por altura de placas, existência de rotatórias que impossibilitem tal trajetória, ou demais problemas que possam impactar no transporte dos equipamentos. Uma prospecção será realizada, com o objetivo de prever possíveis impedimentos realizando assim, um planejamento logístico.



Figura 2.24 - Rodovia BR-101, trecho próximo à Imbituba-SC



Figura 2.25 - Rodovia BR-101, trecho próximo à Jaguaruna-SC



Figura 2.26 - Rodovia BR-101, trecho compreendido entre Osório-RS e Mostardas-RS



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 2.27 - Rodovia BR-101, trecho compreendido entre o distrito de Bojuru e a Cidade de São Jose do Norte – RS



Figura 2.28 - Pás, Rotor e Nacele de Aerogerador Realizando a Travessia na Balsa de Rio Grande

2.5.3. Obras Civis

As obras civis necessitam ser segmentadas em etapas de logística e de execução propriamente dita. O processo tem início antes da instalação do canteiro de obras, com a realização dos estudos. Nesta etapa são feitos os levantamentos topográficos, a identificação e caracterização de áreas de empréstimo de materiais para os acessos e as sondagens do terreno, sendo que estes dois últimos em fase de projeto executivo.

São descritas a seguir algumas atividades relacionadas às obras civis.

2.5.4. Vias de Acesso

Os projetos detalhados das estradas de acesso interno serão entregues na etapa de requerimento da Licença de Ambiental de Instalação (LAI). A elaboração do projeto de estradas requer estudos mais aprofundados do solo do local, necessitando de sondagens específicas que deverão ser realizadas somente na fase de elaboração do projeto executivo, na etapa de implantação do CGE, e terão como premissas os seguintes pontos:

- Estimativa do parâmetro de Tráfego;
- Definição de capacidade de suporte mínima dos materiais que irão constituir as vias de acesso, com base dos estudos geológicos que deverão ser realizados futuramente;
- Seleção de materiais a serem empregados nas camadas granulares do pavimento.

Por se tratar de vias a serem implantadas onde não se dispõe de dados sobre o tráfego. Sendo assim, procurou se basear na contagem de tráfego informada pelos moradores da região e experiências no projeto de outros parques, que se adequa inteiramente aos trechos em questão. Para o Complexo de Geração Eólica Bojuru foi estimado o volume diário médio de 25 veículos que são agrupados nos seguintes tipos:

- Automóvel, caminhonete ou furgão;
- Caminhão (2C);
- Caminhão Trucado (3C);
- Caminhão simples (4C)
- Caminhão trator trucado + semirreboque (3S3)
- Caminhão trator trucado + semirreboque (3I3)
- Rodotrem (3T4)

Sendo assim, de modo preliminar, para a construção das estradas de acesso, foram previstas a abertura de novos acessos, assim como a adequação dos acessos existentes. Para implantação destas atividades, podemos simplificadamente dividi-las em:

- Decapagem do solo orgânico;
- Remoção de material;
- Compactação de aterro;
- Valas de drenagem, e
- Proteção de taludes.

As vias de acesso internas para cada aerogerador terão uma largura compreendida na faixa de aproximadamente 10 metros, e inclinação máxima limitada a 8%. Com aproximadamente 91,50 quilômetros de extensão, sendo 22,60 km de acessos reestruturados e 68,90 km de novos acessos, estima-se que as vias de acesso interno ocuparão uma área de quase 71,10 hectares.

O volume de aterro estimado para a execução das vias de acesso será de aproximadamente 1.005.405 m³.

2.5.4.1. Drenagem

O projeto detalhado da drenagem relativa a implantação do Complexo de Geração Eólico Bojuru será entregue na etapa de requerimento da Licença de Ambiental de Instalação (LAI), e terá como objetivo principal evitar o acúmulo e a penetração de águas no corpo das estradas e nas bases dos guindastes (*cranepads*), e afastá-las através de dispositivos drenantes apropriados para locais previamente determinados.

Deverão ser utilizados dados hidrológicos disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) para elaboração do estudo hidrológico regional.

2.5.4.2. Fundação

Apesar da grande extensão do Complexo de Geração Eólica BOJURU as análises preliminares indicam que há uma grande homogeneidade do terreno, grandes profundidades (superiores a 40 metros) de solo arenoso intercalado com camadas de argila são encontradas na região de São José do Norte, Estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, é indispensável que a fundação de cada um dos aerogeradores seja avaliada de forma individual, através de investigações geológicas. Somente após esta etapa poderá ser possível definir o tipo da fundação e a subdivisão em grupos conforme características geológicas e geotécnicas, para desenvolvimento do projeto executivo.

Os aerogeradores do Complexo de Geração Eólica BOJURU, deverão apresentar uma fundação em concreto armado, com um diâmetro aproximado de 21 metros, e volume de concreto estimado de 400 m³. A área abrangida pela fundação é de aproximadamente 350 m²,

sendo que desta área total da base a torre ocupará cerca de 40 m² (aproximadamente 8 metros de diâmetro). A área total ocupada por todas as 130 fundações corresponde a 0,56 hectares.

2.5.4.3. Base para os Guindastes ou *Cranepad*

Para realização da montagem da torre, *nacele* e pás é necessário o auxílio de um guindaste com capacidade de até 100 toneladas. O apoio deste guindaste deve ser projetado juntamente com as vias de acesso interno, cada aerogerador terá a sua base para apoio do guindaste que contará com uma área de 40 metros de comprimento por 40 metros de largura, totalizando para os 130 aerogeradores uma área de 20,80 ha. Esta estrutura deverá ser composta de uma camada de regularização do subleito, base granular e sub-base.

O volume de aterro estimado para execução destas estruturas é de 208.000 m³.



Figura 2.29 - Área do da Base para o Guindaste localizada a frente do aerogerador

2.5.4.4. Canteiro de obras

O canteiro de obras ocupará uma área de 4,80 hectares, o mesmo será posicionado em ponto central do projeto e abrigará as instalações físicas para gerenciamento do empreendimento com: escritórios, sala de reunião, copa/cozinha/refeitório, banheiros e área médica.

No canteiro de obras haverá ainda a área de apoio a implantação das diversas atividades, tais como: pátio de estocagem, central de concretagem/armação/formas, e almoxarifado.

A área destinada ao canteiro de obras sofrerá adequações para dispor de infraestrutura adequada, serão realizados: terraplanagem da área, instalação do sistema de drenagem e estação de tratamento de esgoto.

Durante a implantação do projeto, serão realizadas as construções dos espaços para gerenciamento do empreendimento, que posteriormente serão convertidos na edificação para controle da operação e atendimento aos visitantes.

Para a instalação dos canteiros 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.

Como a área de implantação do empreendimento não exibe potencial hidrológico a ser explorado e considerando a inexistência de rede de abastecimento de água, a água bruta necessária as diversas atividades desenvolvidas nos canteiros de obras será fornecida por caminhões-pipa e será recalçada alimentando os reservatórios de acumulação (caixas d'água) localizados em pontos altos, de onde atenderá às demandas por gravidade.

Será implantado um sistema de abastecimento de água potável tratada, que atenderá ao consumo humano.

Os caminhões-pipa captarão água de poços ou açudes já licenciados na região, ou serão construídos poços, em ambos os casos de tal forma, que não comprometam as demandas ambientais e sociais associadas à carência de água da região.

Para o tratamento dos esgotos sanitários produzidos no canteiro de obras será utilizada uma Estação Compacta de Tratamento de Efluentes.

A gestão dos resíduos da construção civil será feita de forma adequada para o não comprometimento da qualidade ambiental da área de influência.

2.5.5. Montagem dos aerogeradores

O aerogerador é composto de três pás de 61 metros de comprimento, com peso total aproximado de 20 toneladas; e uma *nacele* onde fica abrigado o gerador. Tanto as pás quanto a *nacele* são constituídas de material composto por fibra de vidro. A *nacele* possui orientação variável de acordo com a direção do vento, rotacionando em torno do eixo vertical da torre, onde é acoplado todo o sistema.

As peças são montadas através do uso de um guindaste com capacidade de suporte aproximadamente 100 toneladas.

A torre é fixada em uma fundação de base circular em concreto armado. Na parte central onde se apoia o tubo, há um reforço de seção circular, onde é fixado o anel de sustentação do tubo inferior da torre, conforme projeto e cálculos estruturais que deverão ser executados na fase de Projeto Executivo.

O corpo da torre do aerogerador deverá ser de concreto, sendo composta por várias seções unidas uma a outra. As seções são formadas pela junção de segmentos verticais compondo um tronco de cone. As juntas horizontais são usualmente preenchidas por cimento de alta resistência.

Os componentes do aerogerador (*nacele*, três pás e hub) também são acoplados à torre com o uso de guindastes, podendo todo o conjunto ser elevado junto ou separadamente.



Figura 2.30 - Montagem das Pás, modalidade Single Blade (FONTE: Machine Market)



Figura 2.31 - Montagem das Pás Modalidade Multiple Blade (FONTE: Machine Market)

2.5.6. Instalação do Cabeamento

Conforme já descrito em 2.4.3.5 e em 2.4.7, a rede elétrica interna será subterrânea e com tensão de 34,5 kV. Os cabos serão instalados diretamente enterrados em valas abertas no solo e, sempre que possível, seguirão o traçado das vias de acesso.

Estima-se que as valas da rede elétrica de média tensão terão comprimento total de 102 km, representando um volume estimado de escavação de aproximadamente 1.520.356,00 m³.

2.5.7. Movimentação de solo e rocha

Com o intuito de minimizar a necessidade de bota-foras e áreas de empréstimo, a movimentação do solo oriunda das escavações realizadas para abertura de acessos e fundação dos aerogeradores, será reaproveitado sempre que possível. A complementação de solo e rocha será extraído de jazidas próximas que já contenham o licenciamento ambiental de operação. Dentro da área do projeto, serão destinadas durante a fase de implantação, duas áreas de bota fora, com 3.600 m² cada, para descarte do material não utilizado. Posteriormente este material poderá ser aproveitado para recuperação das jazidas exploradas localizadas em áreas externas ao empreendimento.

O volume de aterro previsto (incluindo material escavado na área do parque e também de jazidas comerciais da região) é de aproximadamente 1.365.760 m³.

O volume total de escavações previsto é de aproximadamente 153.355,60 m³.

2.5.8. Restrições ao Uso da Área do Empreendimento e Acessos Permanentes

As áreas em que serão instalados os aerogeradores terão controle de acesso, com vigilância patrimonial. Todos os acessos construídos na instalação do Complexo Eólico serão mantidos.

2.5.9. Áreas utilizadas

A subestação elevadora ocupará uma área de aproximadamente 25.000 m². A área da subestação, das torres e dos acessos internos requerem supressão definitiva da vegetação local enquanto que a área auxiliar, para abrigar o guindaste e as pás, requer supressão apenas temporária de vegetação.

No layout escolhido, os aerogeradores do foram posicionados visando o menor impacto ambiental. A abaixo apresenta dados da área total do Complexo Bojuru e a proporção de áreas com alguma intervenção durante a construção e operação do parque. Como pode-se perceber apenas 4,23% de toda a área sofrerá algum tipo de modificação.

Tabela 2.11 - Áreas com Intervenção

NOME: Complexo de Geração Eólica BOJURU		
ÁREA TOTAL DO PARQUE: 140.284.000 m ²	ÁREA TOTAL COM INTERVENÇÃO* 481.177 m ²	PERCENTUAL DE ÁREA COM INTERVENÇÃO: 0,343%

*As áreas com intervenção correspondem àquelas que durante a construção e operação do parque sofrerão alterações devido às obras civis.

Do total da área que sofrerá algum tipo de intervenção, apenas 0,4% são Áreas de Preservação Permanente (APP) ou outros dispositivos legais (Lei da Mata Atlântica – Lei 11.428/2006). A tabela abaixo descreve detalhadamente a parcela de cada APP com intervenção.

Tabela 2.12 - Intervenção em Áreas de Preservação Permanente

Locais	Área (m ²)	% da área total de BOJURU
Dunas alagáveis	72.652	0,051
Dunas sem vegetação	65.758,90	0,19
Mata mista (nativa + exótica)	4.443,70	0,00014
APP cursos d'água - 30m	16.932,70	0,03
Banhado	1.621,90	0,003
Total	227.506,80	0,39

2.5.10. Cronograma de Implantação

O cronograma proposto para o Complexo de Geração Eólica Bojuru é de 2 (dois) anos contados a partir da assinatura do Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR). Na tabela abaixo é previsto a distribuição das atividades pelo tempo previsto.

Tabela 2.13 - Cronograma de Implantação

Atividades	Semestres			
Mobilização	■			
Instalação do Canteiro de Obras	■			
Supressão da Vegetação	■	■		
Obras Civis	■	■		
Construção da Subestação		■	■	
Construção da Linha de Transmissão		■	■	■
Montagem das Turbinas, Instalação dos Equipamentos Elétricos e De Medição, Cabeamento e Interligação Elétrica		■	■	■
Testes Operacionais e Comissionamento			■	■
Desmobilização da Obra				■

2.5.11. Orçamento

O Complexo de Geração Eólica Bojuru será implantado em um período de 2 (dois) anos e terá um custo estimado de R\$ 2.094.788.288,04. Para a Linha de Transmissão e Conexão à SE Povo Novo o custo previsto é de R\$ 256.841.045,25.

Este valor foi determinado com base em estudos econômicos e análise de preços atuais do mercado.

2.6. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

A implementação de um Empreendimento Eólico pode ser dividida, de maneira geral, em três etapas:

- Estudos preliminares e projeto;
- Implantação (construção) do parque;
- Operação.

A fase de Operação consiste na Produção de Energia e Manutenção do Empreendimento. Devendo assegurar, durante toda a vida útil do parque, o funcionamento das turbinas, a conexão com o sistema de transmissão, o monitoramento do sistema e controle de suas condições técnicas. Sendo assim, a manutenção dos equipamentos é fundamental, uma vez que garante o funcionamento adequado, minimiza a ocorrência de falhas e quando estas ocorrem, geram menores impactos sobre o ambiente e as pessoas. As ações de manutenção em parques eólicos, em geral, têm caráter preventivo, visando atenuar os problemas relacionados ao desgaste dos equipamentos. Com isso, não só a energia produzida tem melhor qualidade durante toda a vida útil, como acidentes podem ser evitados.

Do ponto de vista da Operação e Manutenção, os parques eólicos se valem dos mesmos acessos construídos na fase de implantação, não sendo necessárias rotas adicionais para estas atividades. Durante a etapa de construção das torres e subestação, a circulação de operários, tratores, caminhões e guindastes é intensificada nos acessos internos do complexo eólico. Uma vez terminada esta fase este tráfego diminui consideravelmente, sendo que as operações posteriores de manutenção não são diárias e são previamente agendadas.

Informações detalhadas sobre a manutenção das turbinas, como, por exemplo, a quantidade de horas e de mão-de-obra necessária, provém do fabricante do aerogerador e geralmente são informadas em fases mais avançadas do projeto. Nesta fase é possível apenas estimar quantidade de mão-de-obra que será empregada para a manutenção programada do parque. Para este empreendimento estima-se que uma equipe de aproximadamente 50 pessoas será necessária para esta atividade.

2.6.1. Restrições ao Uso da Área do Empreendimento e Acessos Associados

As áreas em que serão instalados os aerogeradores terão controle de acesso, com vigilância patrimonial. Todos os acessos construídos na instalação do Complexo Eólico serão mantidos.

2.6.2. Acessos Permanentes (Públicos e Particulares)

Os acessos construídos dentro da área do Complexo Eólico serão mantidos. Somente os acessos utilizados para a construção da Linha de Transmissão não serão permanentes. E estes acessos somente poderão ser detalhados em fase posterior de projeto.

2.7. ESTUDOS DE SOMBREAMENTO

O sombreamento gerado por um aerogerador ocorre quando o seu rotor está em funcionamento em uma posição perpendicular aos raios de sol, como pode ser observado na figura abaixo.

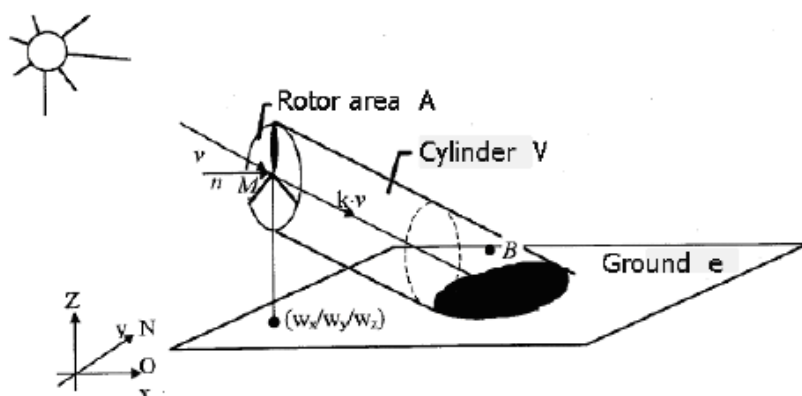


Figura 2.32 - Esquema representativo da geração de sombra por um aerogerador

As pás giratórias do aerogerador interrompem a luz solar produzindo um cintilamento no brilho do sol, podendo afetar inclusive a iluminação dentro de residências. Esse efeito é comumente conhecido como *shadow flicker*. A escala deste problema depende de uma série de fatores como velocidade e direção do vento, posição do receptor, nebulosidade, etc.

Para simular a geração de sombreamento é necessário saber qual o modelo e posição dos aerogeradores, qual o perfil de velocidades do escoamento de vento no local, a orografia, as médias diárias de horas de sol e também os receptores de sombra, ou seja, residências, prédios ou qualquer tipo de construção que possa ser afetada pelo sombreamento.

O modelo de aerogerador selecionado para o Complexo de Geração Eólica Bojuru é ENERCON E-126 3,5 MW com altura de cubo do rotor de 116 metros, ao todo são 130 máquinas distribuídas no terreno.



Figura 2.33 - Posição dos aerogeradores e das edificações nos arredores (área dos receptores)

2.7.1. Receptores de Sombreamento

Os receptores de sombras foram previamente mapeadas, todas localizadas nas proximidades do Complexo de Geração Eólica Bojuru, para as quais os Estudos de Sombreamento deveriam ser analisados.

Tabela 2.14 - Coordenadas e nomenclatura das edificações habitadas no Complexo de Geração Eólica Bojuru

Identificação	Coordenadas		Identificação	Coordenadas	
	E (m)	N (m)		E (m)	N (m)
A	452127	6493524	AQ	461305	6502057
B	454023	6494923	AR	454458	6504005
C	451575	6493401	AS	460824	6499657
D	451389	6493329	AT	463612	6503594
E	461771	6495601	AU	463096	6502887
F	461440	6500167	AV	462011	6501999

Identificação	Coordenadas		Identificação	Coordenadas	
	E (m)	N (m)		E (m)	N (m)
G	452915	6495780	AW	461942	6502029
H	461472	6500825	AX	461957	6502060
I	453539	6496186	AY	451359	6493451
J	461123	6501034	AZ	451497	6493713
K	460028	6506165	BA	451570	6495477
L	460644	6499231	BB	452281	6495436
M	460792	6498010	BC	453422	6494746
N	460756	6500809	BD	453825	6494676
O	460051	6498098	BE	453648	6494538
P	461336	6501134	BF	453418	6494433
Q	459885	6496501	BG	453360	6494194
R	461463	6501379	BH	453430	6494291
S	457642	6496721	BI	452933	6494295
T	458720	6498395	BJ	452510	6494113
U	457942	6496937	BK	454250	6494401
V	461590	6501480	BL	454324	6494326
W	458052	6496994	BM	454070	6494596
X	454800	6498085	BN	453552	6495066
Y	456531	6496784	BO	452443	6493627
Z	461020	6499866	BP	452336	6493636
AA	456102	6496528	BQ	452233	6493662
AB	461507	6502102	BR	452344	6493765
AC	455914	6496685	BS	452999	6495624
AD	462248	6501718	BT	452081	6495185
AE	454709	6495452	BU	451916	6495225
AF	461867	6501736	BV	452846	6493106
AG	455935	6496328	BW	453110	6493079
AH	460960	6500937	BX	453834	6495049
AI	456390	6496502	BY	461760	6495512
AJ	455541	6498264	BZ	461785	6501606
AK	461469	6502075	CA	461902	6495557
AL	457018	6501457	CB	454224	6495115
AM	462307	6500586	CC	459125	6499257
AN	455289	6498109	CD	460587	6499047
AO	454520	6495359	CE	460755	6499608
AP	456182	6497794			

2.7.2. Base de Dados Solarimétricos

Foi necessário buscar e validar uma base de dados para as médias de horas de sol diárias nesta região. O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) possui diversas estações de

medições meteorológicas espalhadas pelo território brasileiro, os dados recolhidos por estas estações estão disponíveis no BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa [15] para consulta. Através deste banco de dados localizou-se a estação mais próxima do parque com registros de insolação (horas de sol), esta estação é a Rio Grande (Código: 83995) que está a uma distância de aproximadamente 75 quilômetros da área do parque.

Com os registros de insolação da estação Rio Grande foi possível fazer um levantamento estatístico das médias de horas de sol diárias em cada mês do ano e avaliar sua variabilidade anual. A tabela abaixo contém os valores médios de horas de sol por mês entre 1991 a 2009, período de dados disponível para os estudos de sombreamento, segundo consulta realizada em julho de 2019 no site do INMET.

Tabela 2.15 - Médias horas de sol por dia nos 12 meses do ano para a estação Rio Grande

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1991	9,22	9,55	6,19	5,35	5,60	2,61	3,73	3,62	5,38	5,54	6,46	7,39	5,89
1992	7,36	5,72	5,60	4,60	5,02	2,41	4,75	6,07	6,15	7,66	7,96	8,57	5,99
1993	7,74	7,96	6,61	6,72	4,41	4,14	3,75	5,45	4,55	4,75	6,64	8,07	5,90
1994	9,46	5,05	7,56	6,03	4,60	4,70	3,31	5,26	5,17	4,81	7,42	8,98	6,03
1995	7,42	6,73	7,51	7,65	5,29	3,95	3,53	3,89	5,95	7,27	7,71	9,37	6,36
1996	6,04	8,34	7,83	5,86	6,85	5,88	5,27	4,75	4,80	5,81	8,17	8,10	6,48
1997	8,14	5,62	8,65	6,85	6,77	3,96	4,59	5,11	5,74	5,10	6,30	6,95	6,15
1998	5,25	5,60	5,41	3,98	5,23	5,17	4,75	3,95	5,68	7,10	8,51	7,46	5,67
1999	7,02	8,38	7,04	4,70	5,31	4,63	5,05	5,12	6,16	6,13	8,90	8,59	6,42
2000	9,14	6,34	6,30	5,34	5,17	4,61	5,27	6,45	6,02	5,11	7,55	8,17	6,29
2002	7,51	7,90	3,80	4,18	5,39	5,16	4,40	4,93	6,21	4,58	6,35	6,47	5,57
2003	10,59	7,26	6,25	5,55	4,78	2,79	4,83	5,63	5,73	6,90	7,36	8,21	6,32
2004	7,18	9,17	7,75	6,18	4,14	4,57	5,80	5,75	4,60	8,21	6,33	9,09	6,56
2005	9,38	7,29	7,28	5,62	4,02	3,13	5,79	4,38	5,71	6,75	9,65	9,43	6,54
2006	7,37	8,45	7,79	6,71	5,55	5,32	4,58	5,26	6,79	6,42	7,85	9,01	6,76
2007	7,92	8,57	5,25	6,46	5,63	4,11	5,46	3,01	5,00	4,90	9,22	8,76	6,19
2008	8,97	7,31	7,89	7,15	5,40	4,59	3,83	5,88	4,84	6,00	8,11	8,71	6,56
2009	7,70	8,52	6,51	7,90	6,16	5,25	5,34	5,97	4,87	7,42	3,73	6,40	6,32
MÉDIA	7,97	7,43	6,73	5,93	5,30	4,28	4,67	5,03	5,52	6,14	7,46	8,21	6,22

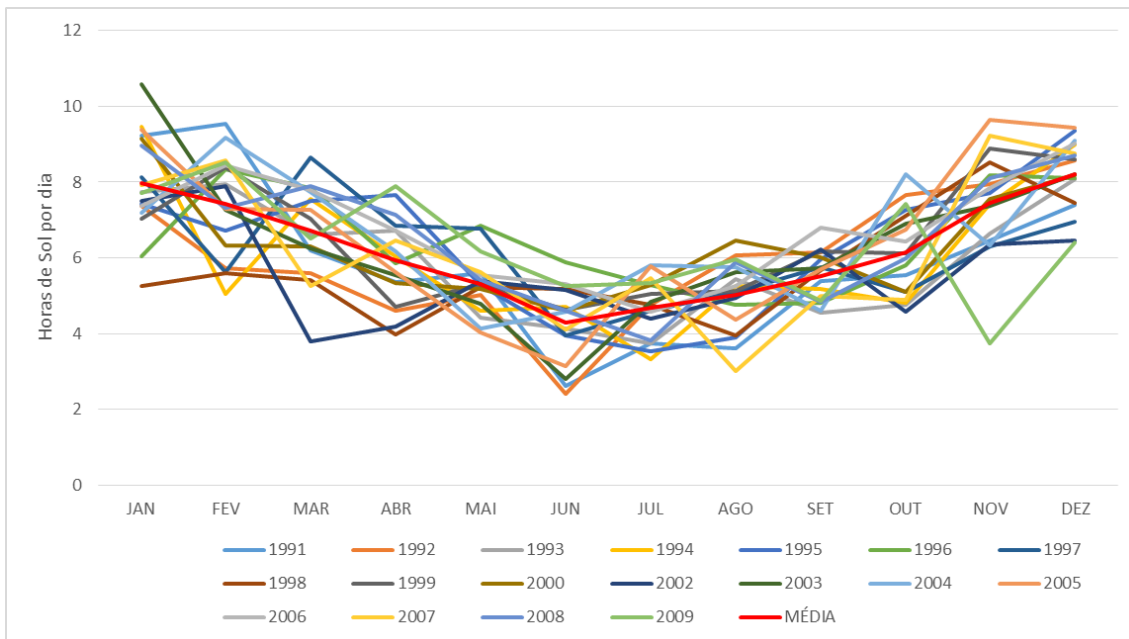


Figura 2.34 - Histograma da média de horas de sol por dia para o período de 1991 a 2009

Para validar os dados de insolação, estes valores foram confrontados com o Atlas Solarimétrico do Brasil, desenvolvido pela UFPE, CEPEL e CHESF [16]. A média anual da insolação diária obtida com a estação Rio Grande foi de 6,22horas/dia, observando o mapa abaixo, a região do Complexo Geração Eólica Bojuru encontra-se em uma zona com média diária anual de 6 – 7 horas/dia.

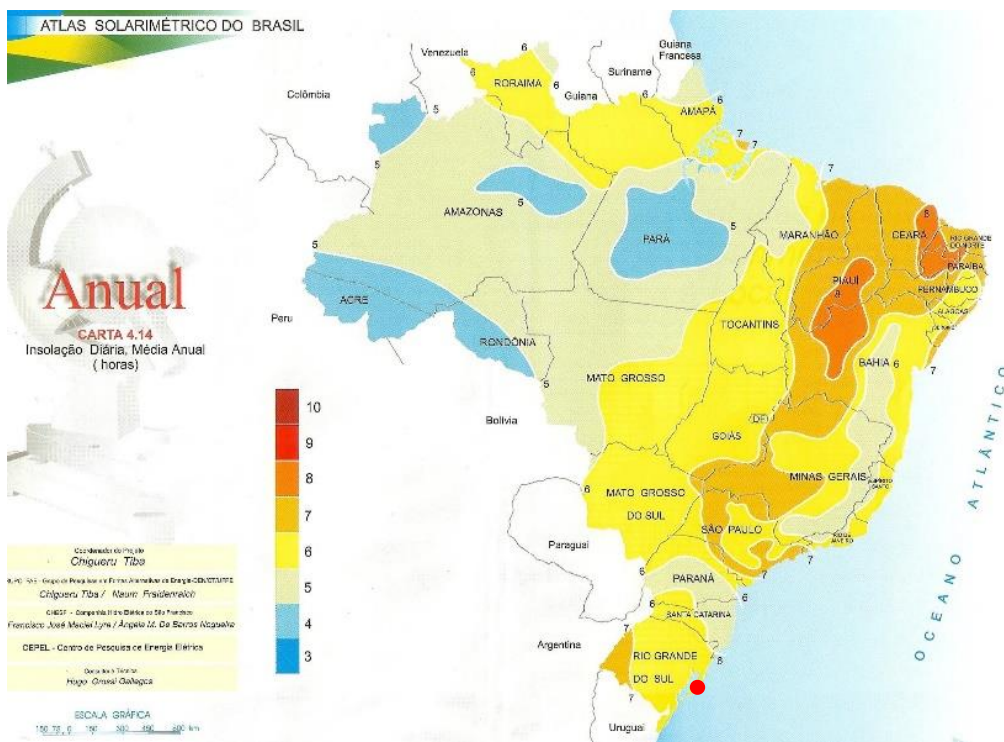


Figura 2.35 - Mapa de insolação média diária anual em horas. Fonte: [16]

2.7.3. Dados Anemométricos

Os dados de anemométricos provêm da torre de medição BOJ-01 instalada no local, com dados registrados em intervalos de 10 minutos a partir de 17/12/2014 às 00:00 h até 17/12/2017 às 23:50 h, contabilizando assim 3 (três) anos. Foram adotados neste estudo os dados coletados na torre de medição para todo o período existente.

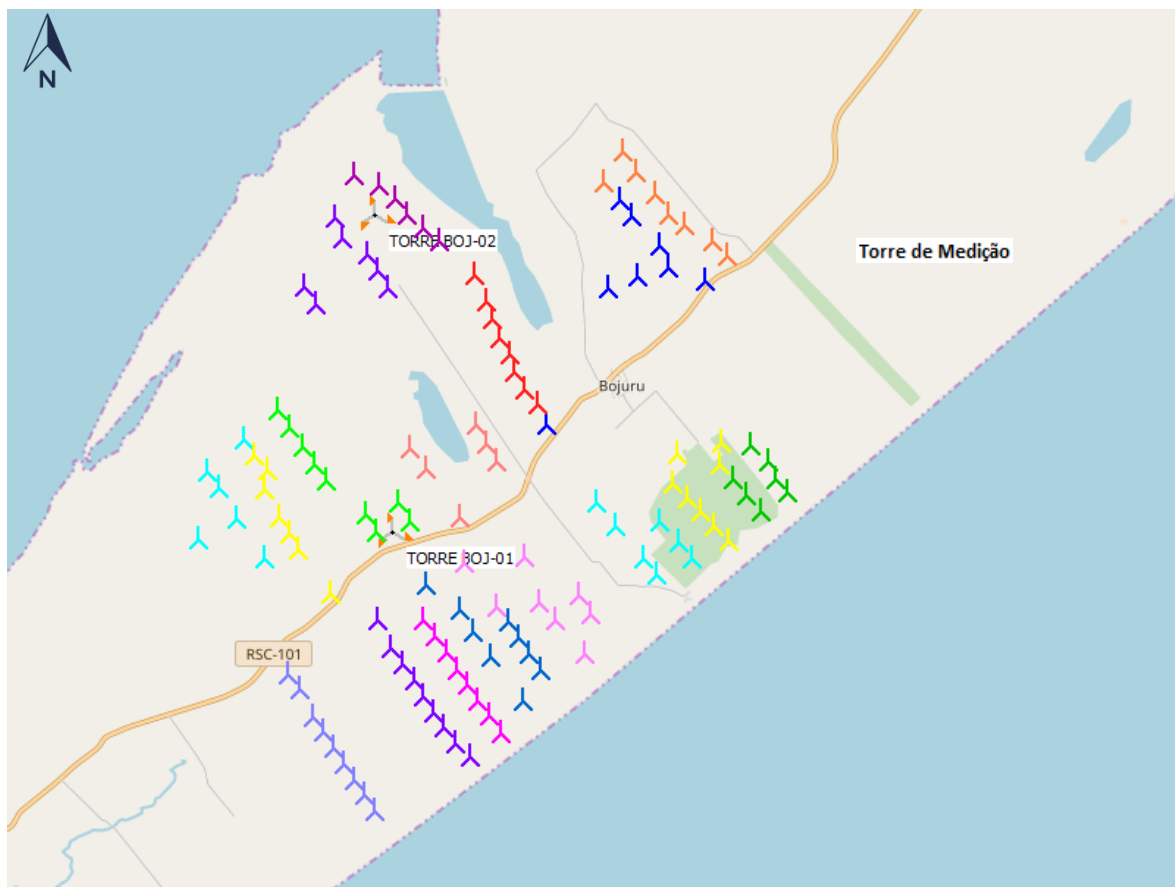


Figura 2.36. Posição dos aerogeradores, da torre de medição e do Complexo de Geração Eólica Bojuru

Da análise dos dados de vento tem-se que a velocidade média anual, do período de 3 anos, foi de 8,00m/s na altura de 120 metros. A direção predominante foi Leste-Nordeste, tendo uma componente significativa a Nordeste e a Leste como apresentado abaixo.

Tabela 2.16 - Velocidade Média Mensal a 120 metros de altura da Torre de Medições do Complexo de Geração Eólica Bojuru

Parâmetro	Altura (m)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Velocidade Média (m/s)	120	7,31	6,85	7,85	8,00	8,19	7,65	8,33	8,54	8,52	9,28	7,91	7,52	8,00
Direção do Vento	102	ENE	E	E	ENE	ENE	NNE	NNE	NNE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE

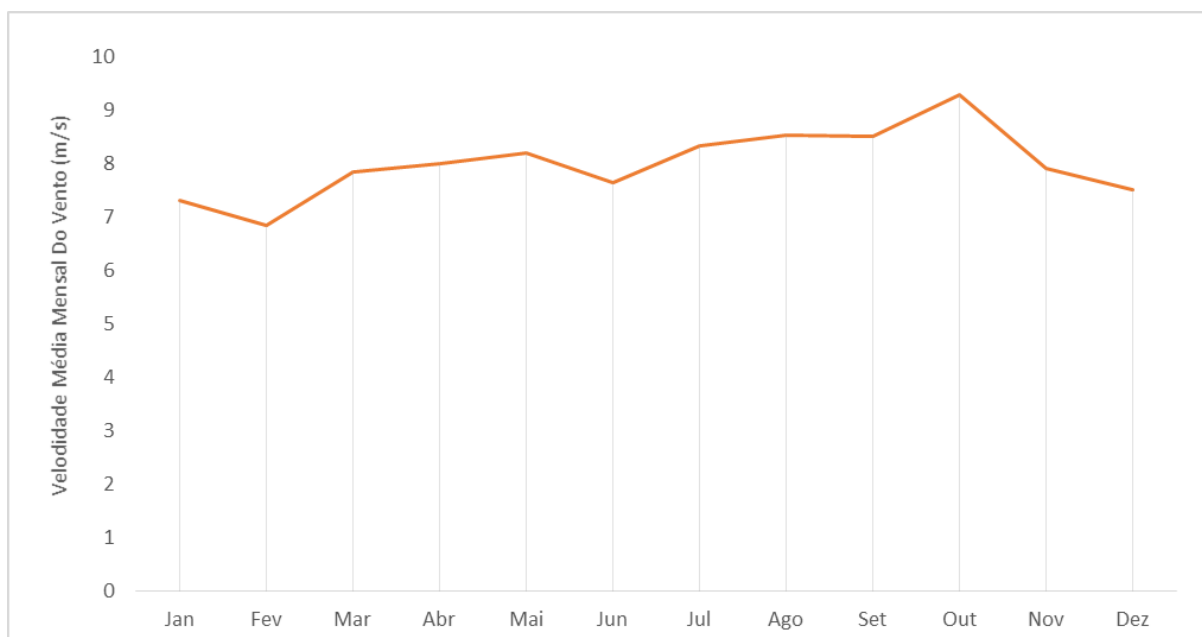


Figura 2.37 - Velocidade média do Vento a 120 metros de altura

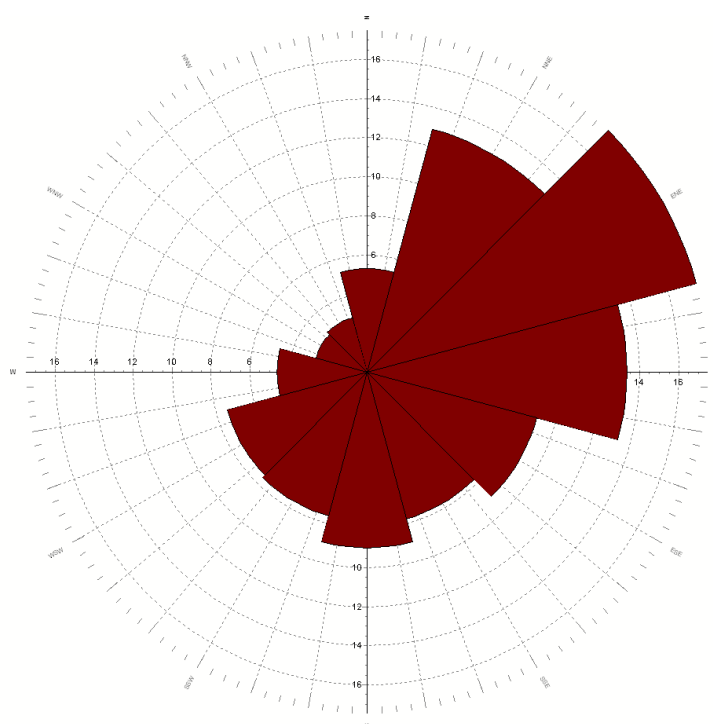


Figura 2.38 - Rosa dos ventos apresentando a frequência de incidência do vento no local a 102 metros de altura

2.7.4. Simulações de Sombreamento

As simulações de impacto de sombreamento foram conduzidas através do módulo *Shadow* do software *windPRO*, o qual calcula com que frequência e em quais intervalos um receptor será afetado por sombras geradas por um ou mais aerogeradores. O software *windPRO* é um programa utilizado para projetos e análises envolvendo energia eólica, sendo líder mundial neste setor. O *windPRO* é baseado em mais de 25 anos de experiência no desenvolvimento de ferramentas para análises de dados de vento, aerogeradores e parques eólicos de diferentes tamanhos. Este software é composto por vários módulos, cada um com um propósito específico, como por exemplo: cálculo de produção de energia, estimativa de incertezas e perdas, análise de ruído, sombreamento, impacto visual, entre outros.

O sombreamento pode ocorrer quando as pás de um aerogerador interceptam os raios solares vistos a partir de um ponto específico, por exemplo, a janela de uma residência. Se o tempo estiver nublado ou calmo, ou se a direção do vento for tal, que induza o plano do rotor do aerogerador a ficar em paralelo com a linha entre o sol e o receptor, o aerogerador não produzirá sombreamento, mas este impacto ainda aparecerá nos resultados. Em outras palavras, a avaliação considera o pior cenário possível e o resultado é o risco máximo de sombreamento.

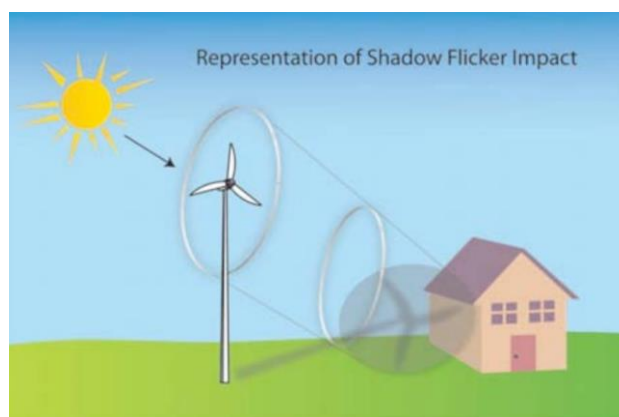


Figura 2.39 - Representação do Sombreamento provocado por aerogeradores

O *International Finance Corporation* (IFC), braço financeiro do Banco Mundial, e o banco holandês (ABN Amro) promoveram, em 2002, um encontro para discutir investimentos em mercados emergentes no que tange questões sociais e ambientais. Deste encontro surgiu os Princípios do Equador, que seriam critérios ambientais e sociais mínimos para a concessão de crédito para projetos. Em 2003, os maiores bancos de financiamento internacional aderiram aos Princípios do Equador, visando garantir a sustentabilidade, o equilíbrio ambiental, o impacto social e a prevenção de acidentes em empreendimentos. A aplicação destes princípios se dá pelo enquadramento do empreendimento em uma categoria, de acordo com o seu impacto socioambiental: categoria A (alto risco), B (médio risco) e C (baixo risco).

O Brasil é um dos países que aderiu aos Princípios do Equador e possui quatro bancos de capital nacional inseridos nesta classe: Bradesco, Banco do Brasil, Itaú/Itaú BBA e Unibanco. O

Banco Mundial, através do documento *Environmental, Health, and Safety Guidelines for Wind Energy* [17], recomenda que um receptor, localizado nos arredores de um parque eólico, não receba mais de 30 horas anuais de sombreamento e, para uma base diária, não mais que 30 minutos, considerando o pior caso. Para o cálculo do sombreamento, as premissas indicadas neste documento são baseadas em uma norma alemã, descrita abaixo.

A legislação alemã conta hoje com uma norma específica para guiar o cálculo de sombreamento de aerogeradores, esta norma recomenda premissas para o cálculo de sombreamento e delimita limites aceitáveis de sombra para os receptores próximos. De acordo com este documento, o ângulo mínimo do sol no horizonte a ser considerado é 3° e a pá do aerogerador deve encobrir ao menos 20% do sol para ser considerado sombreamento [18]. A distância máxima de propagação é calculada pela fórmula abaixo, onde w é a largura da pá do aerogerador, d é a distância do sol à Terra e o valor 1.097.780 é a medida do diâmetro do sol multiplicado por um fator de forma.

$$D_{máx} = \frac{5wd}{1.097.780}$$

Em outros países como Suécia e Dinamarca, não há normas específicas para este cálculo, apenas limitações quanto ao tempo total de sombreamento, em horas, aceitável por ano. Este valor varia de 10 e 8 horas, respectivamente, considerando o caso real (dependente do clima).

A sombra de um rotor se propaga horizontalmente a uma distância que depende do ângulo do sol e do comprimento das pás do aerogerador. Quando o sol fica muito baixo no horizonte, a distância de propagação se torna muito longa e a sombra se dissipa antes de atingir o solo (ou o receptor) devido à influência da atmosfera. No modelo do *windPRO* a propagação da sombra é calculada considerando a cobertura de no mínimo 20% do disco de sol. Como no Brasil não há nenhuma legislação específica para o caso de sombreamento de aerogeradores, optou-se por considerar as recomendações do Banco Mundial, através dos Princípios do Equador, e a norma alemã ([17] e [18]). O próprio software *windPRO* recomenda como valores padrões aqueles indicados na norma alemã, para locais onde não há regulação específica [19].

Com relação aos receptores, assume-se que as janelas estão situadas a 1 metro do solo, possuem área de abertura de 1 m² e inclinação de 0°. Estes valores são recomendados como padrão [19], dado que não é usual fazer uma inspeção de campo para medir meticulosamente estas dimensões em cada edificação presente no terreno. Considerando o pior caso nas simulações, assume-se também que estas aberturas estão sempre perpendiculares (90°) aos aerogeradores, este modo de cálculo é chamado de “Modo estufa”.

A trajetória do sol ao longo do ano também é avaliada, de modo a simular a direção do sombreamento. A figura abaixo mostra a variação da trajetória do sol nos períodos de verão e inverno para as latitudes próximas a Linha do Equador.

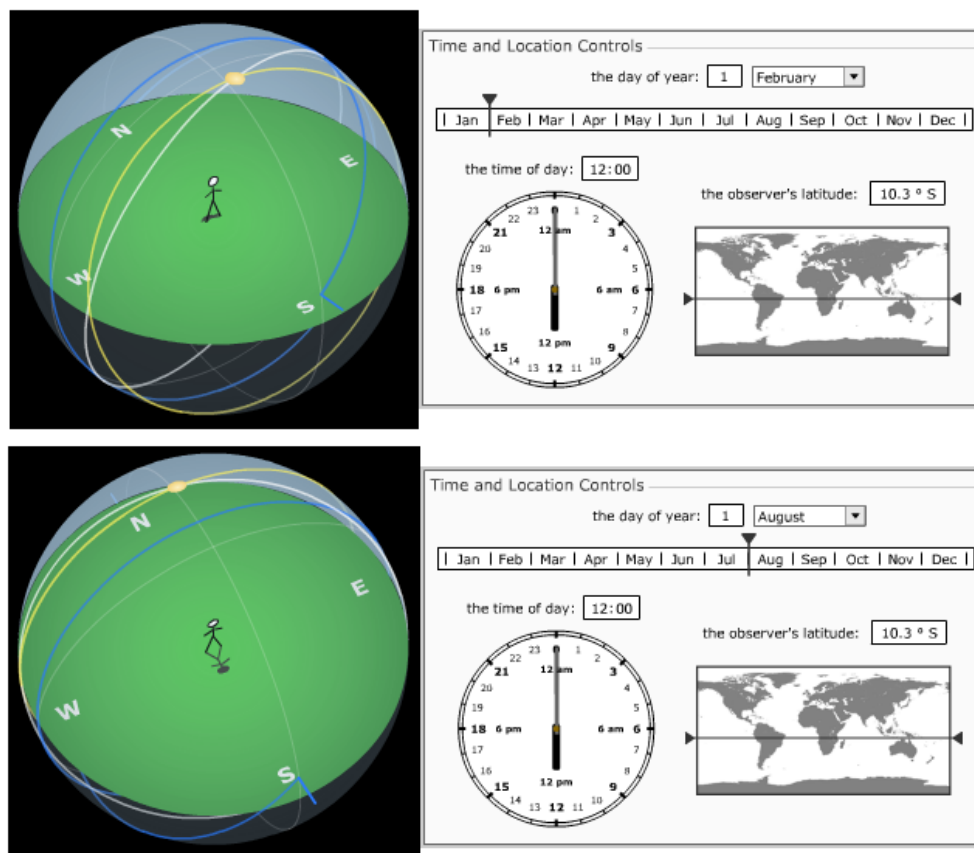


Figura 2.40 - Variação da trajetória solar ao longo do ano. Fonte: [20]

Ao longo de 1 ano completo de dados, a cada 1 minuto, a posição do sol em relação ao disco do rotor do aerogerador e a sombra resultante são calculados. Se a sombra do disco do rotor, que neste cálculo é assumida como uma sombra sólida, a qualquer momento alcança uma janela do receptor, será registrado 1 minuto de impacto potencial de sombra.

Os cálculos foram realizados para dois casos, o Pior Caso e o Caso real, os resultados são apresentados a seguir. No pior caso, o aerogerador é considerado como operante 100% do tempo, sol brilhando o dia todo e rotor sempre perpendicular ao sol. Se a projeção da sombra do rotor alcança um receptor, 1 minuto de sombra potencial é registrado. Já no caso real, o cálculo é realizado mesma forma, porém a série temporal de dados anemométricos é levada em consideração para calcular quando o aerogerador estará operando e em qual direção o rotor estará posicionado¹, permitindo assim estimar o momento e a orientação da sombra produzida. No Caso real também são consideradas as médias de horas de sol por dia no local.

¹ Sistema de yaw – No acoplamento entre a nacela de um aerogerador e a sua torre há um sistema de rolamento acionado por motores geralmente elétricos. Quando a direção do vento medida no parque muda, este sistema é acionado e promove a rotação e alinhamento do rotor com a nova direção. Desta forma o plano das pás da turbina buscará sempre uma posição perpendicular à direção principal, proporcionando assim o melhor aproveitamento da energia cinética do vento.

2.7.5. Resultados

As simulações foram conduzidas de modo a estimar o sombreamento causado pelos 130 aerogeradores na região de abrangência do Complexo de Geração Eólica Bojuru. O mapa abaixo apresenta os resultados. Para melhor visualização dos resultados serão apresentados os mapas da área total e posteriormente em 2 regiões, sul e norte.

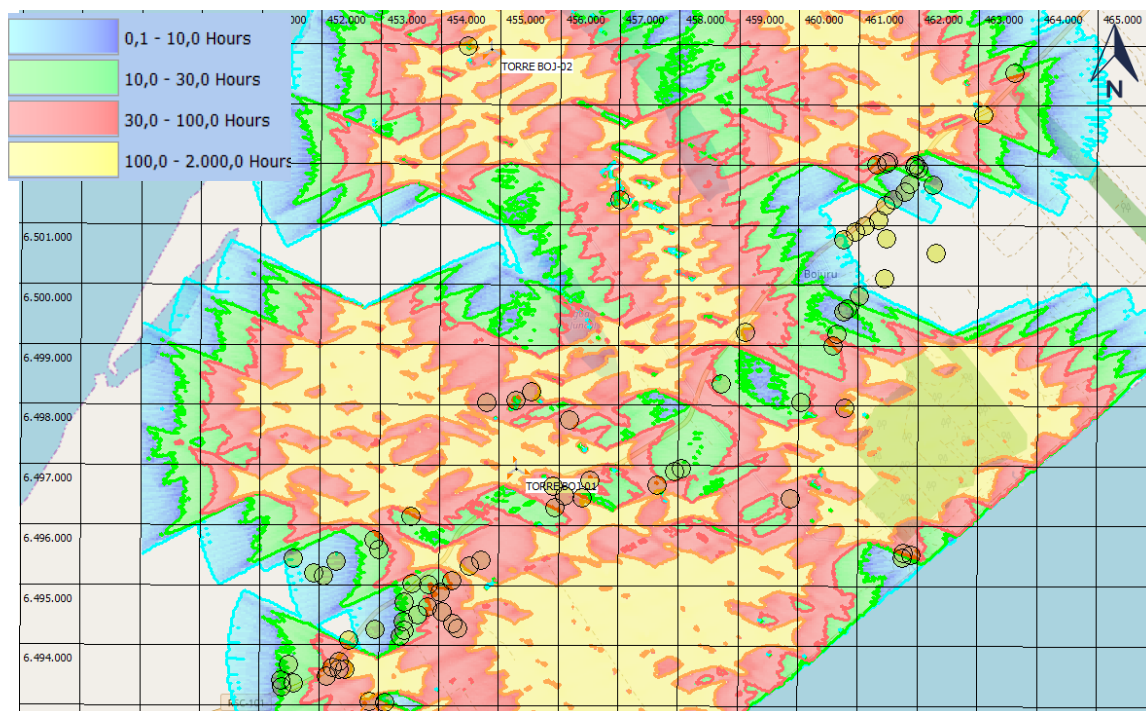


Figura 2.41 - Mapa de sombreamento, considerando o pior caso (horas de sombreamento por ano)

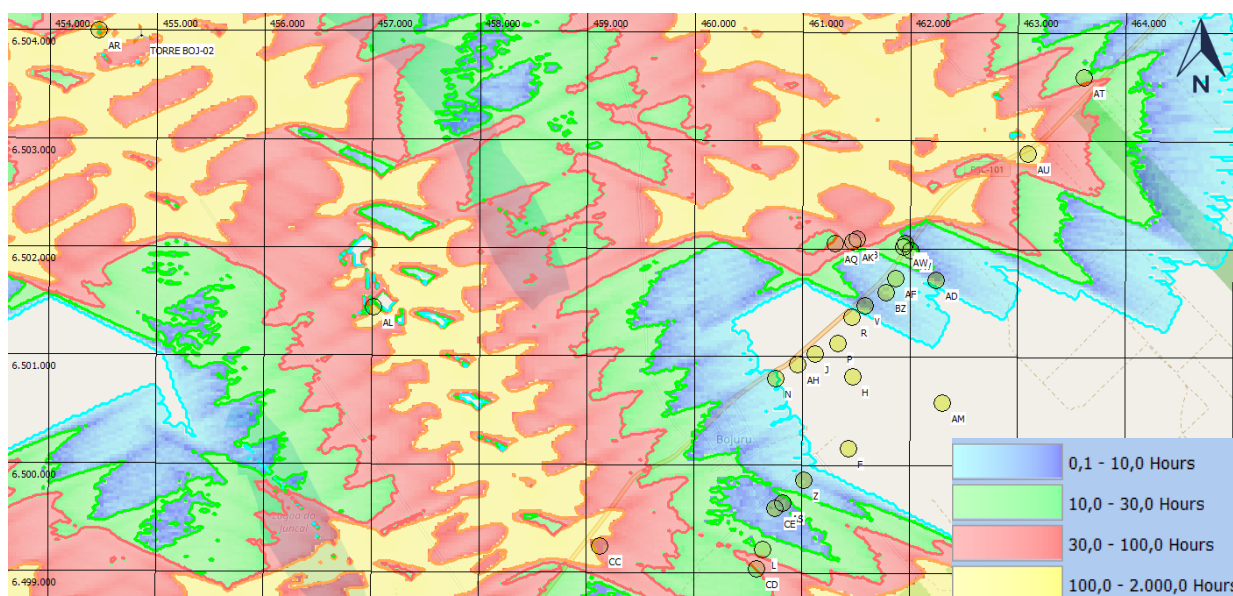


Figura 2.42 - Mapa de sombreamento da Área Norte, considerando o pior caso (horas de sombreamento por ano)

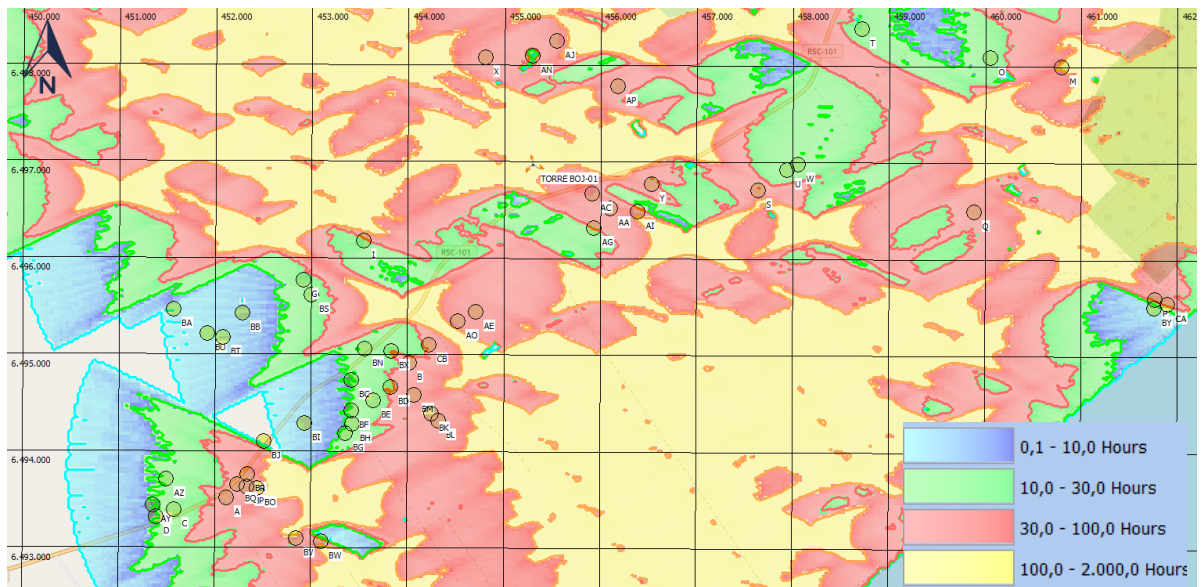


Figura 2.43 - Mapa de sombreamento da Área Sul, considerando o pior caso (horas de sombreamento por ano)

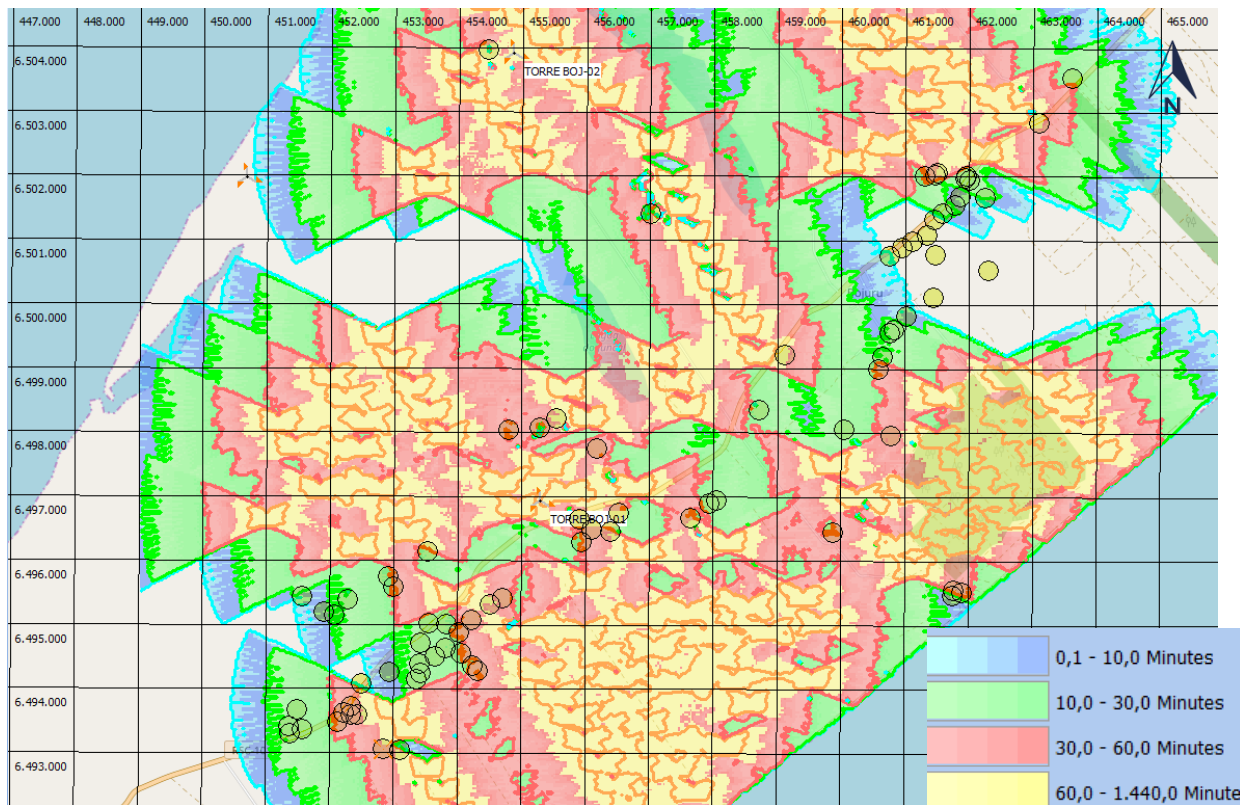


Figura 2.44 - Mapa de sombreamento, considerando o pior caso (horas de sombreamento por dia)

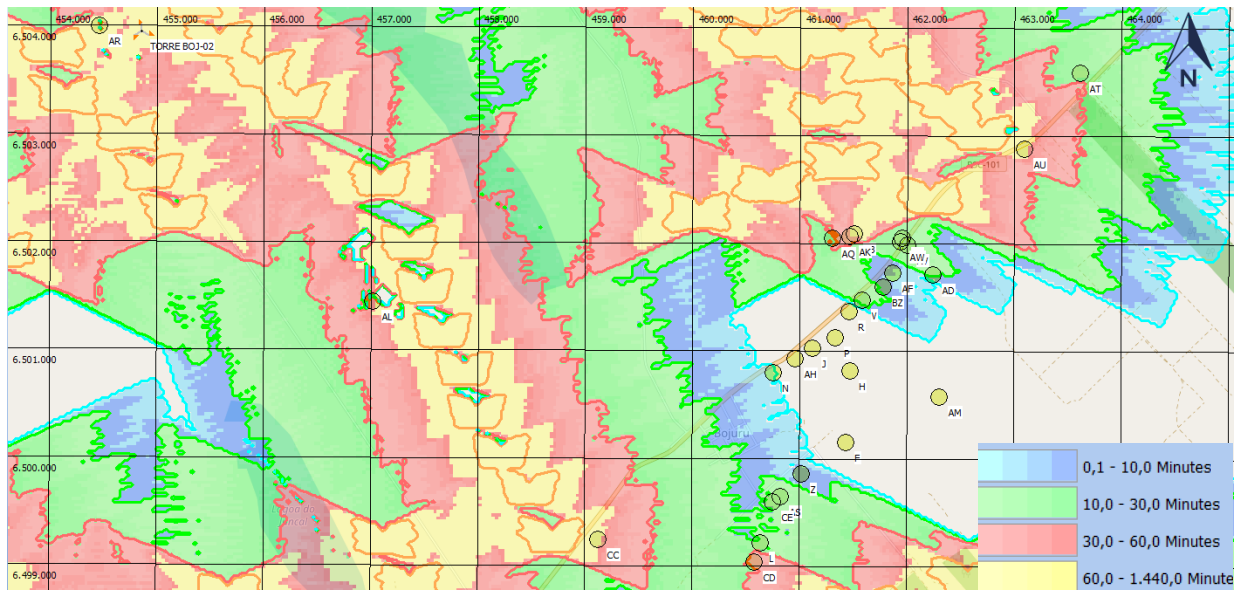


Figura 2.45 - Mapa de sombreamento da Área Norte, considerando o pior caso (horas de sombreamento por dia)

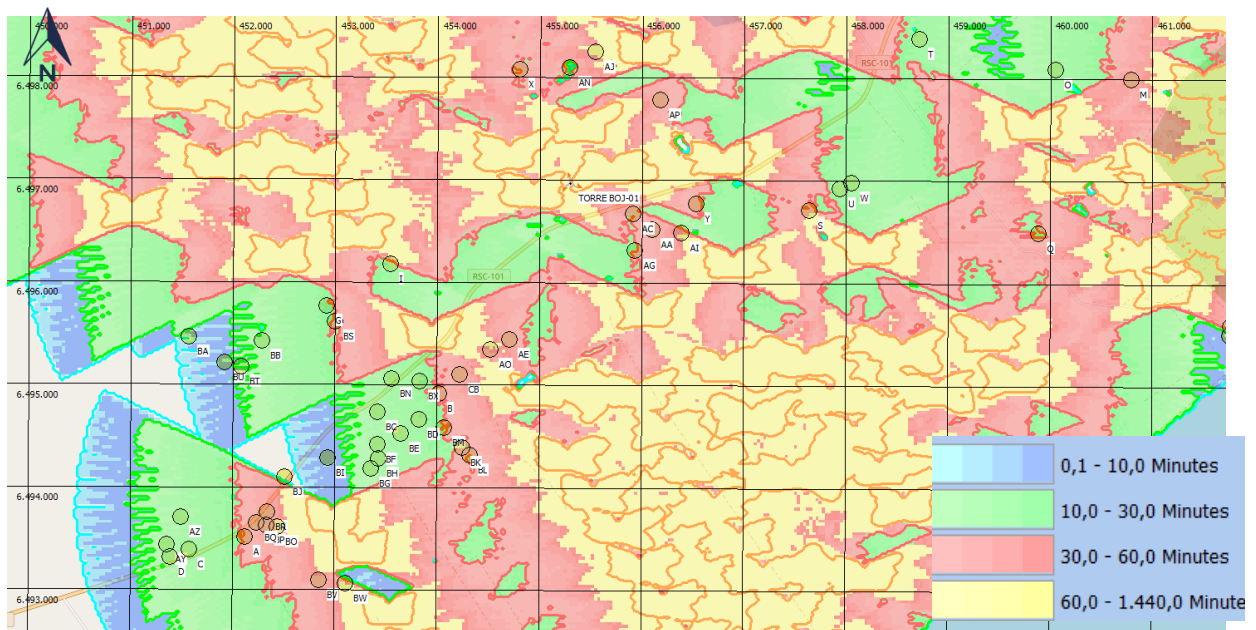


Figura 2.46 - Mapa de sombreamento da Área Sul, considerando o pior caso (Horas de Sombreamento por dia)

Analisando os limites permitidos para o pior caso, temos que 49 edificações encontram-se dentro dos limites permitidos para o limite máximo de sombreamento anual, enquanto que 50 encontram-se dentro limite de sombreamento máximo diário permitido pelo Banco Mundial, através do documento *Environmental, Health, and Safety Guidelines for Wind Energy*.

Há uma redução significativa das horas anuais com possibilidade de sombreamento quando se considera o caso real. Entretanto, devido ao diferente limite de sombreamento



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

permitted, it is possible to observe that for the real case only 46 buildings are found within the permitted range, considering a limit of 8 hours annually. The scenario becomes slightly more favorable when we analyze the limit of 10 hours annually, in which 53 buildings fit within the limit permitted by the Swiss and Danish legislations.

For each receptor and also for each aerogenerator, a detailed analysis of shading was conducted for every 1 minute of the year of measurements.

Tabela 2.17 - Resultado do Sombreamento por Edificação Habitada

Edificação	Pior Caso		Caso Real		Comparação com o Limite Permitido Pior Caso		Comparação com o Limite Permitido Caso Real	
	Dias por ano [dias/ano]	Horas por ano [h/ano]	Máximo de horas por dia [h/dia]	Horas por ano [h/ano]	Horas por ano [h/ano]	Máximo de horas por dia [h/dia]	Horas por ano [h/ano] Limite 8 Horas	Horas por ano [h/ano] Limite 10 Horas
A	141	46:33:00	00:33	14:53	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
B	145	42:30:00	00:36	13:22	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
C	98	15:53	00:19	05:00	Ok	Ok	Ok	Ok
D	81	10:39	00:15	03:21	Ok	Ok	Ok	Ok
E	91	34:52:00	00:38	08:12	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	Ok	EXECEDE OS LIMITES
F	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
G	122	25:10:00	00:29	07:17	Ok	Ok	Ok	Ok
H	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
I	115	27:36:00	00:26	08:12	Ok	Ok	Ok	EXECEDE OS LIMITES
J	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
K	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
L	119	13:05	00:11	03:56	Ok	Ok	Ok	Ok
M	255	107:35:00	00:47	35:55:00	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
N	31	01:54	00:05	00:44	Ok	Ok	Ok	Ok
O	99	17:27	00:19	05:26	Ok	Ok	Ok	Ok
P	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
Q	213	52:45:00	00:34	16:30	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
R	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
S	132	42:43:00	00:36	11:35	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
T	111	25:44:00	00:25	06:43	Ok	Ok	Ok	Ok
U	76	15:41	00:25	04:28	Ok	Ok	Ok	Ok
V	42	08:23	00:14	01:52	Ok	Ok	Ok	Ok

Edificação	Pior Caso		Caso Real		Comparação com o Limite Permitido Pior Caso		Comparação com o Limite Permitido Caso Real	
	Dias por ano [dias/ano]	Horas por ano [h/ano]	Máximo de horas por dia [h/dia]	Horas por ano [h/ano]	Horas por ano [h/ano]	Máximo de horas por dia [h/dia]	Horas por ano [h/ano] Limite 8 Horas	Horas por ano [h/ano] Limite 10 Horas
W	79	13:53	00:22	04:03	Ok	Ok	Ok	Ok
X	187	48:27:00	00:33	14:24	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
Y	145	41:19:00	00:33	10:46	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
Z	50	04:03	00:07	01:16	Ok	Ok	Ok	Ok
AA	182	62:18:00	00:37	17:54	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AB	111	71:34:00	01:05	20:36	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AC	198	79:32:00	00:37	22:43	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AD	51	07:49	00:13	01:47	Ok	Ok	Ok	Ok
AE	192	51:43:00	00:44	15:17	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AF	24	02:55	00:11	00:46	Ok	Ok	Ok	Ok
AG	118	31:31:00	00:30	08:44	EXECEDE OS LIMITES	Ok	Ok	EXECEDE OS LIMITES
AH	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
AI	162	67:20:00	00:59	20:21	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AJ	122	65:31:00	01:12	21:03	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AK	108	48:23:00	00:40	15:00	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AL	193	125:38:00	00:55	40:53:00	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AM	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
AN	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
AO	180	66:52:00	00:57	18:26	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AP	125	44:36:00	00:47	15:21	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AQ	113	36:50:00	00:30	11:34	EXECEDE OS LIMITES	Ok	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AR	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
AS	65	07:50	00:13	02:25	Ok	Ok	Ok	Ok



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

Edificação	Pior Caso		Caso Real		Comparação com o Limite Permitido Pior Caso		Comparação com o Limite Permitido Caso Real	
	Dias por ano [dias/ano]	Horas por ano [h/ano]	Máximo de horas por dia [h/dia]	Horas por ano [h/ano]	Horas por ano [h/ano]	Máximo de horas por dia [h/dia]	Horas por ano [h/ano] Limite 8 Horas	Horas por ano [h/ano] Limite 10 Horas
AT	115	19:24	00:22	06:40	Ok	Ok	Ok	Ok
AU	257	157:09:00	01:03	43:47:00	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
AV	72	13:06	00:19	03:21	Ok	Ok	Ok	Ok
AW	76	15:16	00:21	03:54	Ok	Ok	Ok	Ok
AX	66	13:08	00:21	03:25	Ok	Ok	Ok	Ok
AY	61	08:49	00:15	02:44	Ok	Ok	Ok	Ok
AZ	76	12:19	00:18	03:47	Ok	Ok	Ok	Ok
BA	14	01:04	00:06	00:19	Ok	Ok	Ok	Ok
BB	22	03:57	00:15	01:14	Ok	Ok	Ok	Ok
BC	66	10:14	00:17	03:08	Ok	Ok	Ok	Ok
BD	154	27:36:00	00:24	08:37	Ok	Ok	Ok	EXECEDE OS LIMITES
BE	123	19:54	00:20	06:17	Ok	Ok	Ok	Ok
BF	84	11:29	00:16	03:37	Ok	Ok	Ok	Ok
BG	96	12:18	00:14	03:55	Ok	Ok	Ok	Ok
BH	90	12:40	00:15	04:02	Ok	Ok	Ok	Ok
BI	35	03:14	00:09	01:02	Ok	Ok	Ok	Ok
BJ	0	00:00	00:00	00:00	Ok	Ok	Ok	Ok
BK	173	56:06:00	00:36	18:42	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
BL	223	62:31:00	00:31	20:13	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
BM	201	49:46:00	00:30	15:49	EXECEDE OS LIMITES	Ok	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
BN	66	12:17	00:20	03:46	Ok	Ok	Ok	Ok
BO	123	70:55:00	00:50	22:46	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
BP	104	51:19:00	00:43	16:13	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES

Edificação	Pior Caso		Caso Real		Comparação com o Limite Permitido Pior Caso		Comparação com o Limite Permitido Caso Real	
	Dias por ano [dias/ano]	Horas por ano [h/ano]	Máximo de horas por dia [h/dia]	Horas por ano [h/ano]	Horas por ano [h/ano]	Máximo de horas por dia [h/dia]	Horas por ano [h/ano] Limite 8 Horas	Horas por ano [h/ano] Limite 10 Horas
BQ	89	39:07:00	00:38	12:09	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
BR	113	57:03:00	00:45	17:52	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
BS	91	21:28	00:31	06:22	Ok	EXECEDE OS LIMITES	Ok	Ok
BT	20	02:40	00:11	00:50	Ok	Ok	Ok	Ok
BU	16	01:58	00:09	00:37	Ok	Ok	Ok	Ok
BV	138	67:15:00	00:42	21:08	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
BW	70	59:40:00	01:02	18:32	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
BX	119	27:08:00	00:25	08:27	Ok	Ok	Ok	EXECEDE OS LIMITES
BY	32	03:04	00:10	00:58	Ok	Ok	Ok	Ok
BZ	31	03:51	00:11	00:59	Ok	Ok	Ok	Ok
CA	94	34:59:00	00:35	08:07	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	Ok	EXECEDE OS LIMITES
CB	111	36:00:00	00:41	10:59	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
CC	160	84:54:00	01:04	24:52:00	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES
CD	125	31:52:00	00:34	09:40	EXECEDE OS LIMITES	EXECEDE OS LIMITES	Ok	EXECEDE OS LIMITES
CE	59	06:54	00:12	02:08	Ok	Ok	Ok	Ok

A próxima tabela apresenta os resultados semelhantes, porém associando as horas de sombreamento aos aerogeradores responsáveis pela sombra.

Tabela 2.18 - Principais resultados de sombreamento por aerogerador

Nº AEG*	Modelo	Pior caso [h/ano]	Caso real [h/ano]
1-BOJ-I	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	14:25:00	03:59:00
1-BOJ-II	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
1-BOJ-III	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
1-BOJ-IV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
1-BOJ-IX	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
1-BOJ-V	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
1-BOJ-VI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
1-BOJ-VII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
1-BOJ-VIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
1-BOJ-X	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
1-BOJ-XI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
1-BOJ-XII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
1-BOJ-XIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
1-BOJ-XIV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	03:11:00	06:44:00
1-BOJ-XV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	37:17:00	13:59:00
1-BOJ-XVI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	19:59:00	6:09:00
1-BOJ-XVII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
2-BOJ-I	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	01:17:00	00:16:00
2-BOJ-II	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	01:06:00	00:19:00
2-BOJ-III	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
2-BOJ-IV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
2-BOJ-IX	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
2-BOJ-V	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
2-BOJ-VI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	11:14:00	19:07:00
2-BOJ-VII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
2-BOJ-VIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
2-BOJ-X	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
2-BOJ-XI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
2-BOJ-XII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
2-BOJ-XIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
2-BOJ-XIV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
2-BOJ-XV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	1:57:00	0:36:00
2-BOJ-XVI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	10:42:00	3:19:00
2-BOJ-XVII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
3-BOJ-I	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	06:13:00	01:27:00
3-BOJ-II	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:54:00	00:17:00
3-BOJ-III	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	9:03:00	2:18:00
3-BOJ-IV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
3-BOJ-IX	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
3-BOJ-V	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
3-BOJ-VI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	01:36:00	13:07:00
3-BOJ-VII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	63:12:00	21:05:00
3-BOJ-VIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	3:01:00	0:51:00
3-BOJ-X	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
3-BOJ-XI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
3-BOJ-XII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
3-BOJ-XIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
3-BOJ-XIV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	01:36:00	00:29:00
3-BOJ-XV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	15:09:00	04:36:00
3-BOJ-XVI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	33:19:00	10:29:00
3-BOJ-XVII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
4-BOJ-I	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
4-BOJ-II	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	02:53:00	01:05:00



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

Nº AEG*	Modelo	Pior caso [h/ano]	Caso real [h/ano]
4-BOJ-III	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	18:05:00	5:36:00
4-BOJ-IV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
4-BOJ-IX	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
4-BOJ-V	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
4-BOJ-VI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	09:32:00	02:17:00
4-BOJ-VII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	62:26:00	19:27:00
4-BOJ-VIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	4:34:00	1:30:00
4-BOJ-X	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
4-BOJ-XI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
4-BOJ-XII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
4-BOJ-XIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
4-BOJ-XIV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	10:31:00	10:36:00
4-BOJ-XV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	08:53:00	13:55:00
4-BOJ-XVI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	28:13:00	8:47:00
4-BOJ-XVII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	03:04	00:56
5-BOJ-I	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
5-BOJ-II	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
5-BOJ-III	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	10:59:00	3:01:00
5-BOJ-IV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
5-BOJ-IX	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	21:16:00	05:50:00
5-BOJ-V	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
5-BOJ-VI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	14:04:00	04:07:00
5-BOJ-VII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	6:17:00	01:57:00
5-BOJ-VIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	97:21:00	33:33:00
5-BOJ-X	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
5-BOJ-XI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
5-BOJ-XII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	1:02:00	0:18:00
5-BOJ-XIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
5-BOJ-XIV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
5-BOJ-XV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	01:50:00	00:33:00
5-BOJ-XVI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	00:00:00
5-BOJ-XVII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00	00:00
6-BOJ-I	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
6-BOJ-II	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
6-BOJ-III	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	30:27:00	8:10:00
6-BOJ-IV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
6-BOJ-IX	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	23:15:00	06:05:00
6-BOJ-V	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
6-BOJ-VI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	34:27:00	11:30:00
6-BOJ-VII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
6-BOJ-VIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	41:36:00	09:50:00
6-BOJ-X	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	03:45:00	01:08:00
6-BOJ-XI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	20:31:00	6:18:00
6-BOJ-XII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	5:19:00	1:37:00
6-BOJ-XIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
6-BOJ-XIV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
6-BOJ-XV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	03:15:00	01:01:00
6-BOJ-XVI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
6-BOJ-XVII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	01:08	00:20
7-BOJ-II	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	17:02:00	08:19:00
7-BOJ-III	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	53:40:00	14:27:00
7-BOJ-IV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	0:00:00	0:00:00
7-BOJ-IX	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	04:22:00	01:07:00
7-BOJ-VII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
7-BOJ-VIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	04:07:00	07:11:00
7-BOJ-X	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	07:04:00	07:57:00
7-BOJ-XI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	30:02:00	9:04:00
7-BOJ-XII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	20:37:00	6:17:00

Nº AEG*	Modelo	Pior caso [h/ano]	Caso real [h/ano]
7-BOJ-XIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	01:12:00	00:21:00
7-BOJ-XIV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	3:26:00	1:07:00
7-BOJ-XV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	15:11:00	4:50:00
7-BOJ-XVI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	22:05:00	06:51:00
7-BOJ-XVII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	06:36	02:02
8-BOJ-III	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	29:21:00	10:07:00
8-BOJ-IX	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	01:09:00	00:19:00
8-BOJ-VII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	00:00:00	00:00:00
8-BOJ-VIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	05:00:00	21:33:00
8-BOJ-X	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	05:23:00	23:40:00
8-BOJ-XI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	67:17:00	20:44:00
8-BOJ-XII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	38:51:00	12:04:00
8-BOJ-XIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	03:06:00	00:56:00
8-BOJ-XIV	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	2:00:00	0:36:00
8-BOJ-XVI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	18:19:00	05:31:00
9-BOJ-III	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	35:37:00	9:13:00
9-BOJ-X	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	11:16:00	19:55:00
9-BOJ-XI	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	99:49:00	31:39:00
9-BOJ-XIII	ENERCON E126 3,5 MW HH116 m	16:16:00	05:13:00

2.7.6. Análise dos Resultados

A análise de sombreamento permitiu identificar os pontos mais sensíveis ao sombreamento e os aerogeradores mais problemáticos.

Considerando o pior caso, os receptores que sofrem maior influência, com mais de 100 horas de sombreamento por ano são o receptor AU, que recebe um sombreamento anual de aproximadamente 157 h 09 min por ano, o receptor AL recebe um sombreamento anual de aproximadamente 125h 38 min por ano, o receptor M recebe um sombreamento anual de aproximadamente 107h 35 min por ano. Em uma base diária, os receptores mais afetados são o receptor AJ, recebendo um máximo de 72 minutos/dia, o receptor AB recebendo um máximo de 75 minutos/dia, o receptor CC recebendo um máximo de 74 minutos/dia, o receptor AU recebendo um máximo de 73 minutos/dia e o receptor BW recebendo um máximo de 72 minutos/dia. Neste cenário, 34 receptores têm sombreamento maior do que o limite de 30 h/ano recomendado pelo Banco Mundial e pela norma alemã ([17] e [18]). Em uma análise diária, são 32 os receptores que recebem mais que 30 min/dia de sombreamento, ultrapassando os limites especificados.

Os aerogeradores 9-BOJ-X, 5-BOJ-IX, 7-BOJ-II, 7-BOJ-X causam sombreamento superior a 100 horas anuais, considerando o pior caso. Os aerogeradores 9-BOJ-XI, 1-BOJ-XIV, 5-BOJ-VIII, 8-BOJ-X, 8-BOJ-VIII, 8BOJ-XI, 3-BOJ-VII, 4-BOJ-VII, 2-BOJ-VI, 4-BOJ-XV e 7-BOJ-III, possuem sombreamento superior a 50 horas anuais para o pior caso. Os períodos mais críticos para os receptores é início do dia e final do dia, no período compreendido entre as 06:30 e 08:00 e entre 17:00 e 18:30.

Os resultados de uma análise de sombreamento não devem ser avaliados isoladamente. Além do posicionamento dos receptores de sombras, as suas características ocupacionais devem ser consideradas. Por exemplo, para o caso de alguma igreja, escola, comércio, deve-se levar em consideração os períodos em que a edificação está ocupada.



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

Recomenda-se que seja realizado um levantamento pontual nas edificações e regiões mais afetadas, para que seja possível verificar para a fase de Licenciamento Ambiental de Instalação as características ocupacionais destas edificações permitindo assim a análise do real impacto fomentando o estudo e visando adotar medidas mais realistas a situação em questão.

De qualquer forma, é importante ressaltar ainda, que existem outras medidas possíveis para amenizar eventuais problemas, como o plantio de árvores ao redor das casas, assim como já é feito em muitas residências locais para proteção contra o vento. Ou seja, qualquer tomada de decisão deve ser baseada na análise conjunta dos fatores técnicos e sociais do local.

2.8. ESTUDOS DE RUÍDO

O problema de geração sonora foi acentuado nos primeiros modelos de aerogeradores desenvolvidos, com o avanço das pesquisas e tecnologias os modelos que compõe o mercado hoje já possuem mecanismos adaptados para contornar este problema. O foco da tecnologia atual é a redução de ruído mecânico e aerodinâmico.

Para o controle de vibrações indesejadas, uma fonte de ruído, amortecedores internos são empregados na nacelle, assim como materiais isolantes e revestimento completo do compartimento, a fim de evitar a propagação de qualquer ruído gerado pelos equipamentos internamente. A velocidade de rotação das pás também é controlada em uma faixa delimitada, de forma que a potência da máquina não seja reduzida e a poluição sonora não seja significativa. Para controlar a geração de ruídos oriunda do escoamento do fluxo de ar, o ângulo de ataque das pás é controlado de modo a evitar a formação de uma camada limite de fluido turbulenta na superfície de escoamento.

Além da escolha de um modelo de aerogerador com alta tecnologia, durante o Projeto Básico do CGE BOJURU um raio de 400 m foi considerado como área de exclusão para a alocação de turbinas ao redor de qualquer edificação no site, assegurando assim a mínima interferência na comunidade local. Também, foi mantida uma distância de 1,5 km da vila do distrito de Bojuru, conforme requisição da FEPAM em outros empreendimentos deste tipo.

Por fim, um monitoramento do local será feito antes da instalação das torres eólicas e durante toda a vida útil do parque, possibilitando não só o controle de ruídos gerados, mas também criando um banco de dados inéditos na região, cujas informações poderão ser utilizadas por órgãos como IBAMA, ICMBIO e FEPAM.

2.8.1. Medições do Ruído Ambiente

A medição de ruídos em campo encontra-se no volume 2 – descrito no componente do meio físico.



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

2.9. PROJEÇÃO VISUAL

A seguir algumas imagens indicando com a projeção visual da simulação do Complexo de Geração Eólica Bojuru.

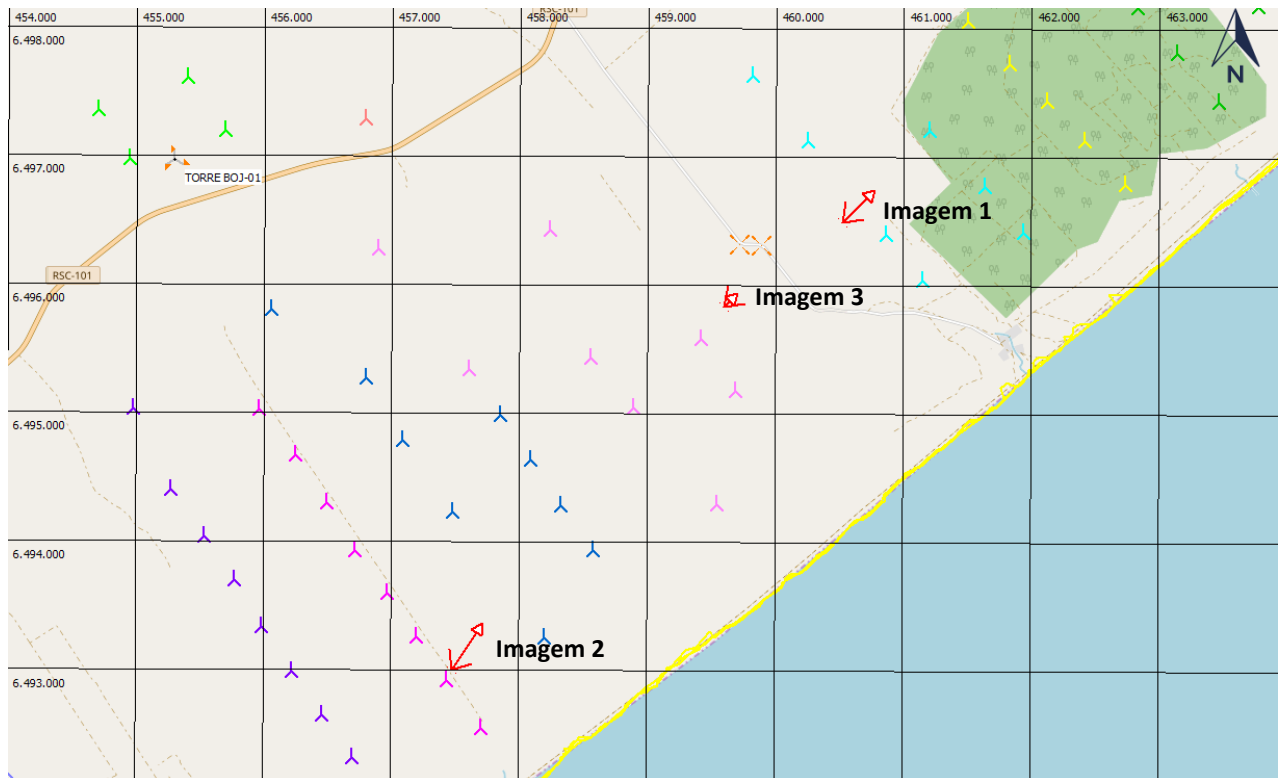


Figura 2.47 - Posição das Projeções Visuais realizadas para o Complexo de Geração Eólica Bojuru



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 2.48 - Projeção Visual a partir da Imagem 1



Figura 2.49 - Projeção Visual a partir da Imagem 2



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 2.50 - Projeção Visual a partir da Imagem 3



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 2.51 - Projeção Visual a partir de imagem do Google Earth, com a Barra Falsa localizado do lado esquerdo da imagem, e o Oceano Atlântico ao fundo

3. LINHA DE TRANSMISSÃO

O presente documento contém uma descrição geral dos diversos aspectos relacionados ao estudo preliminar da planta do traçado para a Linha de Transmissão (LT), com tensão de 230 kV, que interligará a Subestação do Complexo de Geração Eólica BOJURU à Subestação Povo Novo.

O objetivo deste documento é basear outros estudos, como os que indicarão a viabilidade socioambiental do Complexo Eólico. Em fases posteriores de desenvolvimento do empreendimento, será realizada a consolidação do projeto da Linha de Transmissão, bem como um maior detalhamento de todos os itens e estruturas necessários.

3.1. DESCRIÇÃO GERAL

Com o intuito de escoar a geração de energia elétrica do Complexo de Geração Eólica (CGE) BOJURU, está sendo planejada uma Linha de Transmissão (LT) de uso exclusivo, com tensão de 230 kV, ligando a Subestação (SE) do CGE BOJURU à Subestação (SE) Povo Novo, com aproximadamente 140 km de extensão.

A referida Linha de Transmissão partirá da Subestação (SE) CGE BOJURU 230/34,5 kV e se conectará à Subestação Povo Novo 525/230 kV, no município de Rio Grande, distrito de Povo Novo, atravessando o canal de Rio Grande, em traçado paralelo a travessia já existente, pertencente da CEEE (Comissão Estadual de Energia Elétrica). O traçado da Linha de Transmissão, objeto desse estudo, é subdividido em três trechos, conforme a seguir.

- Trecho I
 - Aéreo (entre os vértices MV-01 até MV-23);
 - Extensão: 93,5 km;
 - Tensão: 230 kV;
 - Faixa de servidão: 50 m;
 - Números de circuitos e fases: Circuito duplo, dois cabos condutores por fase;
 - Número aproximado de torres: 264;
 - Distância média entre torres: 331 m;
 - Tipos de torres: Autoportantes.
 - Tipo e dimensão das bases: Conforme apresentado no subitem 3.3.
- Trecho II
 - Subaquático (entre os vértices MV-23 e MV-24),
 - Extensão: 2,2 km;
 - Tensão: 230 kV;
 - Faixa de servidão: 115 m;
 - Números de circuitos e fases: Circuito simples, um cabo condutor por fase;
 - Distância média entre cabos: 25 m.
- Trecho III
 - Aéreo (entre os vértices MV-24 até MV-41);
 - Extensão: 44,3 km;
 - Tensão: 230 kV;

- Faixa de servidão: 50 m;
- Números de circuitos e fases: Circuito duplo, dois cabos condutores por fase;
- Número aproximado de torres: 129;
- Distância média entre torres: 313 m;
- Tipos de Torres: Autoportantes.
- Tipo e dimensão das bases: Conforme apresentado no subitem 2.2.

Os cabos condutores MCM 1113 - *Bluejay*, bem como o cabo óptico e OPGW que formam os trechos I e III da LT 230 kV BOJURU – Povo Novo ancoram em estruturas de transição (também conhecida como pórtico de fim de linha), antes de percorrerem o trecho II, subaquático, entre os vértices MV-23 e MV-24.

O ponto transição tem como principal função ser meio intermediário para realizar a transição entre o trecho aéreo e subaquático. Como o trecho II, subaquático, deverá operar somente em conjunto com a linha aérea e vice-versa, não haverá a necessidade de utilização de disjuntores ou chaves, sendo feita somente a conexão direta por meio de “jump”, portanto foi previsto apenas a instalação de para-raios.

- **Premissa de projeto quanto ao alteamento de torres e tipos de estruturas a serem utilizadas em fragmentos florestais**

O traçado final da linha de transmissão será elaborado somente após a obtenção da Licença Ambiental Prévia e a venda da energia do empreendimento em Leilão de Energia. Somente após este evento poderá se ter maior certeza sobre o ponto de conexão do empreendimento. Depois disto, será feito um levantamento em campo para definir todos os vértices da Linha de Transmissão, evitando áreas de interesse ambiental, que necessitem de supressão de vegetação, áreas próximas a locais urbanizados e outras restrições, bem como os requisitos das prefeituras locais. Depois de realizado o levantamento em campo, será possível definir a altura e posicionamento de torres especiais, da Linha de Transmissão, que venham a ser necessárias para evitar supressão de vegetação.

A elaboração de um projeto detalhado da Linha de Transmissão é serviço de alto custo, e não justifica sua elaboração para o pedido da Licença Prévia, sendo que ele provavelmente sofrerá alterações antes da implantação.

- **Distâncias elétricas de segurança e sistema de aterramento de estruturas e cercas**

Pelos motivos citados anteriormente, o detalhamento das distâncias elétricas de segurança e do sistema de aterramento de estruturas e cercas será realizado juntamente com o projeto executivo. Momento este em que estará disponível o traçado final da linha de transmissão.

- **Suportabilidade contra descargas atmosféricas**

Este item também será detalhado com o projeto executivo da Linha de Transmissão.

- **Características das fontes de distúrbios e interferências, tais como interferências em sinais de rádio e TV, ruído audível, corona visual, escoamento de correntes elétricas**

Este item também será detalhado com o projeto executivo da Linha de Transmissão.

- **LTs que serão seccionadas, suas respectivas potências e os empreendedores responsáveis por elas**

No momento não há previsão de seccionamento de Linhas.

3.2. CARACTERÍSTICAS DAS TORRES

Os desenhos apresentados neste item são meramente ilustrativos e sem escala, sendo as dimensões apenas indicativas.



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

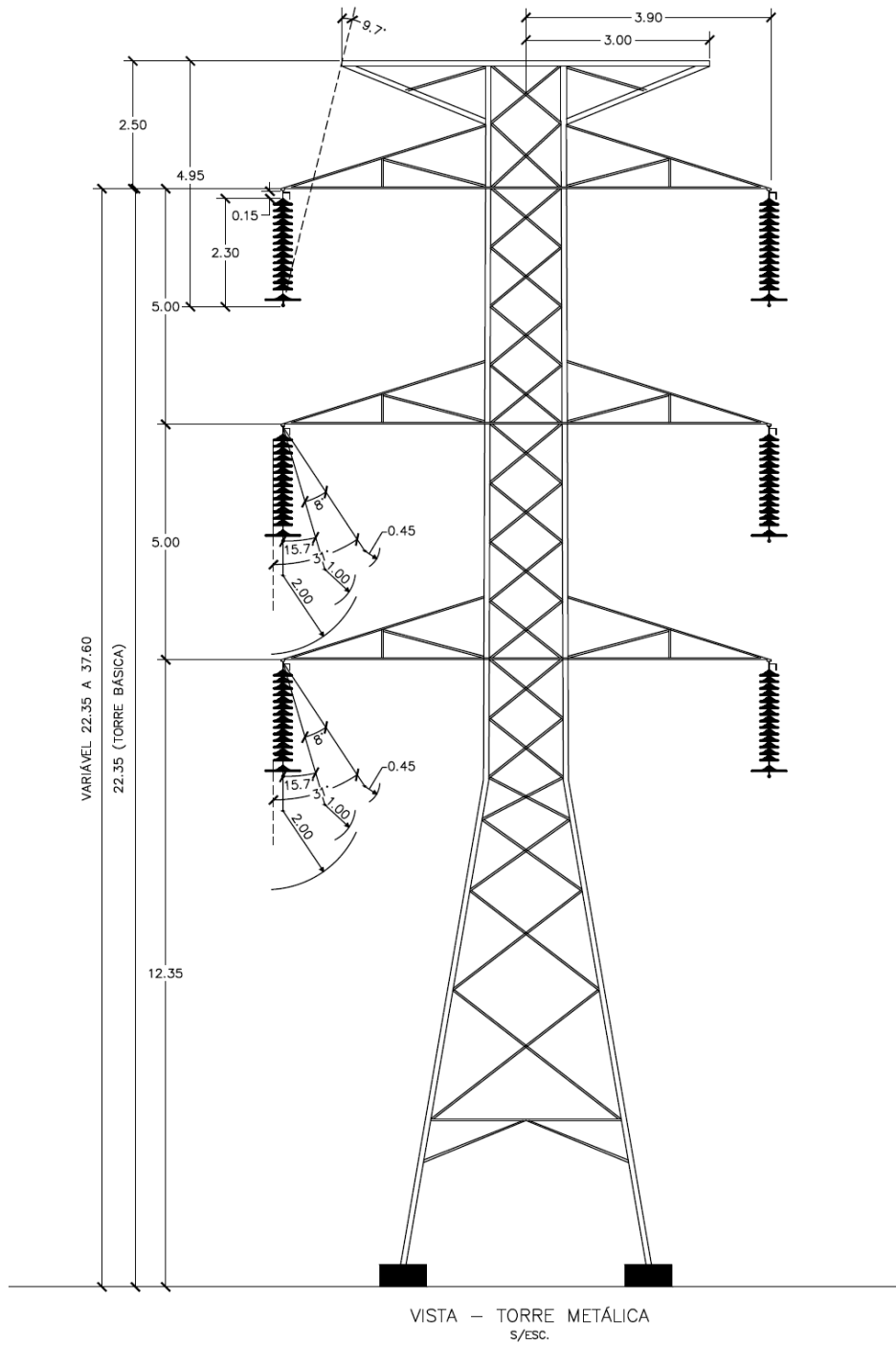


Figura 3.1 - TORRE BP-230 kV (dimensões em metros, exceto onde indicado)

3.3. DESCRIÇÃO DAS FUNDAÇÕES TÍPICAS PARA TORRES AUTOPORTANTES

As dimensões apresentadas são apenas estimativas das possíveis faixas a serem obtidas pelos projetos de fundações.

Os desenhos das fundações apresentados são apenas esquemáticos. As dimensões estão em metro.

3.3.1. Fundação em Tubulão

Consiste numa fundação em concreto armado de forma cilíndrica escavada manualmente a céu aberto ou mecanicamente, com ou sem base alargada, e profundidade variável.

Deve ser utilizada nos solos a profundidades variáveis desde que não ocorra variação do lençol freático que dificulte a escavação ou instabilidade das paredes da cava com risco de desmoronamento. Esta fundação dispensa reaterro e compactação após sua execução, e nos locais íngremes permite uma variação dos afloramentos das pernas da torre adaptando-as à inclinação do terreno diminuindo o impacto ambiental e em casos de surgimento de rocha facilita a substituição do tipo de fundação, inclusive, permitindo um aprofundamento de sua base para compensar a inclinação de terrenos muito acidentados.

Poderá ser feita escavação mecânica nas regiões planas ou pouco onduladas. As escavações dos fustes dos tubulões deverão ser protegidas mecanicamente, por dispositivos que garantam a segurança física dos trabalhadores.

Poderá ser utilizada em locais com nível d'água (NA) elevado em período úmido desde que a escavação e concretagem sejam feitas em período seco e que se leve em conta no seu dimensionamento as características geotécnicas para solo submerso como os empuxos d'água na base da fundação.

A fundação em tubulão também poderá ser adaptada para ser utilizada quando da ocorrência de rocha sã ou pouco fraturada a pequenas profundidades, sendo a escavação prosseguida a fogo ou por rompedores, respectivamente, penetrando na rocha o suficiente para que os esforços de tração sejam absorvidos pela adesão concreto/rocha.

Tabela 3.1 - Estimativas das dimensões para fundação tubulão

D	Db	Lf	Lb	La	L	G
0,80 a 1,20	1,40 a 2,60	4,20 a 7,50	0,20	0,20 a 0,80	4,60 a 8,50	0,20 a 1,50

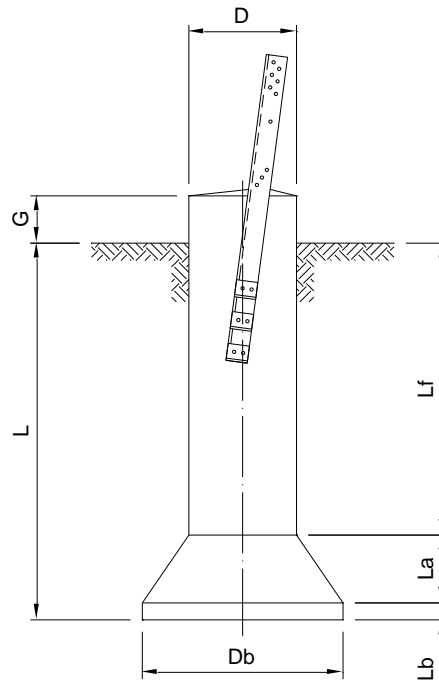


Figura 3.2 - Fundação em Tubulão

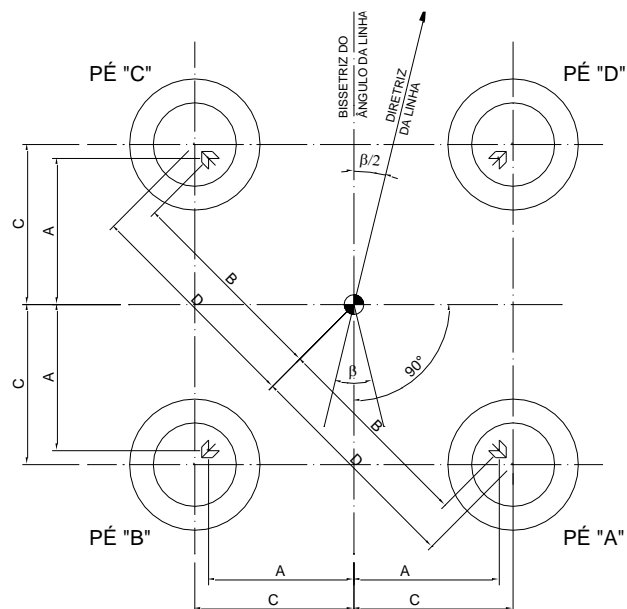


Figura 3.3 - Fundação em Tubulão

3.3.2. Fundação em Sapata

Consiste numa fundação rasa de concreto armado, executada com escavação total, isto é, retirada de todo o terreno localizado acima da cota de assentamento da fundação.

Esta fundação é constituída em geral por uma placa de concreto armado, que recebe o *stub*. O pilar da sapata costuma ter a mesma inclinação prevista para o *stub* e do pé da torre.

Deve ser utilizada em locais em que fundação tipo tubulão não for exequível, devido a problemas de instabilidade das paredes da cava, nível d'água elevado, rocha a pouca profundidade ou solo com baixa capacidade de carga lateral.

Em solos com nível d'água elevado poderá ser utilizada sapata submersa. Nos solos arenosos quando o lençol freático for elevado a sua aplicação se torna difícil devido ao fenômeno de "liquefação das areias", por ocasião do esgotamento das cavas. A utilização de ponteira filtrante para rebaixamento do lençol com o sistema "*well points*", poderá ser previsto como solução do problema.

Tabela 3.2 - Estimativas das dimensões para fundação em sapata

L	G	La	Lb	A x B	Lf	a x b
1,5 a 3,40	0,20 a 1,50	0,20 a 0,80	0,20	2,50 a 4,00	1,60 a 2,40	0,50 a 0,80

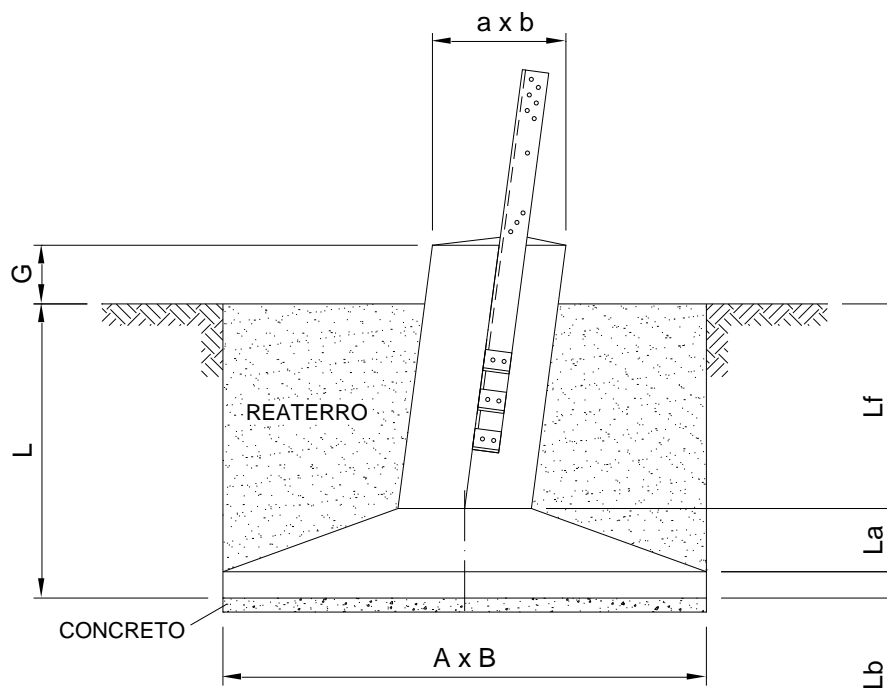


Figura 3.4 - Fundação em Sapata

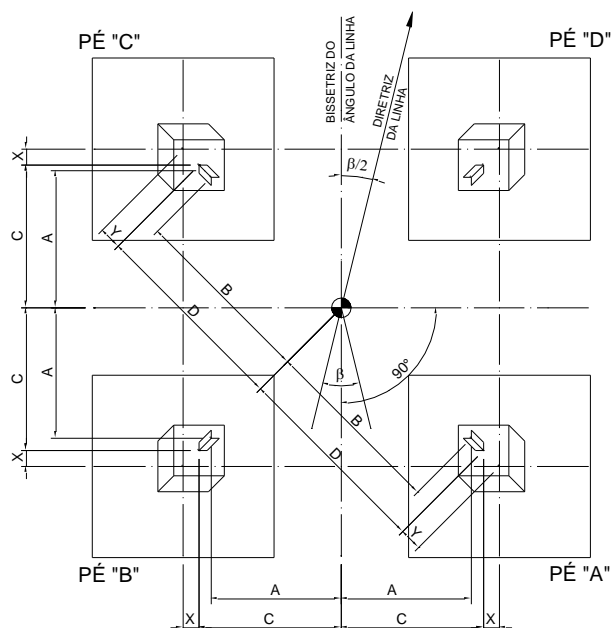


Figura 3.5 - Fundação em Sapata

3.3.3. Fundação em Bloco Ancorado em Rocha

Fundações ancoradas na rocha poderão ser empregadas quando a ocorrência de rocha a pequenas profundidades inviabilize o emprego de tubulões ou mesmo de sapatas.

Este tipo de fundação consiste na ancoragem do bloco de fundação no substrato rochoso. A ancoragem é feita através de chumbadores, constituídos normalmente por barras de aço CA-50, com bitolas de 16 mm ou superiores.

Para a sua execução é necessária a perfuração da rocha para a inserção dos chumbadores. Os furos são feitos por meio de equipamentos pneumáticos, sendo posteriormente preenchidos com argamassa e um aditivo expansivo para fixação dos chumbadores.

Tabela 3.3 - Estimativas das dimensões para fundação em bloco ancorado em rocha

L	La	G	a x b	A x B	Número de chumbadores
1,60 – 1,80	0,50 – 0,70	0,20 – 1,50	0,60 – 0,80	1,50 – 2,50	8 a 16

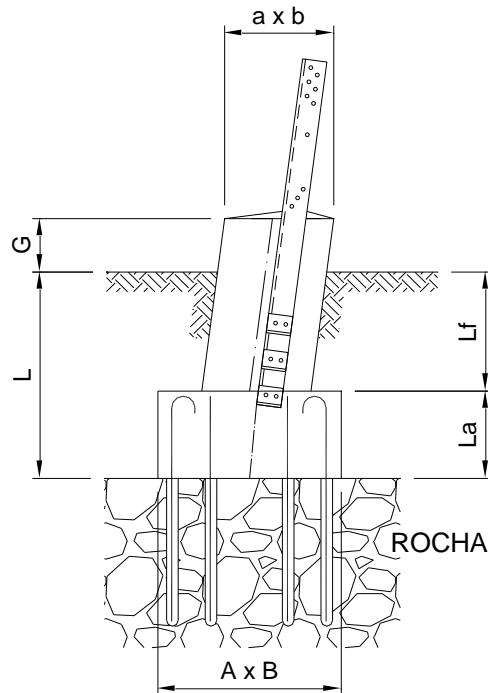


Figura 3.6 - Fundação em Bloco Ancorado em Rocha

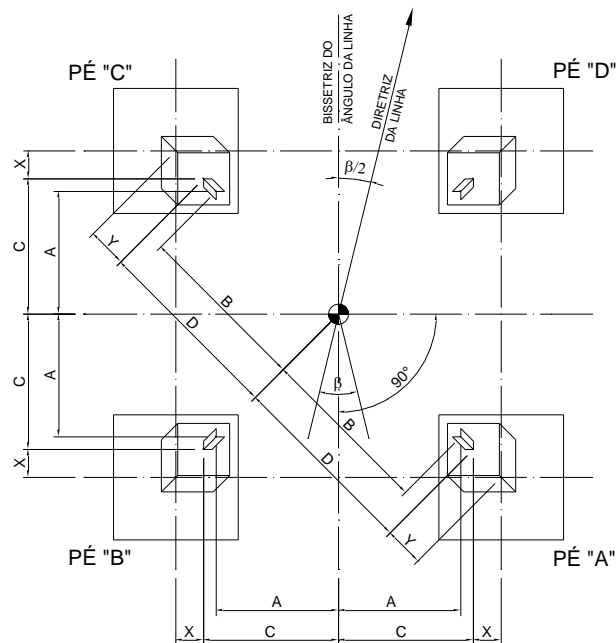


Figura 3.7 - Fundação em Bloco Ancorado em Rocha

3.3.4. Fundação em Estacas e Especiais

As fundações especiais são aquelas que não são atendidas pelas fundações padronizadas exigindo projeto e cuidados especiais.

Dentre as mais utilizadas está a fundação em estacas. Esse tipo será utilizado em solos que estão sujeitos a elevação do lençol freático e geralmente tem baixa capacidade de suporte inicial em profundidade tal que possa ser utilizada a sapata submersa.

A quantidade de estacas por bloco bem como o comprimento das estacas deverá ser estimada com base em sondagem à percussão (SPT) através de processos de cálculo consagrados no país. As estacas cravadas em solos moles deverão também ser verificadas à flambagem.

Tabela 3.4 - Estimativas das dimensões para fundação em Estacas e Especiais

La	Lf	a x b	A x B	Número de estacas
0,80 a 1,60	0,70 a 1,80	0,50 a 0,80	1,90 a 3,20	4 a 16

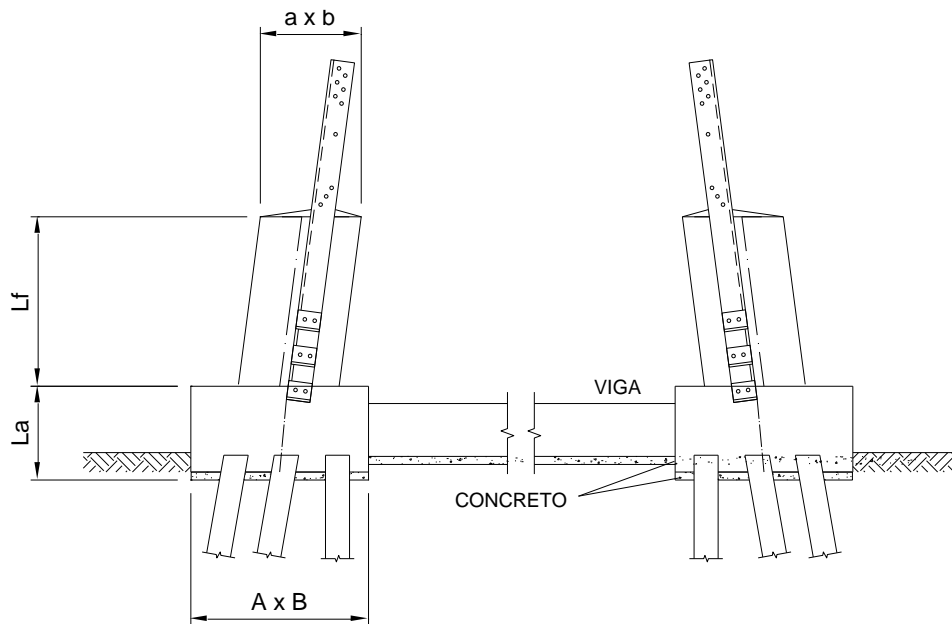


Figura 3.8 - Fundação em Estacas e Especiais

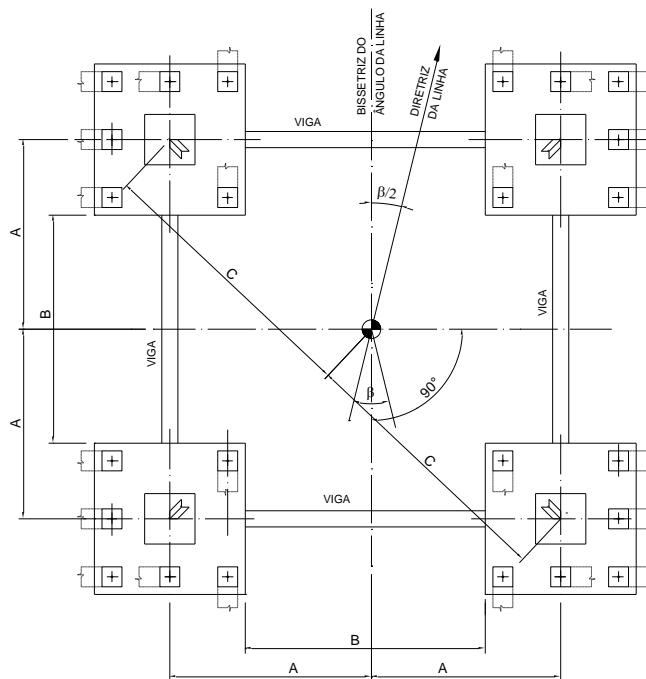


Figura 3.9 - Fundação em Estacas e Especiais

3.4. DISTÂNCIAS MÍNIMAS – MÉTODO CONVENCIONAL

Conforme NBR 5422 a distância mínima do condutor ao solo ou aos outros obstáculos em condições normais de operação é apresentado nos subitens a seguir.

3.4.1. Em Condições Normais de Operação

A distância segura do condutor ao solo ou a outros obstáculos em condições normais de operação é dada segundo a formula:

$$D = a + 0,01 \cdot \left(\frac{D_u}{\sqrt{3}} - 50 \right), \quad \text{se } U > 87 \text{ kV}$$

Ou

$$D = ase, U \leq 87 \text{ kV}$$

Em que:

D_u – Tensão mais elevada das duas linhas consideradas, em kV.

D – Distância básica, em metros.

Os valores da distância básica “a”, em regime normal, são apresentados na tabela a seguir, extraído da NBR 5422 de 1985.

Tabela 3.5 - Distâncias básicas em condição de regime normal, em metros

Natureza da Região ou Obstáculo Atravessado pela linha ou que dela se aproxime	a (m)	D (m) LT 230 kV
Locais acessíveis apenas a pedestres	6,0	6,83
Locais onde circulam a máquinas agrícolas	6,5	7,33
Rodovias, ruas e avenidas	8,0	8,83
Ferrovias não eletrificadas	9,0	9,83
Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação	12,0	12,83
Suporte de linha pertencente à ferrovia	4,0	4,83
Águas navegáveis	H + 2,0	-
Águas não navegáveis	6,0	6,83
Linhas de energia elétrica*	1,2	2,03
Linhas de telecomunicações	1,8	2,63
Telhados e terraços	4,0	4,83
Paredes	3,0	3,83
Instalações transportadoras	3,0	3,83
Veículos rodoviários e ferroviários	3,0	3,83

H– Altura em metros, do maior mastro e deve ser fixado pela autoridade responsável pela navegação na via considerada, levando-se em conta o nível máximo de cheia ocorrido nos últimos 10 anos.

*Se as duas Linhas tiverem tensão maior do que 87 kV, deve-se calcular a segunda parcela para ambas e somar os dois resultados à distância básica “a”.

3.4.2. Em Condições de Emergência

A distância mínima do condutor ao solo ou a obstáculos em situações de emergência é dada pela formula:

$$D = a_1 + L_{cad} + 0,7$$

Em que:

a_1 – Distância básica, em metros.

L_{cad} – comprimento da peça de isoladores, em metros.

D – Distâncias de segurança.

Os valores da distância básica “a1”, em condição de emergência, são apresentados na tabela abaixo, extraído da NBR 5422 de 1985.

Tabela 3.6 - Distâncias básicas em condição de emergência

Natureza da Região ou Obstáculo Atravessado linha ou que dela se aproxime	a_1 (m)	D (m) LT 230 kV
Locais acessíveis apenas a pedestres	2,8	5,8
Locais onde circulam máquinas agrícolas	3,9	6,9
Rodovias, ruas e avenidas	4,3	7,3
Ferrovia não eletrificadas	5,5	8,5

3.5. ALTERNATIVAS DE CONEXÃO ELÉTRICA

No intuito de escoar a energia de gerada pelo Complexo de Geração Eólica BOJURU, foram analisadas três alternativas.

3.5.1. Alternativa 1 - Subestação 230 kV VILA DA QUINTA (SE QUINTA)

Nesta alternativa foi avaliada a conexão da Subestação do Complexo de Geração Eólica BOJURU (230 kV) à Subestação existente da Vila da Quinta (230 kV), através de uma linha de transmissão em 230 kV, com comprimento total aproximado de 115 km. A maior parte da Linha de Transmissão é aérea, sendo que um pequeno trecho subaquático com aproximadamente 2,2 km de extensão na região do canal de Rio Grande.

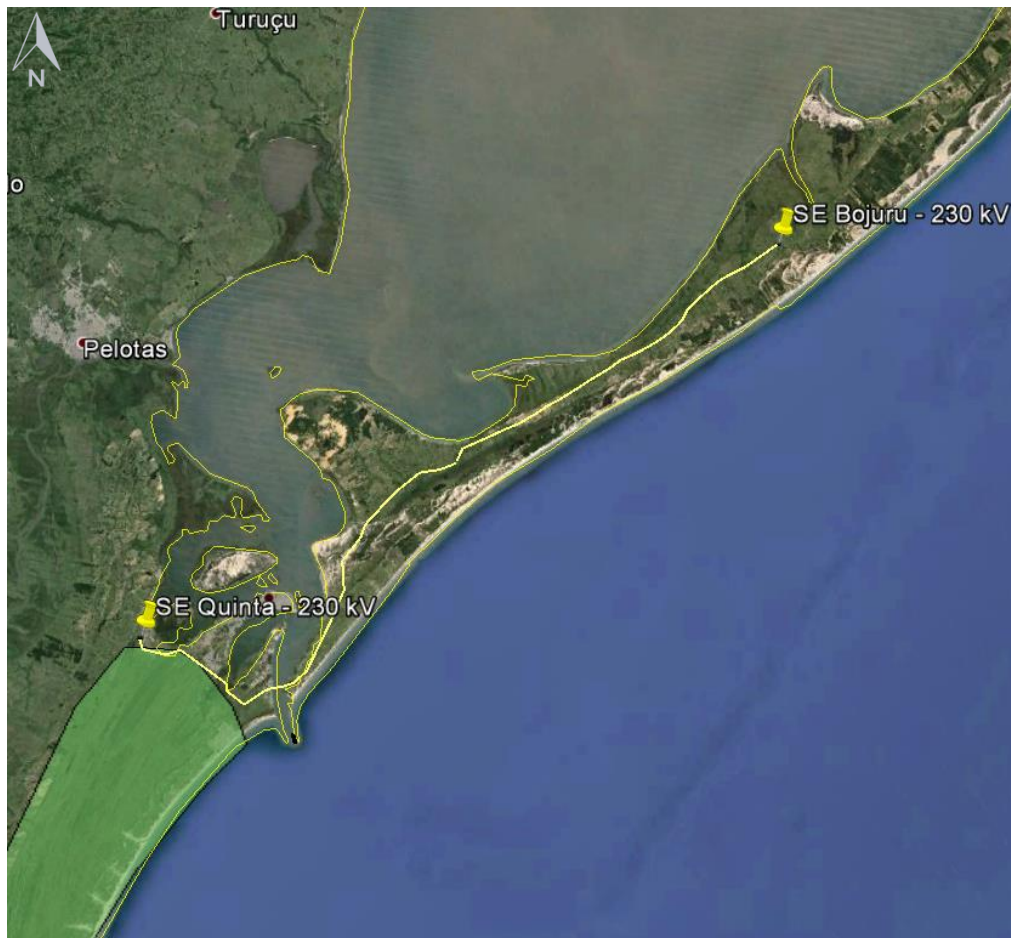


Figura 3.10 - Alternativa 1 - Subestação 230 kV VILA DA QUINTA (SE QUINTA)

3.5.2. Alternativa 2 - Subestação Povo Novo 525/230 kV

Nesta alternativa foi analisada a conexão do Complexo de Geração Eólica BOJURU (230 kV) na Subestação Povo Novo (525/230 kV) - existente, através de uma linha de transmissão em 230 kV, percorrendo um trajeto de aproximadamente 140 km. A maior parte da Linha de Transmissão é aérea, sendo que há um pequeno trecho subaquático com aproximadamente 2,2 km de extensão na travessia do canal de Rio Grande.

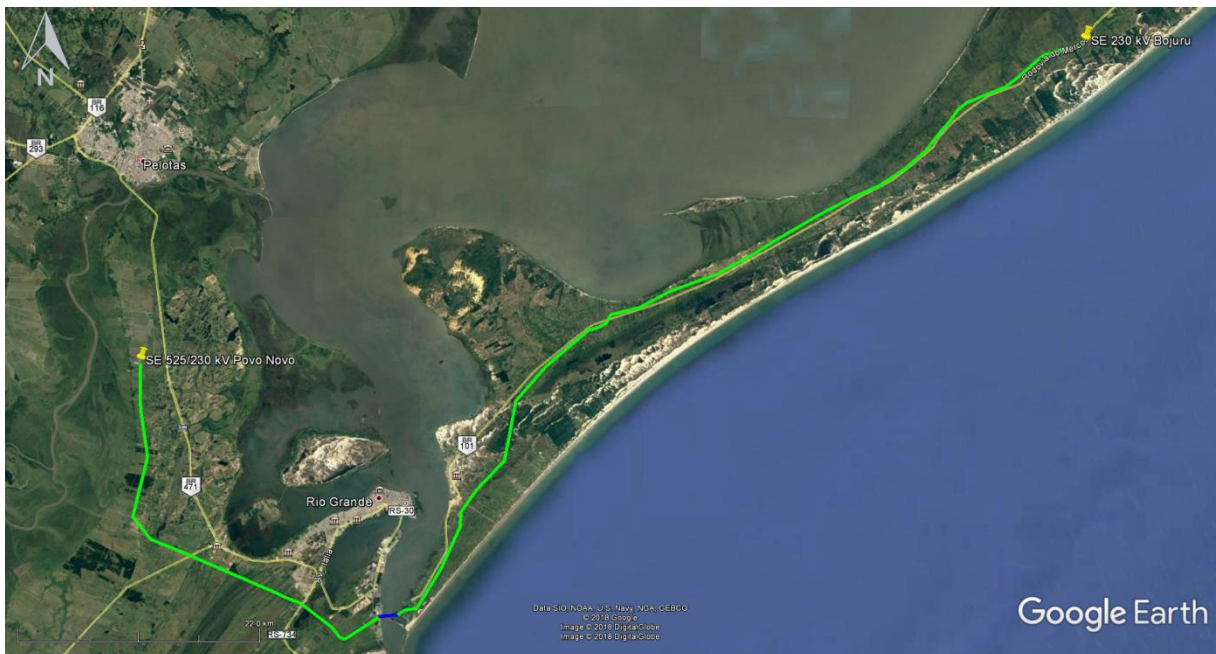


Figura 3.11 - Alternativa 2 - Subestação Povo Novo 525/230 kV

3.5.3. Alternativa 3 – Subestação Capivari do Sul 525/230 kV

Como terceira alternativa, verificou-se a Subestação planejada Capivari do Sul (525/230 kV) como ponto de conexão do Complexo Geração Eólica BOJURU, através de uma linha de transmissão em 230 kV, com comprimento de aproximadamente de 206 km.



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

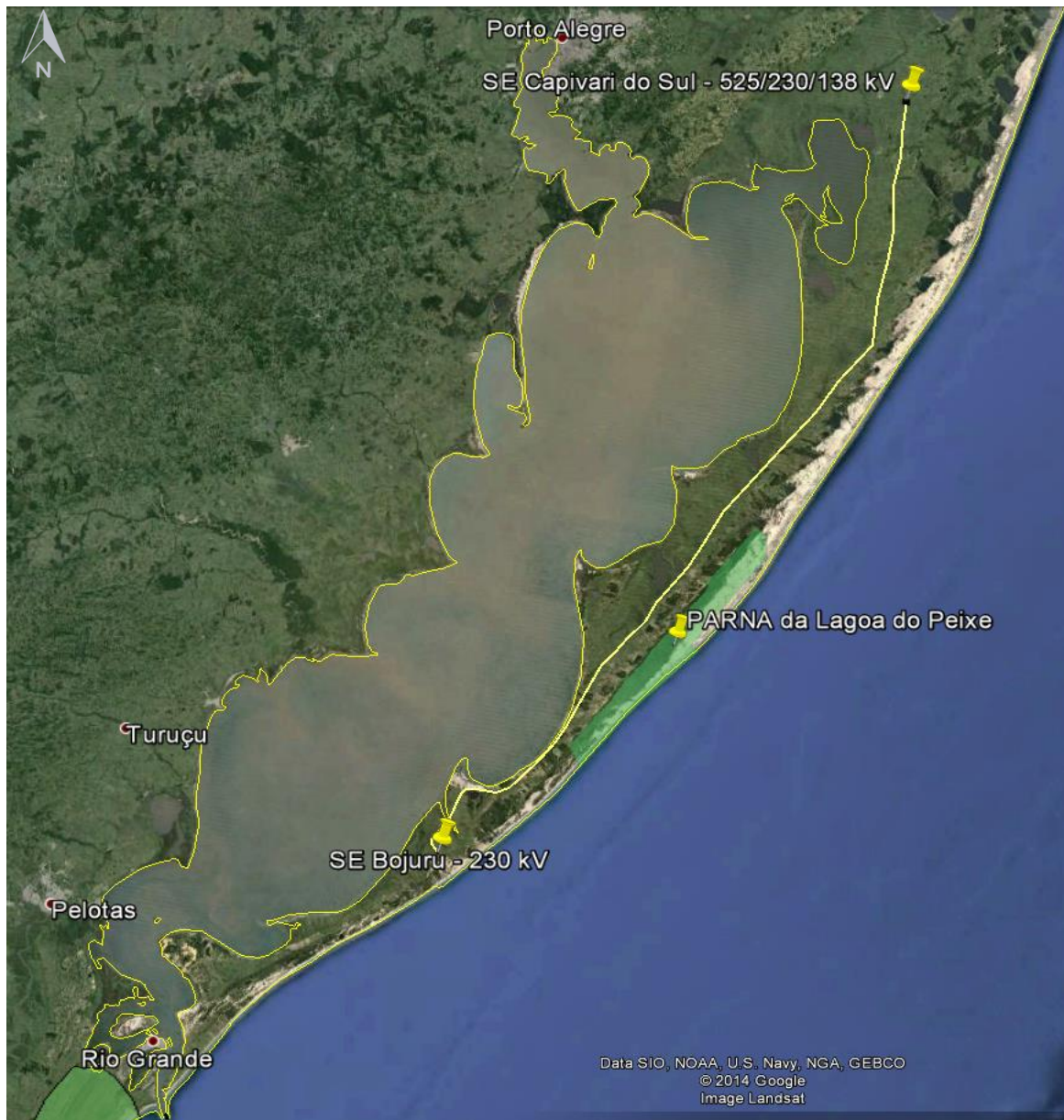


Figura 3.12 - Alternativa 3 – Subestação Capivari do Sul 525/230 kV

Para a definição da alternativa principal, as três opções apresentadas acima foram avaliadas quanto aos quesitos socioambiental, técnico e econômico.

Primeiramente, foi analisada a capacidade de escoamento de energia elétrica das três subestações, considerando a potência instalada planejada do CGE Bojuru (455 MW), para a data prevista de implantação do empreendimento. Com isto, verificou-se que a SE Quinta 230 KV não possui capacidade elétrica para a conexão do complexo eólico. Sendo assim, restaram as opções das SEs Povo Novo e Capivari do Sul.

Em seguida, verificou-se a questão socioambiental. Na alternativa 3 - Subestação Capivari do Sul, a Linha de Transmissão passaria a aproximadamente 3,2 km do Parque Nacional (PARNA) da Lagoa do Peixe, sem possibilidade de maior afastamento. A PARNA da Lagoa do Peixe foi

criada para proteger o ecossistema litorâneo da região da Lagoa do Peixe e, especialmente às espécies de aves migratórias. Sendo assim, considerou-se que a Linha de Transmissão Bojuru - Capivari do Sul seria uma opção de menor viabilidade ambiental.

Também foi avaliada a questão do custo de implantação das duas alternativas (Povo Novo e Capivari do Sul). Como a distância do CGE BOJURU até a SE Capivari do Sul é aproximadamente 69 km maior do que entre o CGE e a SE Povo Novo, o custo estimado de implantação da conexão na SE Povo Novo é ligeiramente menor, mesmo considerando uma travessia subaquática.

Outro fator impactante para a decisão é a situação da SE Capivari do Sul. A entrada em operação desta subestação estava planejada para Março de 2018. Contudo, a empresa vencedora do Leilão para implantação desta e outras obras no Rio Grande do Sul não cumpriu os prazos estabelecidos, e por isso as obras foram leiloadas novamente em dezembro de 2018. O novo prazo de conclusão é Março de 2023.

É possível resumir as vantagens e desvantagens da opção pela conexão do Complexo Eólico Bojuru na SE Povo Novo em:

Pontos favoráveis: opção de linha de transmissão com menor comprimento; alternativa mais viável economicamente, quando comparada à alternativa de conexão por Capivari do Sul; o trajeto passaria por regiões onde já existem linhas de transmissão em funcionamento, portanto já existindo licenças de operação para linhas elétricas; subestação para conectar a linha de transmissão do parque já existe, eliminando as incertezas quanto à construção da Subestação.

Pontos desfavoráveis: necessidade de um trecho da linha ser subaquático, elevando os custos de implantação em comparação à situação em que a linha fosse toda aérea e de mesma extensão; desafios técnicos para implantação do trecho subaquático; travessia dentro da área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde e pela zona de amortecimento do RVS do Molhe Leste.

Considerando o exposto, foi adotada a **Alternativa 2 - Subestação Povo Novo 525/230 kV** como alternativa principal. Na sequência dos estudos é apresentado o detalhamento desta alternativa.

3.6. ALTERNATIVA CONSTRUTIVA

Considerando que a Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde é considerada área de importância para as aves, inclusive com a presença de espécies migratórias, tem sido sugerida a implantação de linha subterrânea para os projetos de transmissão de energia que necessariamente estão obrigados a cruzar a APA da Lagoa Verde, como forma de mitigar a colisão para a avifauna.

Em razão dos riscos envolvidos no modelo de linhas subterrâneas para o ambiente citado, é apresentado um tópico específico para avaliar essa alternativa locacional ou de aspecto construtivo.

3.6.1. Impactos Ambientais Identificados para a Fase de Implantação

3.6.1.1. Meio Físico

Os impactos sobre o meio físico estão diretamente relacionados com a construção das estruturas e obras civis necessárias à implantação da linha de transmissão. A construção das bases das torres, dos acessos e circulação de veículos para linha aérea são, durante a implantação, os principais causadores de impacto, pois envolvem a movimentação de solo e circulação de máquinas pesadas. Também, na realização do projeto executivo da Linha de Transmissão, será possível limitar o número de torres posicionadas dentro da APA, diminuindo a quantidade necessária de bases e fundações, e conseqüentemente minimizando a movimentação de terra. Para linha subterrânea, além dos acessos e circulação de veículos ocorre a abertura de valas para implantação da linha, bem como o rebaixamento do lençol freático os quais provocam mudanças no meio físico.

a) Movimentação de terra

Linha aérea: A instalação da linha aérea envolverá pouca movimentação de terra considerando que será feita apenas a perfuração do solo para implantação das fundações da torre e aproveitamento dos acessos existentes no trecho em questão, necessitando apenas de implantação de manilhas, quando necessário, para garantir o fluxo hídrico natural do sistema.

Linha subterrânea: Para implantação de linha subterrânea o procedimento envolve a remoção de volume grande de terra visto ser necessária abertura de vala com extensão de cerca de 700 metros para instalação das redes (extensão equivalente a largura da Lagoa verde). Ainda deve-se considerar a movimentação de terra para implantação de acesso lateral, ao longo de toda vala, para acesso dos maquinários.

b) Descarte de terra

Linha aérea: O descarte de terra durante a construção da linha aérea é mínimo ou nulo, podendo ser aproveitado na própria manutenção dos acessos.

Linha subterrânea: Na instalação de linha subterrânea o solo locado em profundidade maior de 30 cm será removido das valas e descartado, gerando impacto para o descarte e na movimentação de veículos necessários para o transporte do solo.

c) Mudança de nível do lençol freático

Linha aérea: Na montagem da linha de transmissão aérea não há necessidade de rebaixamento do lençol freático através de bombas de sucção. Visto serem instaladas estacas com base ao nível do solo.

Linha subterrânea: No caso de instalação subterrânea de cabos de linha de transmissão será necessária tantas bombas quanto necessárias para o esgotamento do lençol freático que pode não ocorrer devida proximidade do canal que corta a APA da Lagoa Verde. Potencialmente ainda pode haver impossibilidade de esgotamento em função da fonte de água próxima. Esse processo tem a potencialidade de alterar a dinâmica hídrica do ambiente, que é extremamente

sensível. Destaca-se que entre as funções da unidade de conservação, está a conservação dos recursos hídricos.

d) Modificações de drenagens

Linha aérea: Para a linha aérea, as fundações das torres não necessitam rebaixamento do lençol freático. Haverá o aproveitamento do acesso paralelo ao trajeto projetado, sendo necessária apenas a criação de extensões até os pontos de instalação das torres. Em razão da presença de locais sujeitos a inundação e proximidade com o Arroio Bolacha, poderão ser necessárias instalações de manilhas na passagem (acesso), o que atribui controle na drenagem, garantido que não ocorrerá alteração do fluxo hídrico natural.

Linha subterrânea: Enquanto que para a linha subterrânea, será necessária a construção da vala para passagem dos cabos com rebaixamento do lençol freático. Além da vala, será necessária a construção de acessos ao longo do trajeto da linha subterrânea. No processo de instalação da linha subterrânea, poderia ocorrer a formação de ducto gerando alteração no fluxo hídrico. Esses aspectos aumentam a magnitude e a probabilidade da ocorrência de modificações no sistema de drenagem natural do ambiente.

e) Processos erosivos

A movimentação de terra na construção de acessos tende a intensificar os processos erosivos. A ocorrência de processos erosivos durante a movimentação de terra é provável devido à exposição das camadas de areia inconsolidadas.

Na área em estudo, a suscetibilidade à erosão é potencializada pela energia do relevo (fatores topográficos), que aliado às chuvas e aos ventos pode ocasionar processos erosivos significativos.

Linha aérea: Para linha aérea serão utilizados acessos previamente existentes e a criação de extensões até as torres. Isto tende a minimizar alterações e remoção da vegetação no solo.

Linha subterrânea: Na linha subterrânea se faz necessário criar acesso ao longo de todo trecho da linha subterrânea (700 metros). O processo erosivo, da linha subterrânea, dessa forma, será visto em maior extensão.

f) Alteração na composição/riqueza do solo

Este impacto ocorre com a movimentação do solo, por meio da retirada da vegetação e camada orgânica do solo. Nesse processo o solo orgânico removido deve ser armazenado para recolocação no local após a intervenção, sempre que possível.

Linha aérea: A construção da linha aérea, a pré-existência dos acessos paralelos a ao trajeto da linha, diminui a necessidade da movimentação do solo. As torres metálicas apresentam apenas os pontos de apoio ou base, gerando também mínima movimentação de solo.

Linha subterrânea: Para a instalação da linha subterrânea, haverá necessidade de construção de novos acessos e abertura da vala para instalação dos cabos. Comparativamente, este impacto apresenta magnitude significativamente maior para a linha subterrânea.

3.6.2. Análise da viabilidade técnica da Linha subterrânea - aspectos geológicos

Em razão do impacto gerado no meio físico, neste tipo de ambiente, para a construção da linha de transmissão subterrânea no trecho da APA da Lagoa Verde, medida que tem sido sugerida como alternativa locacional e construtiva, foi realizada avaliação específica considerando os aspectos geológicos do trecho da APA da Lagoa Verde.

3.6.2.1. Aspectos gerais

Embora toda a água situada abaixo da superfície da Terra seja evidentemente subterrânea, a denominação água subterrânea é atribuída apenas à água que circula na zona saturada, isto é, na zona situada abaixo da superfície freática. O nível freático é uma superfície teórica que separa a zona saturada da zona não-saturada, definida também como zona intermediária ou zona vadosa, englobando o armazenamento de água nos solos.

Denomina-se aquífero a uma formação geológica que contém água e permite que quantidades significativas dessa água se movimentem no seu interior em condições naturais. As formações permeáveis, como as areias e os arenitos, são exemplos de aquíferos.

As propriedades físicas fundamentais dos aquíferos são: porosidade, condutividade hidráulica e coeficiente de armazenamento. Os aquíferos podem se encontrar sob diferentes situações, distinguindo-os em tipos:

- Aquífero livre ou freático: lençol subterrâneo que apresenta uma superfície livre. São aquíferos rasos e muito sensíveis à poluição. Os aquíferos freáticos apresentam problemas especiais devido ao seu contorno físico móvel.
- Aquífero artesianos ou confinados: lençol subterrâneo que se encontra entre duas camadas impermeáveis, mantido sob pressão. Estes aquíferos quase sempre estão em locais onde ocorrem rochas sedimentares profundas (bacias sedimentares).
- Aquíferos suspensos: lençol mantido acima da superfície freática da região, surgindo quando uma formação impermeável origina a retenção de águas de infiltração na superfície.

Na região em estudo ocorre o aquífero livre ou freático, que tem abrangência regional, com nível raso e por vezes aflorante, permeabilidade e condutividade hidráulica de média a alta.

3.6.2.2. Condicionantes geológicas

O conhecimento dos condicionantes geológicos do maciço solo/rocha, podendo o mesmo ser coeso, friável ou inconsolidado, possibilita o dimensionamento adequado de escavações, fundações e drenagens, para a segurança e o perfeito funcionamento da linha de transmissão ou dutovia durante sua vida útil. Torna-se fundamental, portanto, partir de um elenco de parâmetros, alguns gerais e outros específicos, de determinadas formações ou condições geológicas e geomorfológicas, visando à metodologia de estudos e soluções de engenharia que serão aplicadas.

3.6.2.3. Aluviões e coluviões

O primeiro aspecto observado numa rede de transmissão de energia ou adução, a ser implantada ou em operação, é a interação do seu traçado com o relevo da região atravessada. Seu caminhamento, preferencialmente retilíneo, em geral intercepta planícies e encostas onde ocorrem depósitos de aluviões, coluviões, corpos de tálus e até dunas, no caso de zonas litorâneas. A estes tipos de depósitos, frequentemente, está associada grande parte dos problemas geotécnicos de fundação e estabilidade.

Argilas com baixa capacidade de suporte estão quase sempre associadas a depósitos de aluviões, sendo comum a sua ocorrência em planícies fluviais e costeiras. Por suas baixas permeabilidades, reagem lentamente às flutuações da superfície freática, podendo causar artesianismo na água do subsolo. Devido a essas características, esses materiais apresentam estabilidade precária nas escavações de valas mais profundas e sofrem adensamento quando submetidos à aplicação de cargas, ocorrendo recalques e até rupturas de fundações.

Areias fofas, que podem ser encontradas em coluviões e mesmo em bacias sedimentares, como a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, suportam cargas relativamente baixas e podem sofrer liquefação, adensando-se bruscamente quando submetidas a uma onda sísmica ou vibração. Além de danos a estruturas de concreto, este fenômeno pode provocar inclinações inadmissíveis em torres de linhas de transmissão, com deformação de vigas e até rompimento de cabos, e rupturas em dutos.

3.6.2.4. Solos agressivos

A agressividade de um solo pode ser avaliada a partir de determinações do pH e de medições de sua resistividade, medida em ohm x m. Também é levada em consideração a posição do nível d'água do subsolo, pois os valores de resistividade obtidos são função deste parâmetro, já que a água é um meio natural de transmissão de elétrons.

De acordo com os critérios e as normas de classificação de acidez dos solos (Uhlig, 1948), são considerados agressivos a metais e ao concreto, os solos com pH inferior a 6.

A corrosão de tubulações e de estruturas de aço ou concreto pode provocar vazamentos em dutovias, com perda de produtos e saturação do subsolo, e deterioração de blocos de ancoragem, grelhas, estacas e tubulações, colocando em risco torres de alta tensão. Isto pode acontecer em bacias sedimentares antigas, onde ocorram folhelhos, argilitos e siltitos, e depósitos aluviais recentes que, por conterem turfa ou argila orgânicas, acidificam o pH do solo.

3.6.2.5. Solos colapsíveis

Em função de condições hidrológicas ou hidrogeológicas específicas, como concentrações de fluxo de água, inundações, flutuações do nível do lençol freático, ou mesmo vazamentos de esgotos e adutoras, o fenômeno da colapsividade pode se manifestar, tendo como consequência o rompimento de tubulações, recalques e avarias em estruturas de concreto.

A Figura 3.13 mostra um caso típico de colapso de solo, observado em tubulações instaladas em sedimentos colapsíveis típicos de planície costeira.

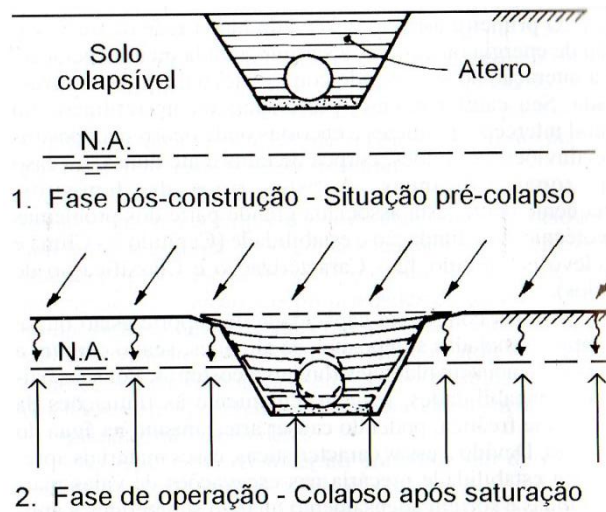


Figura 3.13– Colapso de solo sob duto

3.6.2.6. Solos expansivos

Argilas expansivas podem estar presentes em bacias sedimentares antigas, nos seus argilitos, siltitos e folhelhos, e respectivos produtos de alteração. Ocorrem também, com frequência, como preenchimento de caixas de falhas e fraturas, confinadas no interior de maciços de rochas ígneas e metamórficas, desenvolvendo pressões de expansão elevadas. Como consequência, os taludes das escavações se deterioram, provocam desabamentos em túneis e valas, e empuxos indesejáveis sobre estruturas.

3.6.2.7. Água

Nos traçados de linhas de transmissão e dutovias, a travessia de cursos de água e áreas alagadas é uma ocorrência constante. É recomendável que estes trechos sejam evitados ou que sua interceptação seja a menor possível, pois a ocorrência de água à superfície dificulta qualquer tipo de obra, restringe os tipos de fundação a serem adotados e pode requerer ancoragens e proteções adicionais contra correntes, ondas e até mesmo embarcações. No caso de rios largos, são necessárias torres altas em ambas as margens, condicionadas pela largura do rio e altura da catenária, ou deve-se optar pela utilização de ilhas, onde possam ser instaladas torres de transmissão intermediárias.

O conhecimento das condições hidrogeológicas locais restringe-se, em geral, ao conhecimento da posição do nível do lençol freático e seu comportamento. Também pode ser necessário, em alguns casos, o conhecimento das permeabilidades dos materiais presentes, direções de fluxo da água, artesianismo e da possível existência de sulfetos ou outras substâncias corrosivas. Conforme descrito anteriormente, a água quase sempre está presente nos casos de escorregamentos, por introduzir tensões em estruturas da rocha ou reduzir os parâmetros de resistência dos solos. Seu concurso é, ainda, a condição principal para que se

instalem processos de expansividade, colapsividade e erosão, e o meio se torne agressivo para estruturas subterrâneas ou enterradas.

Em dutos enterrados, a elevação do nível da água no subsolo provoca empuxos indesejáveis que, no caso de tubulações de grande diâmetro a pequenas profundidades, quando o peso do conjunto tubo-reaterro é menor que o empuxo da água, produzem flutuação e arrancamento. Tubulações de concreto, para água ou esgoto, podem sofrer rupturas em decorrência das deformações provocadas.

3.6.3. Estudos hidrogeológicos

Estudos hidrogeológicos têm sido desenvolvidos em áreas no entorno do trajeto previsto para a linha de transmissão, pelo Geólogo André de Almeida Barcelos, geólogo também responsável pelo desenvolvimento dos estudos geológicos deste processo de licenciamento. Estes estudos têm apresentado os seguintes resultados:

- (1) Para estudos visando a regularização de poços de ponteira e obtenção de outra de água (área no raio de sete quilômetros), com mesma formação:

Análise de vazão: A vazão do sistema de captação obtida através do teste de vazão de 24 horas foi de **21,7 m³/h** com estabilização do nível dinâmico há 1,3 metros de profundidade da superfície freática com apenas 2 horas de bombeamento. A recuperação foi de 100% e ocorreu no período de 2 horas.

A tabela abaixo apresenta os dados hidrogeológicos do aquífero freático.

Tabela 3.7 - Dados hidrogeológicos do aquífero freático

Dados Hidrogeológicos	
Vazão	21,7 m ³ /h
Nível estático	1,75 metros
Nível dinâmico	3,05 metros
Capacidade Específica (q)	24,62 m ³ /h/m
Transmissividade (T)	11,4 m ² /h
Condutividade Hidráulica (k)	12 m/dia

Os dados obtidos neste estudo hidrogeológico indicam que para um rebaixamento do aquífero freático na mesma Unidade Litoestratigráfica onde se avalia a instalação da rede de transmissão subterrânea é necessária uma vazão de aproximadamente 520.000 litros de água por dia para rebaixar o aquífero freático em uma área aproximada de 200 metros quadrados, podendo a mesma ser de 50 x 4 metros.

3.6.4. Modelagem hidrogeológica área da Rio Grande Bioenergética S.A.

Outro importante estudo desenvolvido pelo Geólogo André foi a modelagem hidrogeológica da área da Rio Grande Bioenergética S.A., apresentada a seguir para fundamentar a análise e viabilidade da linha subterrânea na área da APA da Lagoa Verde.

O planejamento e a gestão dos recursos hídricos subterrâneos, assim como a proteção e a descontaminação dos aquíferos, dependem da competência em quantificar o fluxo da água subterrânea, bem como o transporte de contaminantes neste fluxo, podendo ser realizada através de medidas de campo e da modelagem matemática.

A abordagem usando as medidas de campo é a mais direta e a mais precisa, entretanto, raramente é utilizada com exclusividade, devido aos seus altos custos e aos longos prazos que necessita para caracterizar o seu comportamento. Com isto a abordagem quantitativa utilizada com maior frequência pelos órgãos governamentais e empresas de consultoria é a modelagem matemática.

A modelagem matemática consiste na representação matemática do que acontece na natureza a partir de um modelo conceitual, idealizado com base no levantamento e na interpretação de dados de observação do sistema real, tendo como objetivo uma melhor compreensão do sistema, possibilitando prever situações futuras, algumas vezes passadas, porém sempre buscando direcionar ações e decisões.

O modelo matemático representa o comportamento do sistema físico real da água subterrânea através da solução das equações matemáticas que regem os processos atuantes na dinâmica deste sistema. Os procedimentos ou passos efetuados no computador para a resolução das equações utilizadas para construir o modelo matemático formam o programa de computador (software) ou aplicativo para simulação matemática.

A modelagem matemática do fluxo das águas subterrâneas na área de estudo utilizou como mapa-base o levantamento topográfico da área do empreendimento (levantamento topográfico fornecido pela Riogrande Bioenergética) na escala 1:10.000 e fotografias aéreas sem correção geométrica obtidas na rede mundial de computadores (Google Earth).

Foram realizadas duas modelagens, sendo a primeira com os três poços existentes e a segunda modelagem com a inserção de mais dois poços. Esses dois poços novos foram inferidos na porção oeste da área onde não haverá interferência com a unidade industrial. A localização dos poços está apresentada na figura a seguir.

As informações inferidas para esses dois novos poços foram extraídas do poço 3, sendo o perfil construtivo e o perfil geológico idênticos ao do poço 3 e a vazão estimada em 36 m³/h para cada poço.



Figura 3.14- Localização dos poços na área.

Os dados dos poços utilizados foram obtidos a partir dos perfis construtivos e dados geológicos obtidos na perfuração de três poços tubulares profundos e da realização dos ensaios de vazão dos mesmos. A partir da criação do modelo conceitual, utilizaram-se os dados reais de vazão apresentados na tabela abaixo

Tabela 3.8 - Dados dos poços tubulares profundos utilizados na modelagem matemática da área

Poço	Profundidade do poço (metros)	Profundidade da bomba (metros)	Nível estático (metros)	Nível dinâmico (metros)	Vazão (m ³ /h)
1	55	36	2,88	22,91	30,04
2	60	54	3,96	30,70	60,92
3	60	54	4,95	28,56	60,92
4	60	54	4,95	28,56	60,92
5	60	54	4,95	28,56	60,92

A vazão total utilizada na primeira modelagem, com os três poços existentes, foi de 153 m³/h. Na segunda modelagem com cinco poços, os três existentes e mais dois inferidos, a vazão total foi de 224,4 m³/h. O regime de bombeamento determinado para ambas modelagens foi de 24 hs/dia durante 25 anos, sem descanso e recuperação.

Após o modelo matemático consolidado, simulou-se duas situações do sistema hidrogeológico existente a partir da avaliação das condições naturais de fluxo da água subterrânea e dos testes de bombeamento realizados. Isto foi realizado para se calcular o rebaixamento induzido pelo bombeamento dos poços atuais e futuros.

A primeira simulação considerou a vazão atual de 3 poços tubulares já instalados, e a segunda com a inserção de mais dois novos poços tubulares.

O primeiro cenário (figuras 3.15 e 3.16) realizado com uma vazão de 153 m³/h e regime de bombeamento de 24 hs/dia durante 25 anos, mostrou que a superfície potenciométrica, com os poços em bombeamento já existentes, não é significativamente alterada, e portanto, em nível regional o bombeamento atual não representaria preocupação em relação à exaustão do aquífero. Porém, quando esta análise é feita em nível local, principalmente ao redor de poços de grande vazão, o rebaixamento pode ser expressivo resultando na eventual diminuição do potencial de produção.

O segundo cenário (figuras 3.17 e 3.18) foi realizado com a inserção de dois novos poços, uma vazão total de 224,4 m³/h e regime de bombeamento de 24 hs/dia durante 25 anos, porém com uma carga hidráulica constante inferida a partir de dados regionais. Optou-se pela utilização de uma vazão maior do que a necessária para determinar uma margem de segurança com a inserção dos dois novos poços. Neste cenário, constatou-se que o de rebaixamento da superfície potenciométrica local pode chegar a 40 metros. Mesmo com esta simulação com uma vazão acima do necessário para o empreendimento, o risco de exaustão do aquífero não existe.

Cabe ressaltar que os modelos criados não levaram em conta o período de descanso dos poços e nem a recuperação dos mesmos durante todo o tempo, ou seja, 25 anos de exploração direta e ininterrupta.

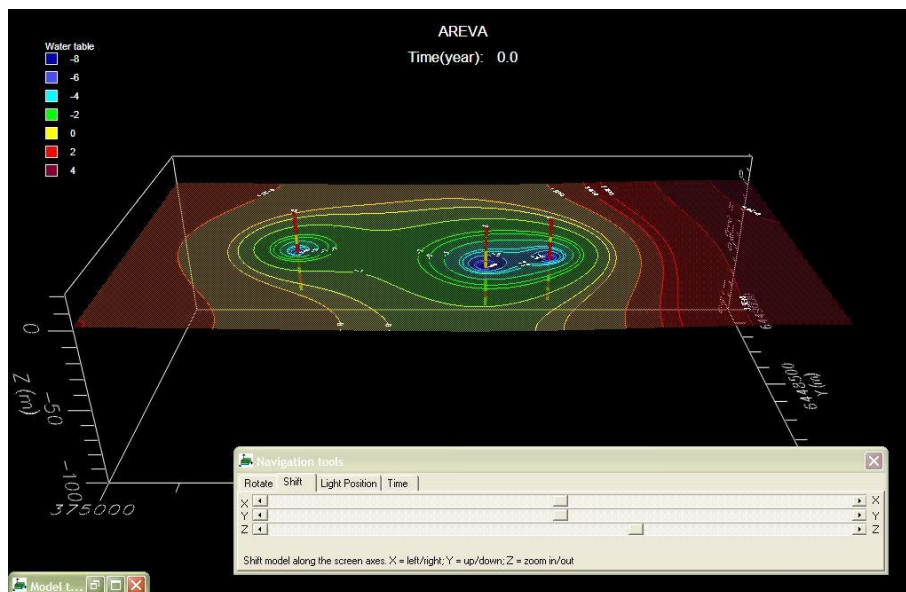


Figura 3.15 - Condições iniciais do modelo com 3 poços.

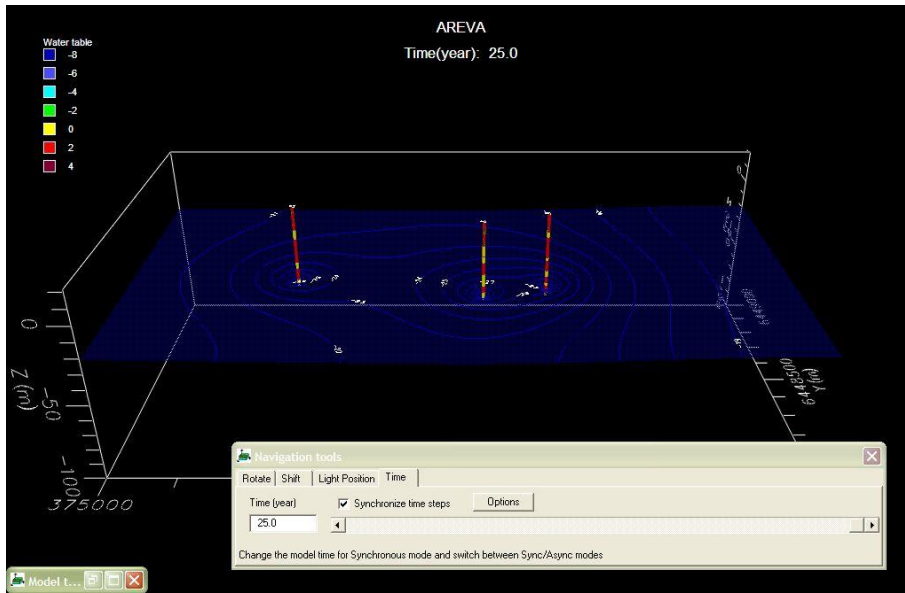


Figura 3.16 - Superfície piezométrica do aquífero após 25 anos

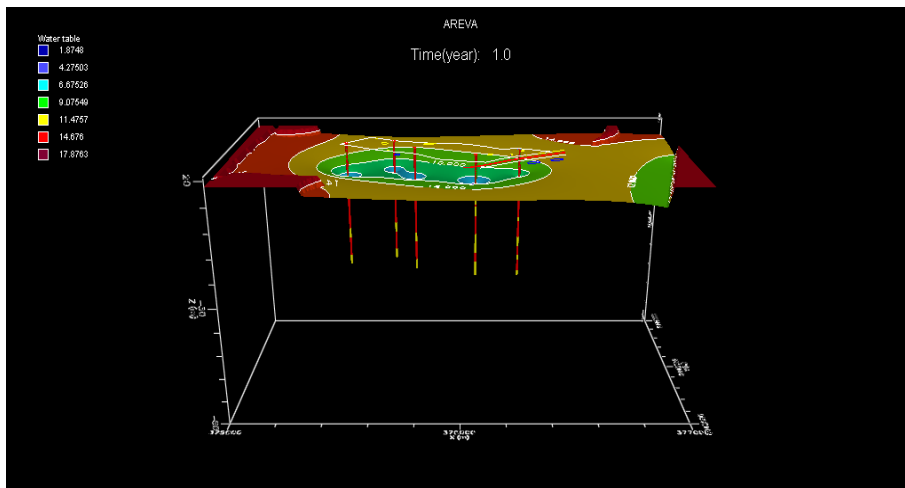


Figura 3.17 - Condições iniciais do segundo modelo com 5 poços (vista em perfil)

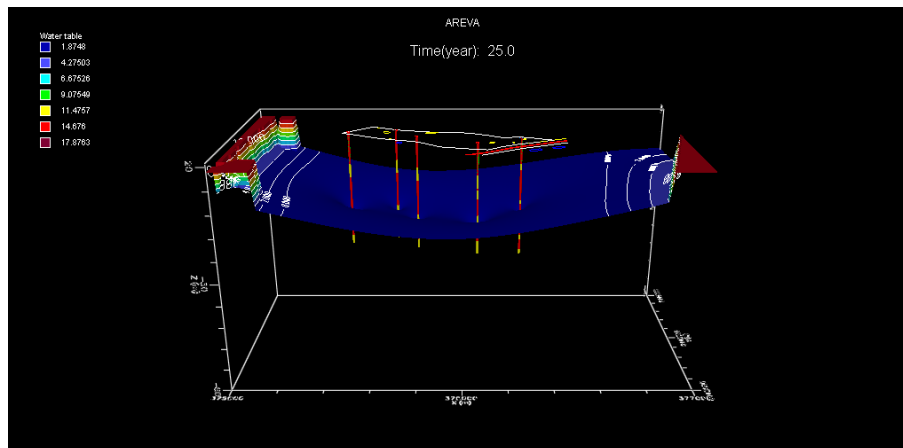


Figura 3.18 - Superfície piezométrica do modelo com 5 poços após 25 anos (vista em perfil)

3.6.5. Análise de Viabilidade

A água subterrânea, ou seja, toda água que ocorre em subsuperfície, é importante para a geologia de engenharia devido aos efeitos que sua presença tem nos processos de dinâmica superficial e na estabilidade das obras de engenharia, sendo elemento chave no desempenho do conjunto obra-meio físico. Esses efeitos podem resultar de condições estáticas ou dinâmicas da água no subsolo.

A primeira condição diz respeito às situações em que a alteração no volume ou conteúdo de água instabiliza o maciço, resultando em colapsos e recalques. Já nas condições dinâmicas, a força que a água exerce durante o escoamento pode causar instabilidade, alterando as características de resistência e deformabilidade dos maciços rochosos ou depósitos sedimentares. Isto ocorre, por exemplo, em taludes naturais ou escavados que tiveram sua estabilidade comprometida pela força de percolação da água, que também pode provocar o fenômeno da erosão tubular interna, em função de gradientes hidráulicos elevados.

Até o momento, este estudo visou apresentar as condições hidrogeológicas da região em locais e profundidades distintas, porém todas no mesmo ambiente geológico e principalmente, na mesma unidade litoestratigráfica, sendo ela:

- Unidade Q4e – Depósito relacionado à Barreira Holocênica. São depósitos eólicos constituídos por areia quartzosa fina a média, bem arredondada e selecionada, rara laminação plano-paralela ou estratificação cruzada.

Como pode ser constatado, tanto o aquífero freático estudado e modelados nos estudos apresentados, podendo se considerar como o mesmo aquífero, possuem altas vazões com pequeno rebaixamento da superfície piezométrica, ou seja, é necessárias vazões acima de 50m³/h para o rebaixamento de um metro em uma área de 100 a 200 metros quadrados. Como a curva de rebaixamento é logarítmica, ao dobrar a vazão não irá dobrar o rebaixamento, sendo necessário vazões de centenas de milhares de litros para um rebaixamento do aquífero freático entre 2 e 3 metros.

Já a modelagem matemática realizada com três poços tubulares profundos em aquífero semiconfinado, onde foi simulado bombeamento diário, ininterrupto e, por um período de 25 anos, demonstrou que há água subterrânea em extrema abundância. Porém, o que é mais significativo em todos os resultados são as altas taxas para Capacidade Específica, Transmissividade e Condutividade Hidráulica, sendo a definição das mesmas apresentadas abaixo:

- **Capacidade Específica** é a relação entre a vazão extraída de um poço e o respectivo rebaixamento do aquífero ($q_s = Q / s$);
- **Transmissividade** é o parâmetro hidráulico que indica a capacidade do aquífero de transmitir água, em toda a sua espessura saturada; fisicamente, é a vazão do aquífero por unidade de largura (perpendicular ao fluxo) em função de um gradiente hidráulico unitário, numa base de área unitária (unidade: m^2/dia);
- **Condutividade Hidráulica**, intuitivamente, é a facilidade com que uma litologia permite a percolação de fluido sob um gradiente potencial; fisicamente, é a vazão através de uma área unitária em função de um gradiente hidráulico unitário, na unidade de tempo, em meio saturado; depende do meio e do fluido que o percola (unidade: cm/s).

3.6.6. Condicionamento Hidrogeotécnico

A partir deste conhecimento das características e do comportamento hidrogeológico regional, podemos adentrar com segurança e analisar o Efeito Mecânico da água subterrânea, direta ou indiretamente, nos maciços naturais. Esta abordagem geotécnica da hidrogeologia, a hidrogeotécnica, avalia as subpressões e as forças de percolação que atuam diretamente ou, as alterações indiretas que atuam ou podem atuar, localmente.

3.6.6.1. Poropressão e Subpressões

Em cada ponto do terreno, estando a água em equilíbrio estático, há uma pressão agindo no interior das discontinuidades das rochas ou nos poros de um pacote sedimentar ou do solo, que corresponde à altura que a água ascende no interior de um piezômetro colocado neste ponto. A pressão exercida será então expressa pelo produto entre a massa específica da água e a altura alcançada pela mesma, sendo denominada poropressão ou pressão neutra. No interior dos sedimentos e do solo ocorrem ainda as pressões intergranulares, chamadas pressões efetivas, de tal forma que a pressão total é a somatória das pressões efetivas e das pressões neutras.

Subpressões são as componentes verticais das poropressões que atuam de baixo para cima, em planos determinados das estruturas de barragens de concreto (juntas de concretagem), no contato estrutura-fundação (contato concreto-rocha), em discontinuidades da fundação (fraturas, falhas, contatos geológicos) e em dutovias próximas ou “dentro” do aquífero freático.

Dois fatores são de extrema importância para a determinação dos valores de subpressão a serem adotados nos projetos:

- A área efetiva de atuação da pressão d'água sob a base da estrutura;
- A intensidade com que ela atua.

A fixação destes parâmetros está intimamente relacionada com as características de cada obra, onde a posição dos níveis d'água, as condições geológicas (litológicas e estruturais), as zonas de alimentação e descarga dos aquíferos, a permeabilidade e contrastes de permeabilidade do meio e a geometria das escavações, são fatores que condicionam a intensidade com que as subpressões se manifestam.

3.6.6.2. Efeitos do Rebaixamento - Recalques

Se a pressão ou o conteúdo de água é reduzido por qualquer meio, seja por bombeamento, drenagem, abertura de valas, entre outros, ocorre uma redução no apoio proporcionado pelo fluido às camadas sobrejacentes (pressões neutras) com o consequente aumento da carga sobre a parte sólida (pressões efetivas).

O aumento da carga no esqueleto sólido provoca a deformação deste, envolvendo deslocamentos relativos, deformação e quebra de partículas, resultando na variação de volume ou da forma dos interstícios. Como consequência, há o adensamento do solo, levando a subsidências e recalques, que são movimentos descendentes verticais da superfície do terreno. O deslocamento horizontal geralmente apresenta magnitudes desprezíveis porém, o movimento vertical pode atingir a ordem de dezenas de centímetros a alguns poucos metros.

Geralmente, a maior parte e os maiores recalques observados ocorrem em aquíferos que contêm elevadas porcentagens de materiais finos como areia média, fina ou muito fina, ou mesmo em materiais essencialmente argilosos, devido à compressibilidade elevada e à peculiaridade do esqueleto sólido destes materiais.

3.6.6.3. Impactos da Construção de Linha Subterrânea

A principal diferença para o meio físico entre as duas possibilidades de construção está na necessidade de rebaixamento do aquífero freático para linha subterrânea, rebaixamento este que não é necessário para instalação por via aérea.

Na linha subterrânea, para instalação da dutovia, é necessário a abertura de uma vala com largura média de 70 cm e 1,5 metros de profundidade. Devido ao aquífero freático estar entre um e dois metros (referência regional) será necessário, se não em todo o trecho, rebaixar o aquífero freático. Este rebaixamento terá que ser contínuo e ininterrupto durante a instalação, o que irá gerar um volume estimado entre 500 e 1000 metros cúbicos por dia.

A área está situada em uma planície, onde o escoamento é lento e devido ao aquífero freático ser raso a taxa de infiltração é baixa. Desta maneira, uma das alternativas para o bombeamento é drenar toda a água, ou parte dela, para a Lagoa Verde, gerando turbulência e turbidez devido à pluma de sedimentos que irá ocorrer.

Além disto, ao abrir a vala se estará alterando o equilíbrio estático da água e suas relações de pressão total podendo gerar recalques do solo durante a instalação e pior, durante a operação, ocasionando até rompimento da rede.

Outro fato que deve ser levado em conta é a passagem subterrânea pelo canal da Lagoa Verde, passagem esta que terá que ser feita com perfuratriz direcional e onde se deve “puxar” a rede. Esta operação pode causar efeito de força de percolação na direção do fluxo, podendo gerar perda total ou parcial da resistência do solo ocasionando até liquefação do mesmo.

3.6.6.4. Análise da vulnerabilidade do aquífero

Esta análise foi elaborada tendo como bibliografia básica o Boletim número 10 do Instituto Geológico da Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, editada em 1993, com o título de “Determinação de riscos de contaminação de águas subterrâneas – Uma Metodologia embasada em dados existentes”, de Stephen Foster e Ricardo Hirata.

A partir da aplicação dos dados existentes no quadro de avaliação de vulnerabilidade apresentado abaixo temos a seguinte avaliação para o poço tubular:

- a) Profundidade do aquífero – NE: 2,00 – índice = 0,9
- b) Condição do Aquífero: Não Confinado – índice = 1,0
- c) Substrato Litológico: Sedimentos não consolidados = 0,9

Segundo o método aplicado o grau de vulnerabilidade é EXTREMO (índice final 0,81)

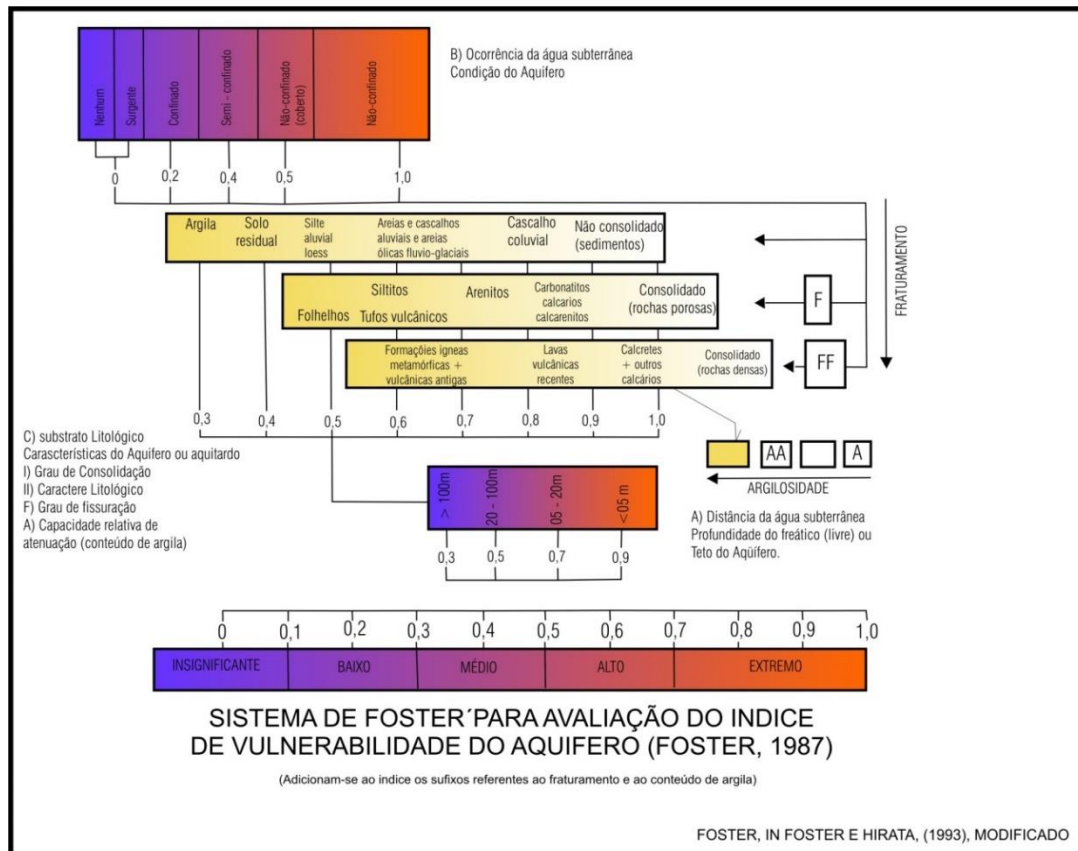


Figura 3.19 - Quadro de avaliação de vulnerabilidade

3.6.7. Considerações Finais

A partir destes dados, se considerarmos (excluindo a área do canal da APA) uma área de 700 metros de comprimento por três metros de largura, deverão ser bombeados 5.200.000 (cinco milhões e duzentos mil) litros de água diariamente durante a execução deste trecho da obra, volume este que irá ocasionar impacto direto nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, impacto este que não ocorrerá com a instalação das torres para a linha aérea.

3.6.7.1. Meio Biótico – Ictiofauna

a) Perda e/ou fragmentação de habitat

A área da linha de transmissão possui ambiente heterogêneo com a presença de áreas úmidas, onde adjacente a APA foram encontradas espécies de Rivulídeos (peixes anuais com interesse para conservação), indicando que estas áreas são importantes e devem apresentar plano específico para controlar a intervenção no momento da instalação do empreendimento. No trecho específico da APA da Lagoa Verde a intervenção em solo em caso de linha aérea se faz apenas em pontos de instalação torres. Já para linha subterrânea a extensão da intervenção no solo é de entorno de 700 metros ao longo da APA, passando por áreas úmidas, com potenciais ocorrências de registros de peixes. O potencial impacto sobre os peixes anuais torna-se significativamente maior nesta alternativa.

b) Impactos em espécies de relevante interesse

A linha de transmissão projeta-se no perímetro da APA da Lagoa Verde sobre áreas úmidas e canal natural que interliga a lagoa Verde e o saco da Mangueira. Para a área já foram registradas espécies de interesse para a conservação como o *Cynopoecilus melanotenia* e *Austrolebias minuano*, sendo este último classificado como “Em Perigo” pela lista de espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul (Decreto n.º 51.797/2014).

Para implantação da linha aérea a intervenção em solo se restringe a pontos de inserção das torres. Para implantação da linha subterrânea se faz necessária passagem de tubulações internamente ao canal e intervenção mais extensa no solo, cavando vala e drenando lençol freático, correndo-se risco de mudança na hidrodinâmica local e possibilidade de impacto na espécie em questão.

3.6.7.2. Meio Biótico – Avifauna

a) Perda e/ou fragmentação de habitat

A perda ou fragmentação de habitat pode ocorrer em empreendimentos de transmissão de energia quando suscita a descaracterização das áreas, especialmente por meio da construção dos acessos e instalação das torres. As principais alterações que alteram o ambiente gerando a perda ou fragmentação do habitat estão relacionadas a supressão da vegetação arbórea, necessária para a construção da linha de transmissão e alterações no sistema de drenagem, causando a perda de áreas úmidas. A supressão da vegetação ocorrerá tanto para o modelo de

linha aérea como para o modelo de linha subterrânea. Para o modelo de linha subterrânea tende a ser mais intenso, uma vez que deverá ser mantida a faixa de servidão sem a presença de espécies arbustivas e arbóreas durante toda a vida útil da linha. Para a linha aérea, espécies arbustivas e arbóreas (até determinada altura de segurança) é possível permanecer na faixa de servidão. Na construção da linha aérea é possível manter um melhor controle do sistema de drenagem, evitando a descaracterização do ambiente. Para a linha subterrânea, um intenso processo de drenagem, com rebaixamento do lençol freático é necessário, além do risco de ocorrer alteração no fluxo das águas subterrâneas em razão do ducto que poderá gerar um fluxo hídrico (local de passagem da linha subterrânea).

3.6.8. Impactos Ambientais Identificados Para a Fase de Operação e Manutenção

3.6.8.1. Meio Físico

a) Movimentação de terra

Linha aérea: Não haverá movimentação de terra

Linha subterrânea: Poderá haver movimentação de terra em caso de manutenção da linha subterrânea, não sendo necessário em caso de linha aérea.

b) Mudança de nível do lençol freático

Linha aérea: Não haverá alteração:

Linha subterrânea: Em caso de necessidade manutenção dos cabos ou necessidade de correção, será necessário a abertura da vala e procedimento de drenagem, podendo gerar novo processo de rebaixamento do lençol freático.

c) Alteração da qualidade/composição do corpo hídrico

Linha aérea: Na fase de operação da linha de transmissão a atividade não deve gerar impacto sobre a qualidade e composição do corpo hídrico de forma direta. Os riscos associados à alteração da qualidade/composição do corpo hídrico estão relacionados a acidentes com veículos que realizam a manutenção da linha de transmissão, sendo semelhantes nos dois modelos construtivos (linha aérea e linha subterrânea).

Linha subterrânea: Em caso de necessidade da manutenção da linha de transmissão, poderá ser necessária a reabertura da vala para acessar os cabos. Nesse momento, novo processo de drenagem e rebaixamento do lençol freático será exigido, podendo acarretar em carreamento de sedimentos para o corpo hídrico, gerando impacto.

Produção de metano: Em caso de instalação de linha subterrânea, poderá ocorrer a inserção de oxigênio no subsolo, provocando a oxidação de áreas de turfeira. Neste processo, potencialmente poderá ocorrer a oxidação deste sistema, tendo como resultado a geração de metano. O metano produzido, se atingir as o canal e outras áreas úmidas, poderá afetar diretamente a fauna aquática.

3.6.8.2. Meio Biótico – Ictiofauna

a) Perda e/ou fragmentação de habitat

Linha aérea: Na fase de operação da linha de transmissão aérea não deve ocorrer novas intervenção nas áreas úmidas.

Linha subterrânea: Para a Linha de Transmissão subterrânea, a manutenção poderá exigir nova abertura da vala e procedimento de drenagem, podendo impactar a Ictiofauna.

3.6.8.3. Meio Biótico – Avifauna

a) Colisão de aves e impactos nas rotas de aves migratórias

Para a linha de transmissão, os impactos sobre espécies migratórias estão associados especialmente à colisão com a linha de transmissão aérea. Esse impacto é constante durante a fase de operação. No entanto, há medidas de mitigação que serão aplicadas, como a instalação de sinalizadores para a avifauna.

Já a linha de transmissão subterrânea, pela ausência de obstáculo aérea, tende de anular o risco de colisão. Entretanto o risco não é excluído. Haverá ainda a instalação de estruturas e cabos na passagem da linha aérea para a linha subterrânea. Desta forma, a definição de uma linha subterrânea no local não exclui o impacto gerado pela colisão de aves, sendo que a instalação da linha aérea, apesar de incluir um obstáculo na paisagem, em função da instalação da linha na mesma altura da linha já em operação e da colocação de sinalizadores para a avifauna, poderá reduzir o impacto existente atualmente.

Outro aspecto é a extensão da linha subterrânea na APA da Lagoa Verde, que corresponde a apenas algo em torno de 700 metros. Apesar das características da fisionomia do solo (presença de áreas úmidas e canal) indicarem que esta área tem potencialidade de formarem corredores de voo, a dimensão sugerida (700 metros) não garantem a eficiência de medidas.

b) Perturbação de hábitos

Na fase de operação da linha de transmissão a perturbação de hábitos pode ocorrer com manutenção da linha de transmissão. Neste caso o aumento da circulação de veículos e pessoas podem perturbar as aves que estão utilizando o local. A outra forma de perturbação pode ser gerada pela linha aérea, obrigando as aves alterarem a rota de voo. Neste caso, devem ser consideradas as mesmas observações quanto à presença de linhas em operação e instalação dos sinalizadores discutidos para o item: colisão de aves e impactos sobre as rotas migratórias.

3.6.9. Conclusões

Considerando os seguintes fatores:

- (1) A área do empreendimento (APA da Lagoa Verde), unidade de conservação com predominância de fisionomias de áreas úmidas, os principais riscos negativos

identificados são aqueles que envolvem: a modificação das drenagens e lençol freático, que se tratando de ambiente de área úmida estão diretamente relacionados à ictiofauna, principalmente aos peixes anuais, os quais dependem desse ambiente para sobrevivência.

- (2) A aplicação de medidas de mitigação para o risco de colisão de aves com os cabos (instalação dos sinalizadores de avifauna).
- (3) Inexistência de estudos que garantam que o trecho sugerido para instalação da linha subterrânea apresente eficiência significativa que evitem a colisão de aves com a linha de transmissão, mesmo sendo área com potencial formação de corredores de deslocamento.

A instalação do trecho subterrâneo não é justificada, para este caso específico. Conclui-se portanto, que a **linha aérea** no trecho que cruza a APA da Lagoa Verde, apresenta maior viabilidade em relação a linha subterrânea. No entanto, em função da sensibilidade ambiental, em especial para as aves, sugere-se que este ponto seja foco de monitoramento da colisão da avifauna e seja estabelecido desenho experimental que compare a taxa de colisão com outras áreas da linha de transmissão.



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

3.7. PLANTA DO TRAÇADO

O detalhamento da planta do traçado preliminar da Linha de Transmissão SE BOJURU – SE Povo Novo, com tensão de 230 kV, é apresentado nas referências [27], [28] e [29]. A Figura abaixo apresenta o traçado preliminar geral da LT 230 kV BOJURU – Povo Novo elaborado com ao auxílio do programa Google Earth Pro.

No Apêndice 6 deste relatório é descrita a evolução do traçado da LT Bojuru – Povo Novo, indicando todos os pontos considerados para a elaboração do trajeto apresentado.

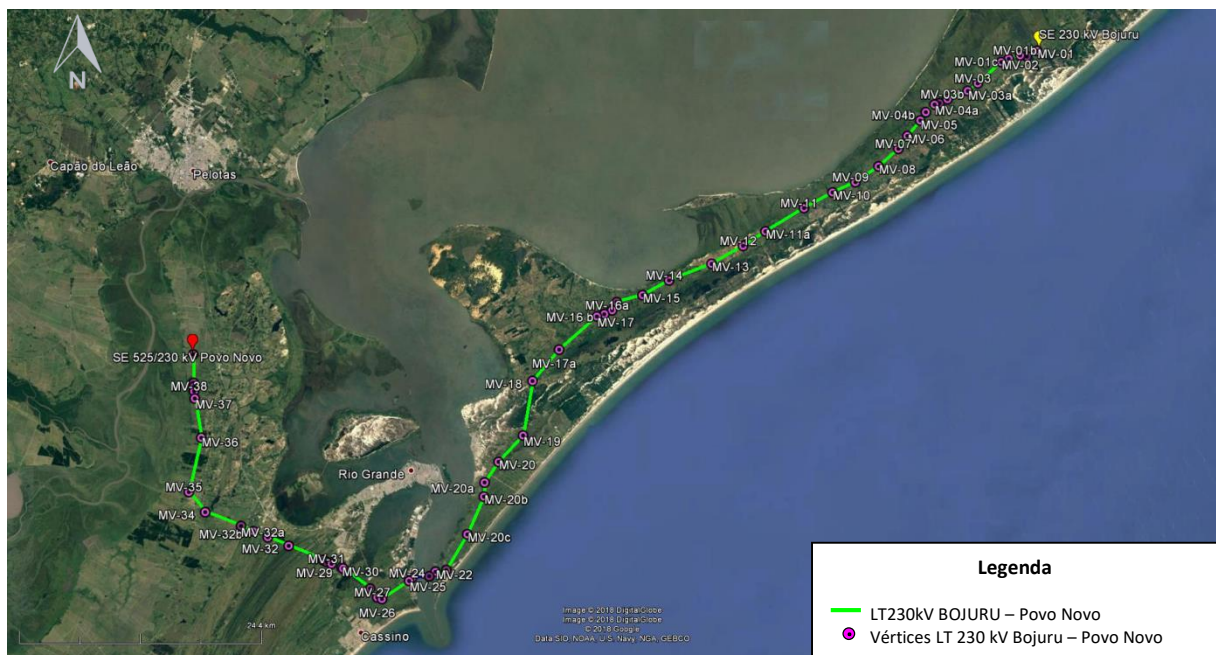


Figura 3.20 - Traçado da LT 230 kV Bojuru - Povo Novo

As coordenadas dos Vértices do traçado preliminar da Linha de Transmissão 230 kV BOJURU – Povo Novo são apresentadas na Tabela a seguir.

Tabela 3.9 - Dados Geodésicos – LT Bojuru – Povo Novo (Datum: Sirgas 2000, Zona 22)

VÉRTICES	DISTÂNCIAS (UTM) [m]		AZIMUTE	COORDENADAS			
	PARCIAL	PROGRESSIVA	UTM	UTM [m]		GEOGRÁFICAS	
				E	N	LONGITUDE	LATITUDE
SE 230 kV Bojuru	146,92	0,00		458.013,4	6.497.519,2	51° 26' 34,3315"	31° 39' 24,4784" S
MV-01	1.138,52	146,92	257°,25' 29,70"	457.870,0	6.497.487,3	51° 26' 39,7793"	31° 39' 25,4994" S
MV-01a	691,17	1.285,44	240°,48' 46,11"	456.876,0	6.496.932,0	51° 27' 17,6090"	31° 39' 43,3982" S
MV-01b	1.186,66	1.976,62	277°,55' 43,35"	456.191,4	6.497.027,4	51° 27' 43,5885"	31° 39' 40,2097" S
MV-01c	824,06	3.163,28	252°,46' 59,79"	455.057,9	6.496.676,1	51° 28' 26,6866"	31° 39' 51,4649" S
MV-02	3.184,48	3.987,34	246°,20' 54,17"	454.303,1	6.496.345,6	51° 28' 55,4090"	31° 40' 2,0889" S
MV-03	1.262,58	7.171,82	227°,38' 03,53"	451.950,2	6.494.199,7	51° 30' 25,1359"	31° 41' 11,4390" S
MV-03a	2.191,38	8.434,40	232°,35' 19,91"	450.947,4	6.493.432,6	51° 31' 3,3741"	31° 41' 36,2021" S
MV-03b	894,56	10.625,78	247°,21' 02,04"	448.925,0	6.492.588,7	51° 32' 20,3537"	31° 42' 3,2943" S
MV-04	512,98	11.520,34	243°,37' 09,27"	448.123,6	6.492.191,2	51° 32' 50,8694"	31° 42' 16,0662" S
MV-04a	1.156,44	12.033,31	253°,15' 13,76"	447.632,4	6.492.043,4	51° 33' 9,5642"	31° 42' 20,7855" S
MV-04b	1.004,31	13.189,75	228°,40' 10,39"	446.764,0	6.491.279,7	51° 33' 42,6960"	31° 42' 45,4525" S
MV-05	2.014,96	14.194,06	213°,36' 56,29"	446.208,0	6.490.443,4	51° 34' 3,9901"	31° 43' 12,5153" S
MV-06	1.566,59	16.209,02	219°,21' 34,76"	444.930,1	6.488.885,4	51° 34' 52,8571"	31° 44' 2,9042" S
MV-07	2.652,71	17.775,62	215°,04' 50,26"	444.029,7	6.487.603,4	51° 35' 27,3422"	31° 44' 44,3796" S
MV-08	2.800,62	20.428,32	228°,02' 24,09"	442.057,2	6.485.829,8	51° 36' 42,6871"	31° 45' 41,6254" S
MV-09	2.511,81	23.228,94	235°,31' 47,44"	439.748,3	6.484.244,7	51° 38' 10,8066"	31° 46' 32,6798" S
MV-10	3.258,44	25.740,75	245°,19' 42,06"	437.465,7	6.483.196,2	51° 39' 37,8290"	31° 47' 6,2914" S
MV-11	4.505,89	28.999,19	241°,05' 11,11"	434.613,5	6.481.620,8	51° 41' 26,6632"	31° 47' 56,8839" S
MV-11a	2.664,29	33.505,08	238°,29' 35,11"	430.771,9	6.479.266,0	51° 43' 53,3452"	31° 49' 12,5353" S
MV-12	3.625,75	36.169,36	236°,47' 13,88"	428.542,8	6.477.806,7	51° 45' 18,5189"	31° 49' 59,4429" S
MV-13	4.562,81	39.795,12	239°,52' 58,70"	425.406,5	6.475.987,4	51° 47' 18,3348"	31° 50' 57,8008" S
MV-14	3.031,46	44.357,93	248°,30' 28,15"	421.161,0	6.474.315,7	51° 50' 0,3456"	31° 51' 51,0631" S
MV-15	2.688,06	47.389,39	240°,24' 22,26"	418.525,0	6.472.818,6	51° 51' 41,1120"	31° 52' 39,0112" S
MV-16	939,58	50.077,45	254°,42' 13,86"	415.932,1	6.472.109,5	51° 53' 20,0133"	31° 53' 1,3601" S
MV-16a	871,01	51.888,04	208°,22' 01,15"	415.485,7	6.471.282,7	51° 53' 37,2571"	31° 53' 28,0949" S
MV-16b	777,34	50.948,45	243°,31' 33,81"	414.706,1	6.470.894,4	51° 54' 7,0598"	31° 53' 40,4855" S
MV-17	5.016,28	52.665,37	252°,44' 12,66"	413.963,7	6.470.663,7	51° 54' 35,3896"	31° 53' 47,7785" S
MV-17a	4.100,57	57.681,65	228°,22' 52,66"	410.213,7	6.467.332,1	51° 56' 59,2468"	31° 55' 34,9335" S
MV-18	5.507,53	61.782,22	219°,59' 52,33"	407.578,0	6.464.190,8	51° 58' 40,6865"	31° 57' 16,1839" S
MV-19	3.592,57	67.289,75	189°,29' 57,20"	406.669,0	6.458.758,8	51° 59' 17,1988"	32° 00' 12,3146" S
MV-20	2.487,09	70.882,33	222°,29' 16,13"	404.242,5	6.456.109,5	52° 00' 50,6210"	32° 01' 37,6117" S
MV-20a	1.407,94	73.369,42	213°,52' 24,74"	402.856,3	6.454.044,6	52° 01' 44,2136"	32° 02' 44,2363" S
MV-20b	4.108,34	74.777,36	182°,26' 36,08"	402.796,3	6.452.637,9	52° 01' 47,0093"	32° 03' 29,9003" S
MV-20c	4.138,49	78.885,70	203°,22' 31,89"	401.166,3	6.448.866,7	52° 02' 50,5567"	32° 05' 31,8505" S
MV-21	1.096,21	83.024,19	210°,08' 39,32"	399.088,0	6.445.287,9	52° 04' 11,1909"	32° 07' 27,3997" S
MV-22	772,21	84.120,40	260°,27' 30,83"	398.007,0	6.445.106,2	52° 04' 52,5140"	32° 07' 32,9515" S
MV-23	1.745,29	84.892,60	234°,27' 36,07"	397.378,6	6.444.657,4	52° 05' 16,6555"	32° 07' 47,3160" S
MV-24	398,48	86.637,89	263°,25' 14,50"	395.644,8	6.444.457,4	52° 06' 22,9013"	32° 07' 53,2424" S
MV-25	3.268,45	87.036,37	224°,39' 38,59"	395.364,7	6.444.174,0	52° 06' 33,7027"	32° 08' 2,3494" S
MV-26	498,50	90.304,82	235°,56' 53,20"	392.656,7	6.442.343,8	52° 08' 17,7820"	32° 09' 0,8613" S
MV-27	1.123,25	90.803,32	289°,13' 03,40"	392.186,0	6.442.507,9	52° 08' 35,6791"	32° 08' 55,3706" S
MV-28	3.376,22	91.926,57	320°,22' 22,38"	391.469,6	6.443.373,0	52° 09' 2,6749"	32° 08' 27,0311" S
MV-29	184,02	95.302,79	306°,00' 04,74"	388.738,2	6.445.357,6	52° 10' 46,0756"	32° 07' 21,6263" S
MV-30	1.073,06	95.486,81	309°,14' 00,60"	388.595,7	6.445.474,0	52° 10' 51,4717"	32° 07' 17,8015" S
MV-31	523,55	96.559,87	288°,43' 36,93"	387.579,4	6.445.818,5	52° 11' 30,1027"	32° 07' 6,2505" S



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

VÉRTICES	DISTÂNCIAS (UTM) [m]		AZIMUTE	COORDENADAS			
	PARCIAL	PROGRESSIVA		UTM	UTM [m]		GEOGRÁFICAS
			E		N	LONGITUDE	LATITUDE
MV-31a	411,44	97.083,42	289°,57' 31,84"	387.087,3	6.445.997,2	52° 11' 48,8013"	32° 07' 0,2656" S
MV-31b	3.722,33	97.494,85	297°,26' 53,02"	386.722,2	6.446.186,9	52° 12' 2,6523"	32° 06' 53,9821" S
MV-32	2.189,97	101.217,18	291°,45' 41,42"	383.265,1	6.447.566,9	52° 14' 13,9423"	32° 06' 7,9018" S
MV-32a	1.635,37	103.407,16	291°,50' 31,06"	381.232,4	6.448.381,7	52° 15' 31,1177"	32° 05' 40,6825" S
MV-32b	1.348,15	105.042,53	291°,35' 27,86"	379.711,8	6.448.983,4	52° 16' 28,8493"	32° 05' 20,5608" S
MV-33	3.849,71	106.390,68	292°,46' 54,90"	378.468,8	6.449.505,5	52° 17' 16,0167"	32° 05' 3,1254" S
MV-34	2.592,37	110.240,40	290°,31' 21,50"	374.863,4	6.450.855,1	52° 19' 32,8870"	32° 04' 17,8850" S
MV-35	5.548,16	112.832,77	320°,07' 09,44"	373.201,2	6.452.844,4	52° 20' 35,3321"	32° 03' 12,6347" S
MV-36	3.975,39	118.380,93	12°,36' 06,47"	374.411,7	6.458.258,9	52° 19' 46,6421"	32° 00' 17,3101" S
MV-37	726,24	122.356,31	350°,05' 46,29"	373.727,9	6.462.175,1	52° 20' 10,8523"	31° 58' 9,8796" S
MV-38	441,30	123.082,56	353°,56' 27,25"	373.651,2	6.462.897,3	52° 20' 13,4271"	31° 57' 46,4005" S
MV-39	392,02	123.523,86	356°,15' 25,05"	373.622,4	6.463.337,6	52° 20' 14,3211"	31° 57' 32,0894" S
MV-40	2.834,12	123.915,87	356°,06' 19,04"	373.595,8	6.463.728,7	52° 20' 15,1457"	31° 57' 19,3819" S
MV-41	144,43	126.750,00	359°,03' 31,11"	373.549,3	6.466.562,5	52° 20' 15,5870"	31° 55' 47,3513" S
SE 525/230 kV Povo Novo	6.477.370,4 9	126.894,42	284°,22' 12,76"	373.409,3	6.466.598,3	52° 20' 20,9009" W	31° 55' 46,1310" S



Figura 3.21 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-01 e MV-01a



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

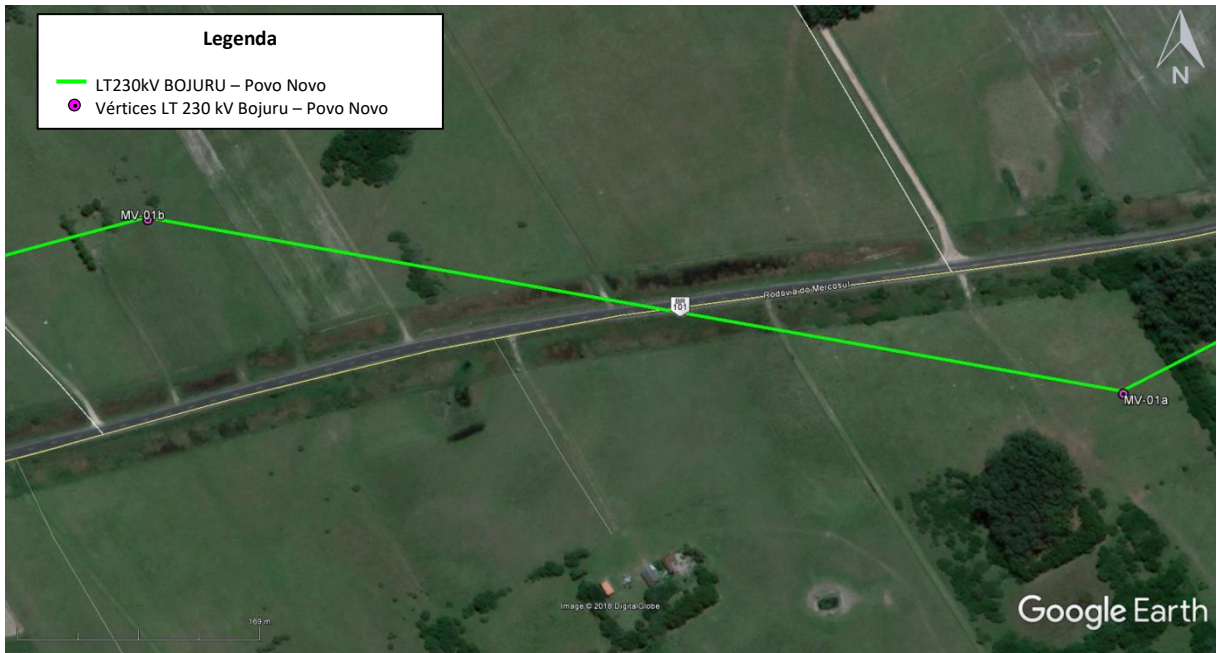


Figura 3.22 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-01a e MV-01b



Figura 3.23 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-01b e MV-01c



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.24 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-01c e MV-02



Figura 3.25 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-02 e MV-03



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.26 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-03 e MV-03a



Figura 3.27 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-03a e MV-03b



COMPLEXO DE GERAÇÃO
LÓLIKA BOJURU



Figura 3.28 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-03b e MV-04



Figura 3.29 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-04 e MV-04a



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.30 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-04a e MV-04b



Figura 3.31 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-04b e MV-05



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

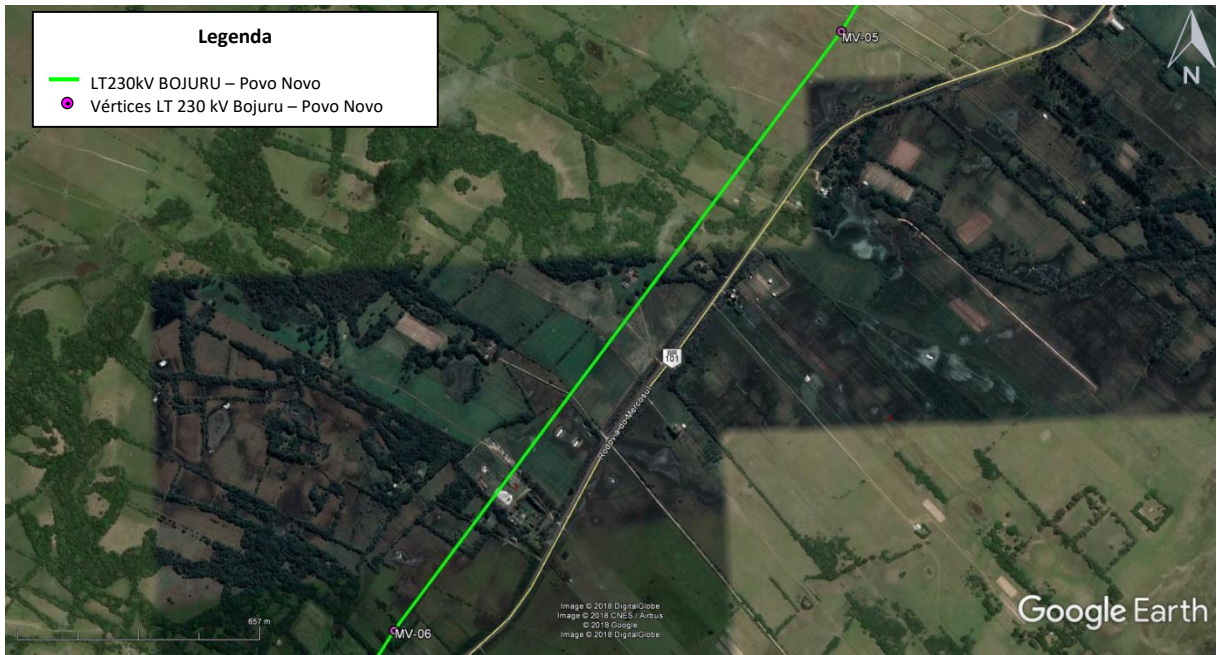


Figura 3.32 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-05 e MV-06

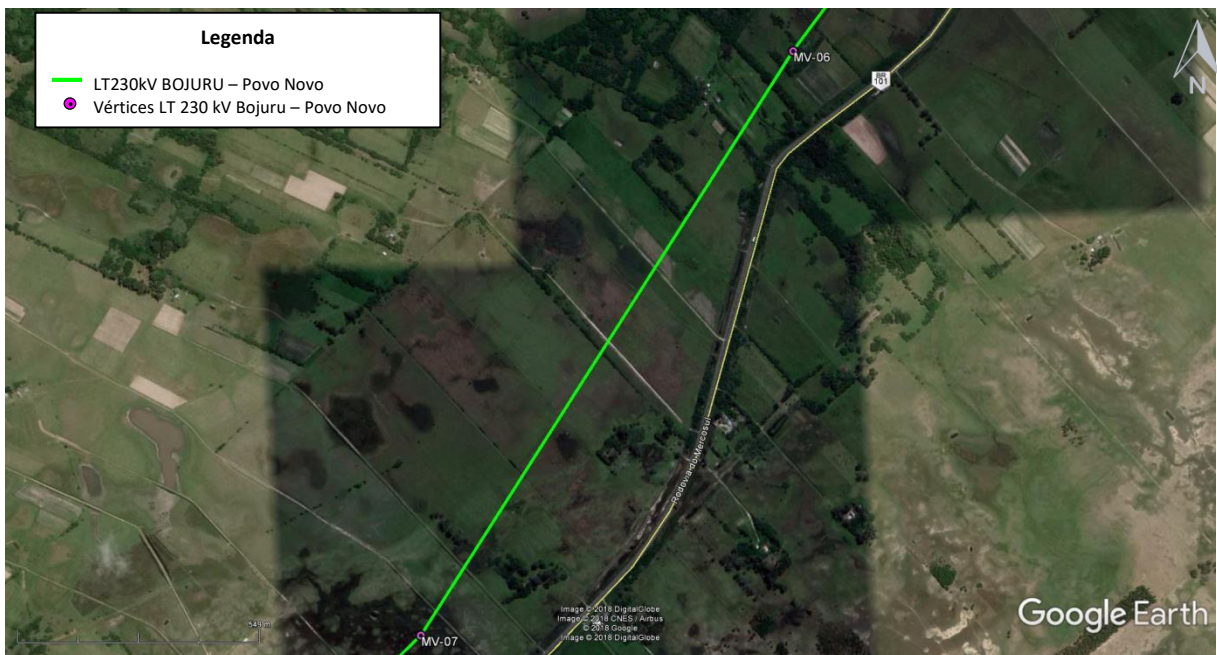


Figura 3.33 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-06 e MV-07



COMPLEXO DE GERAÇÃO
LÓLIKA BOJURU

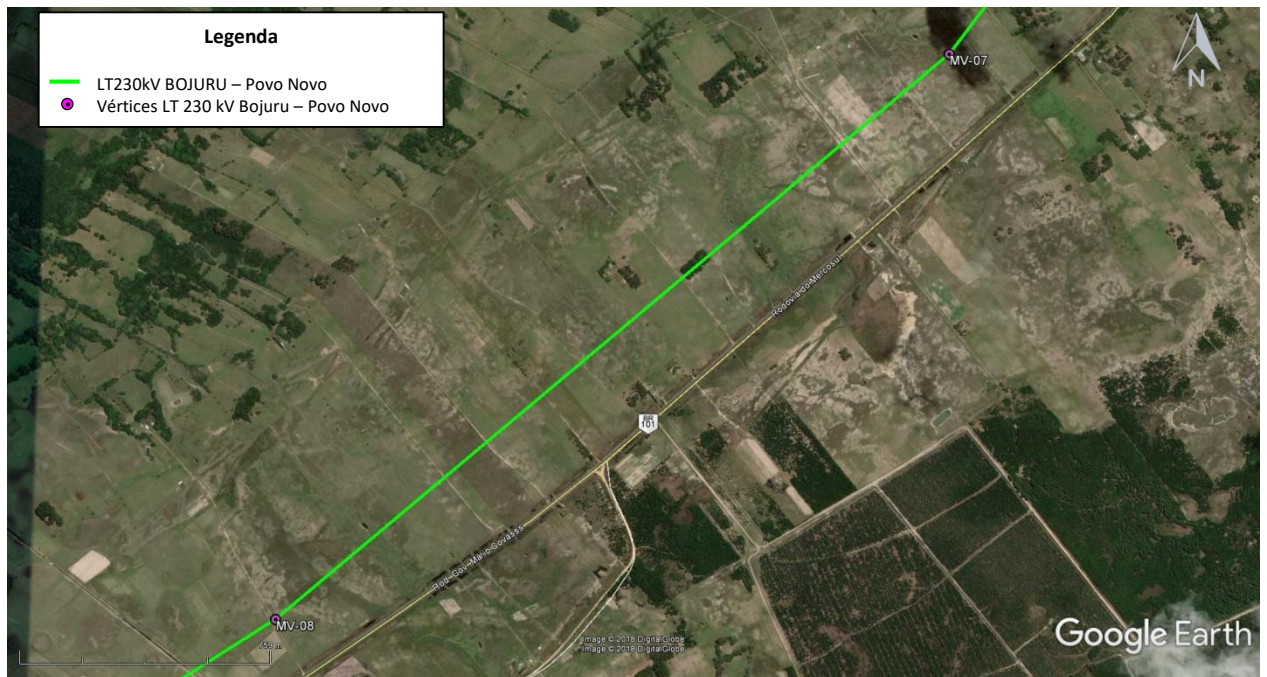


Figura 3.34 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-07 e MV-08



Figura 3.35 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-08 e MV-09



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.36 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-09 e MV-10



Figura 3.37 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-10 e MV-11



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

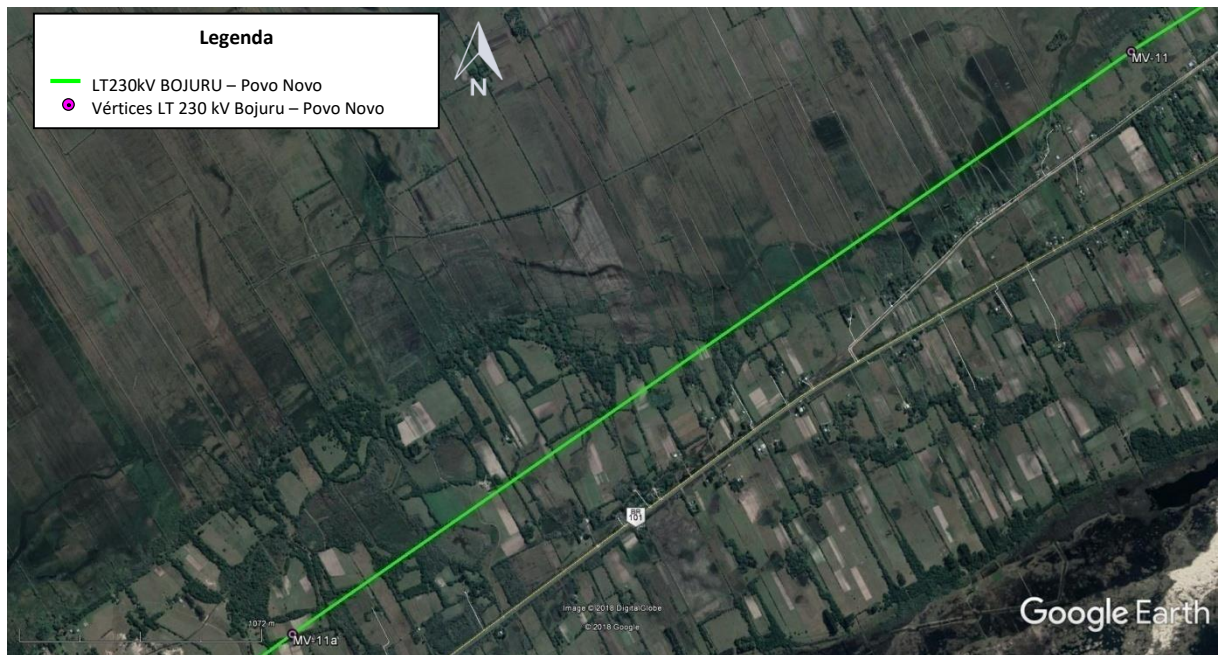


Figura 3.38 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-11 e MV-11a

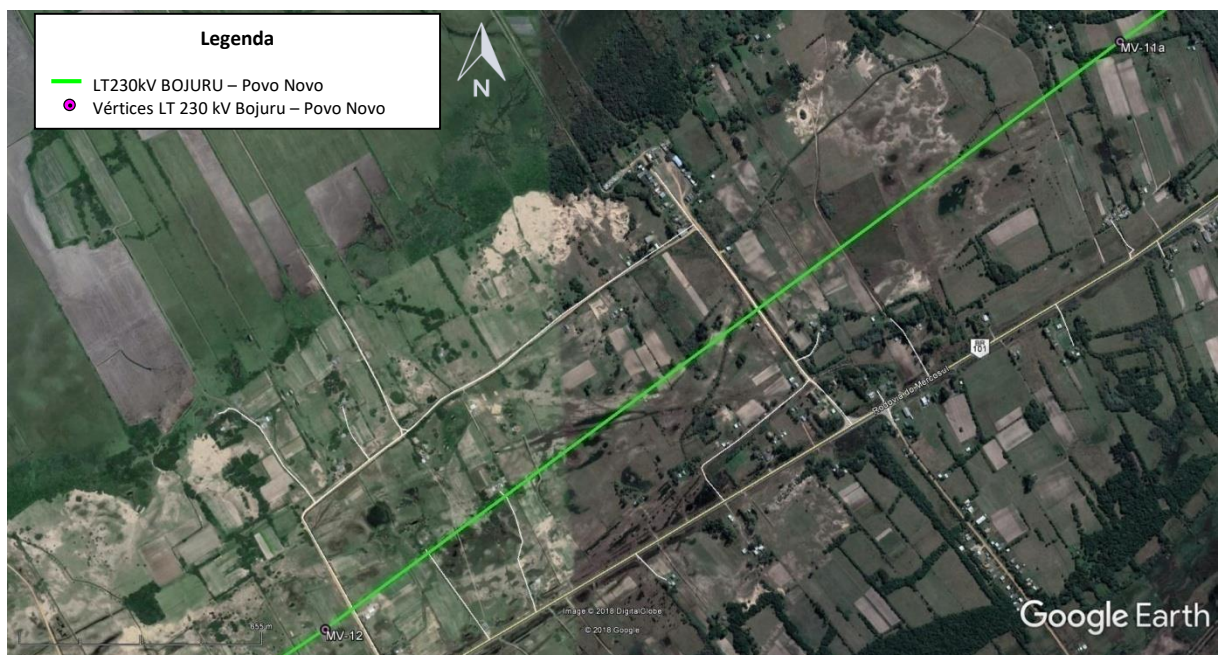


Figura 3.39 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-11a e MV-12



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.40 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-12 e MV-13



Figura 3.41 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-13 e MV-14



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.42 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-14 e MV-15

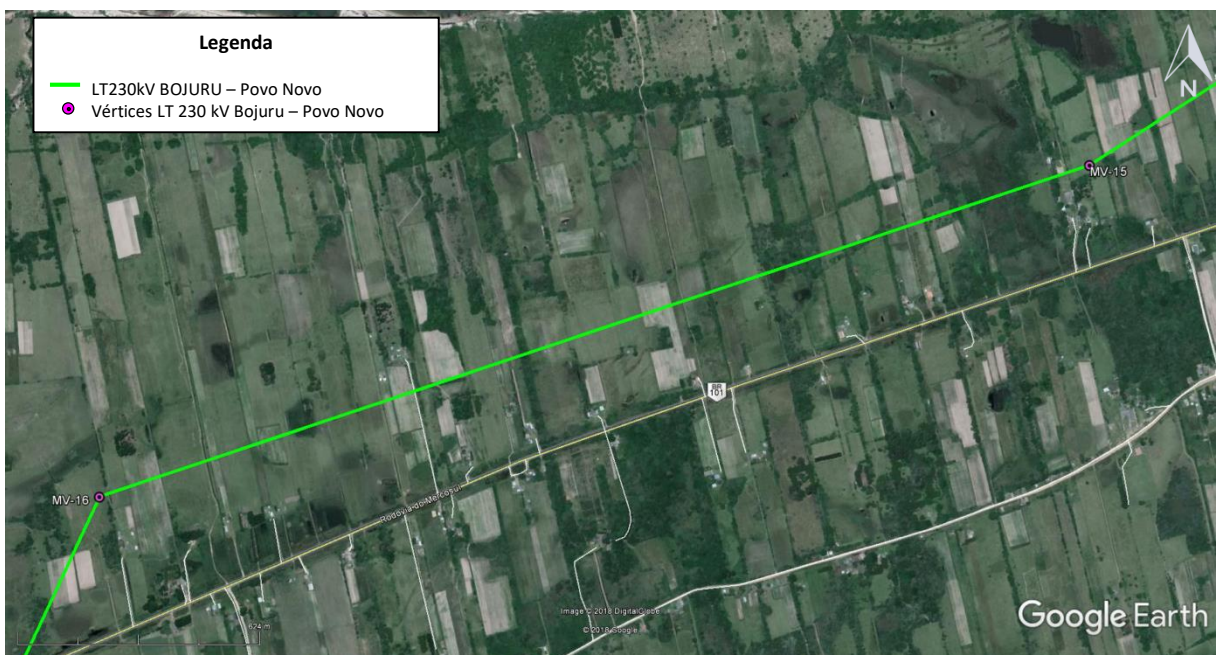


Figura 3.43 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-15 e MV-16



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.44 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-16 e MV-16a

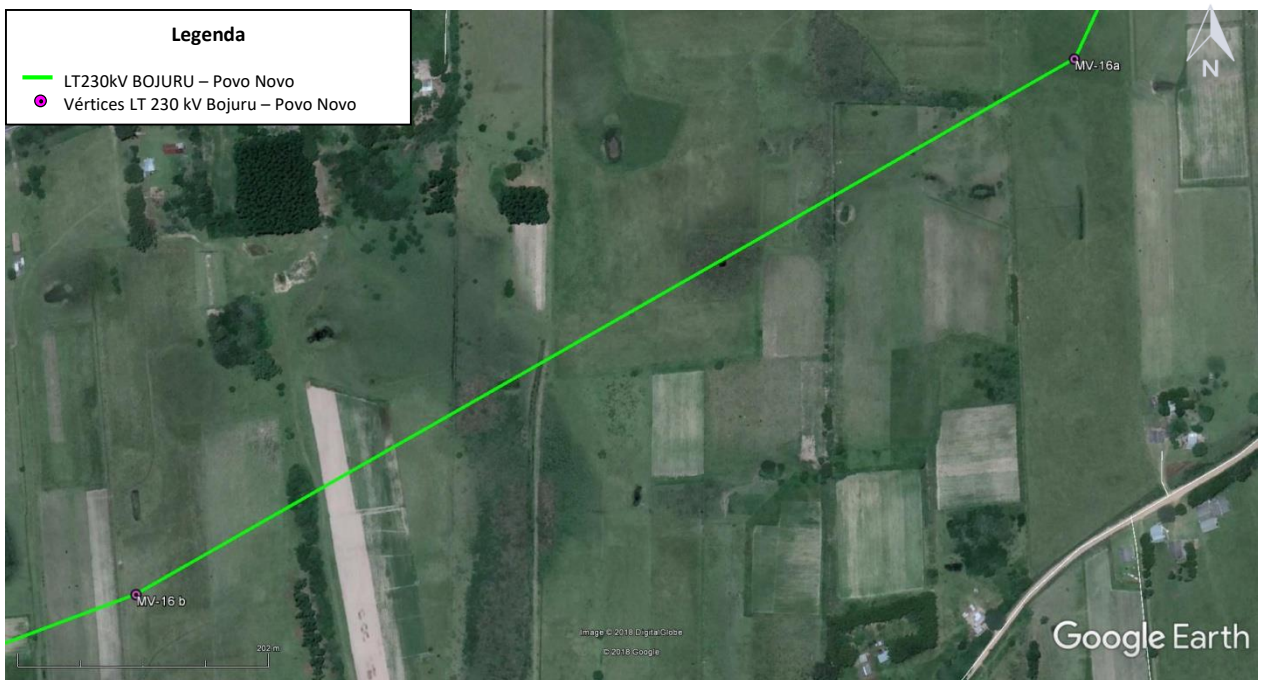


Figura 3.45 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-16a e MV-16b



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.46 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-16b e MV-17



Figura 3.47 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-17 e MV-17a



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.48 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-17a e MV-18



Figura 3.49 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-18 e MV-19

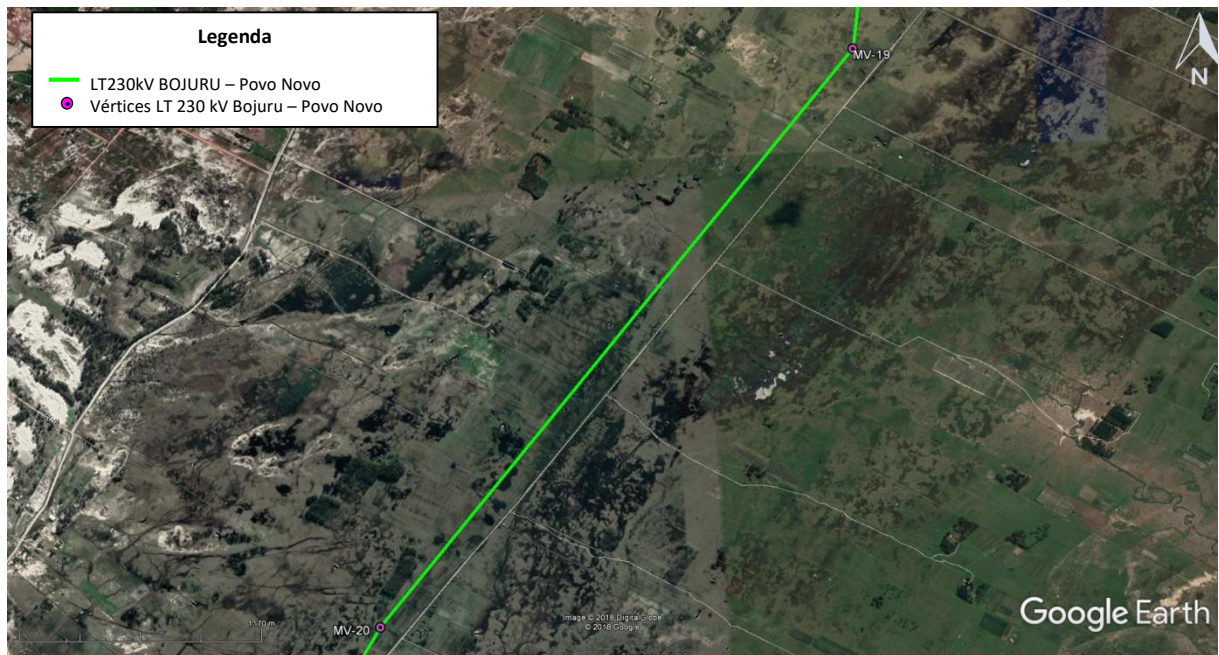


Figura 3.50 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-19 e MV-20

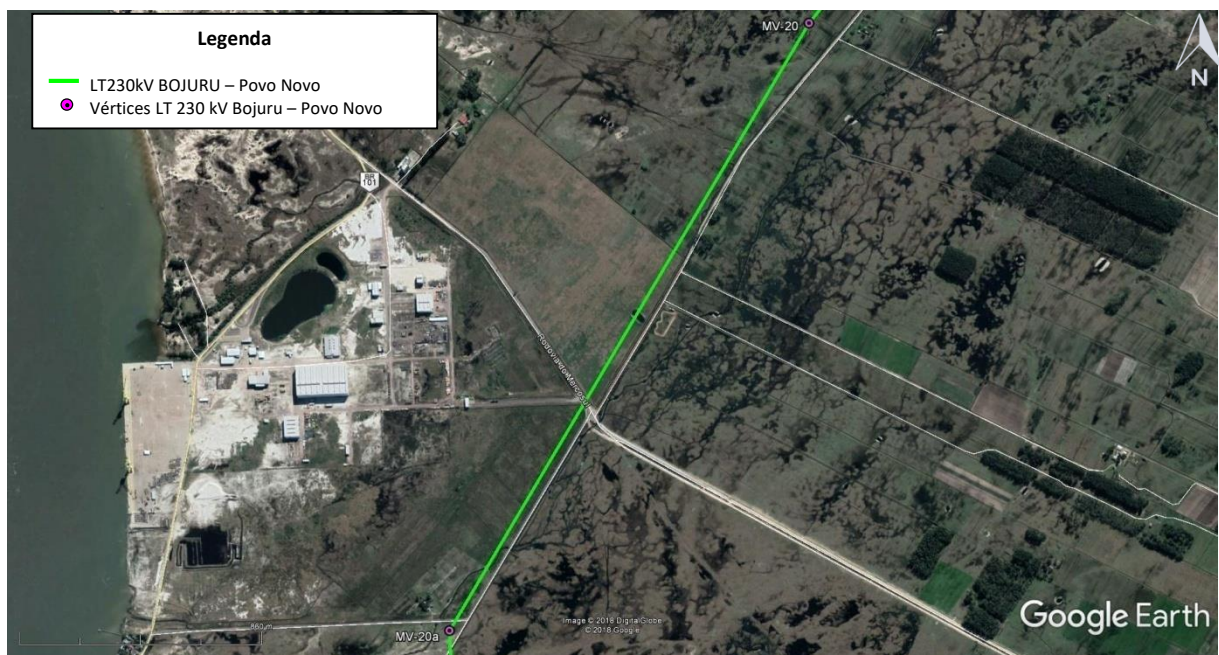


Figura 3.51 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-20 e MV-20a



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.52 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-20a e MV-20b

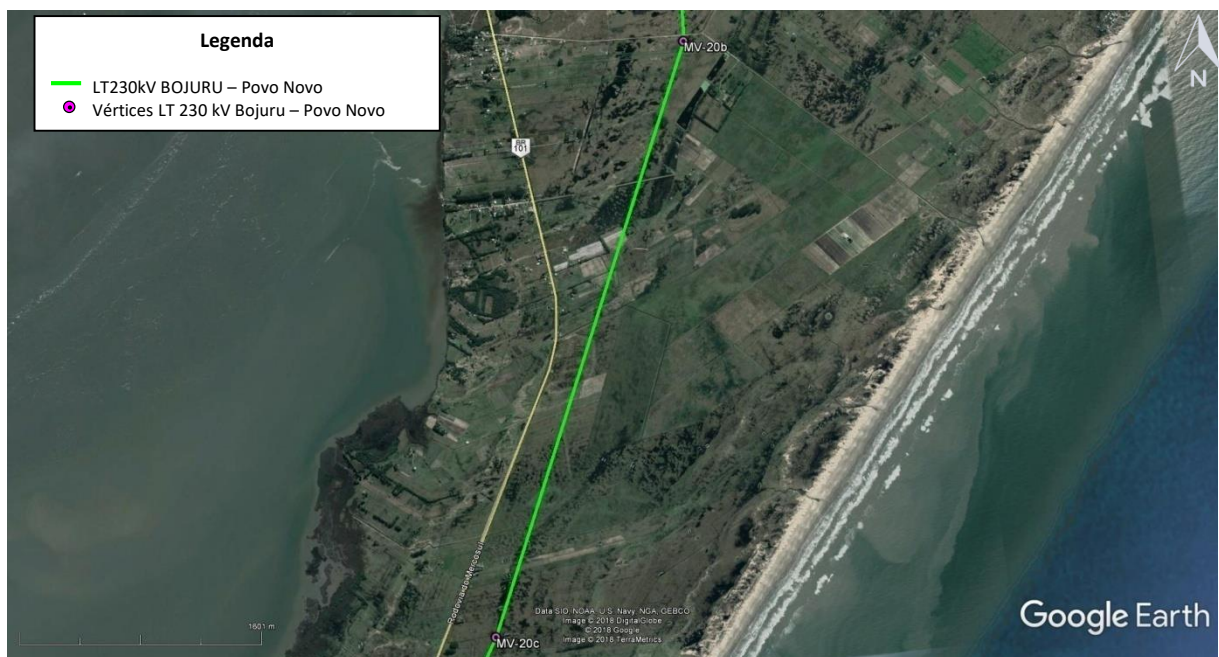


Figura 3.53 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-20b e MV-20c



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

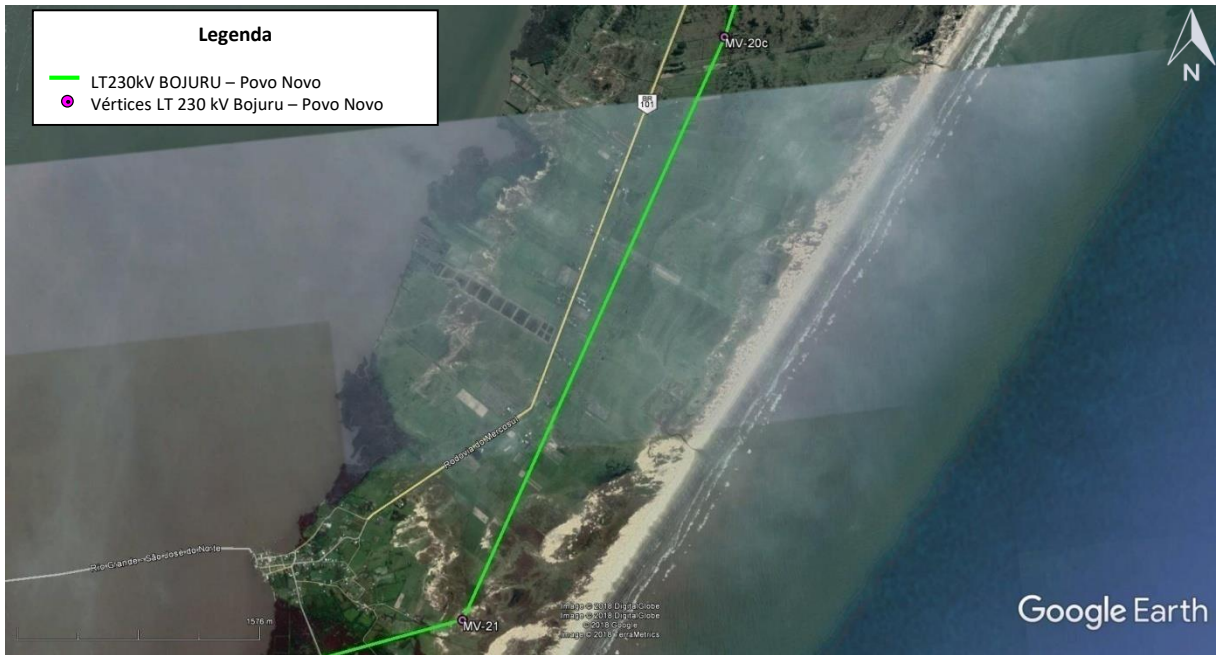


Figura 3.54 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-20c e MV-21



Figura 3.55 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-21 e MV-22



Figura 3.56 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-22 e MV-23

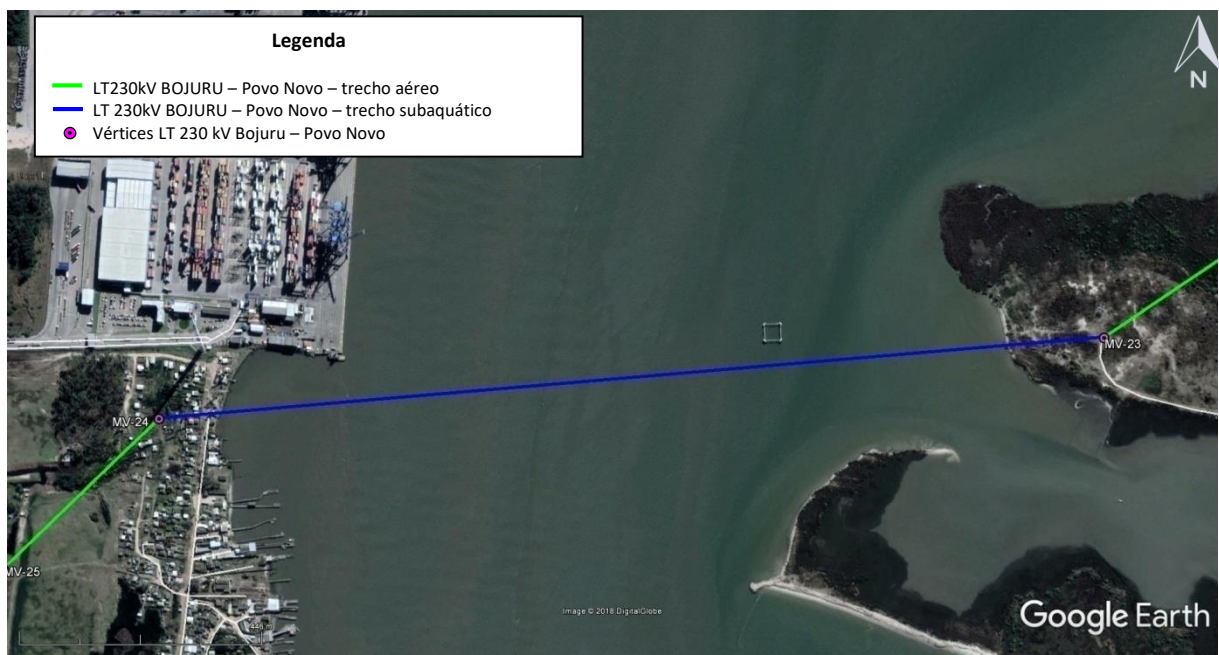


Figura 3.57 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-23 e MV-24



Figura 3.58 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-24 e MV-25

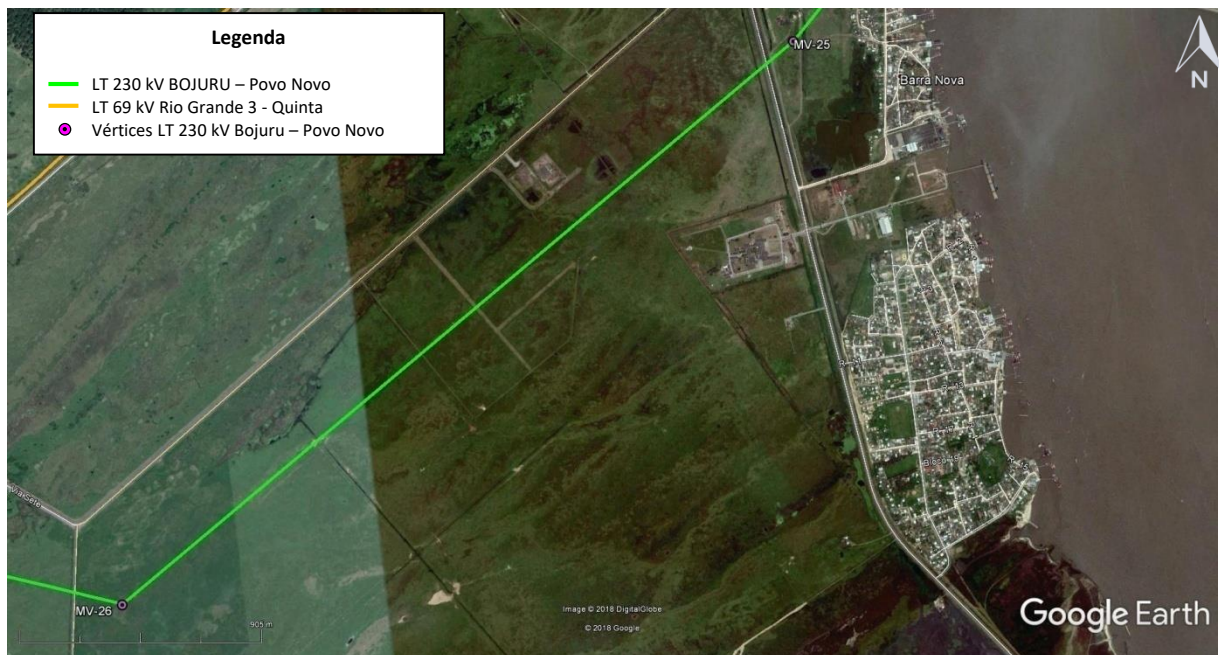


Figura 3.59 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-25 e MV-26



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

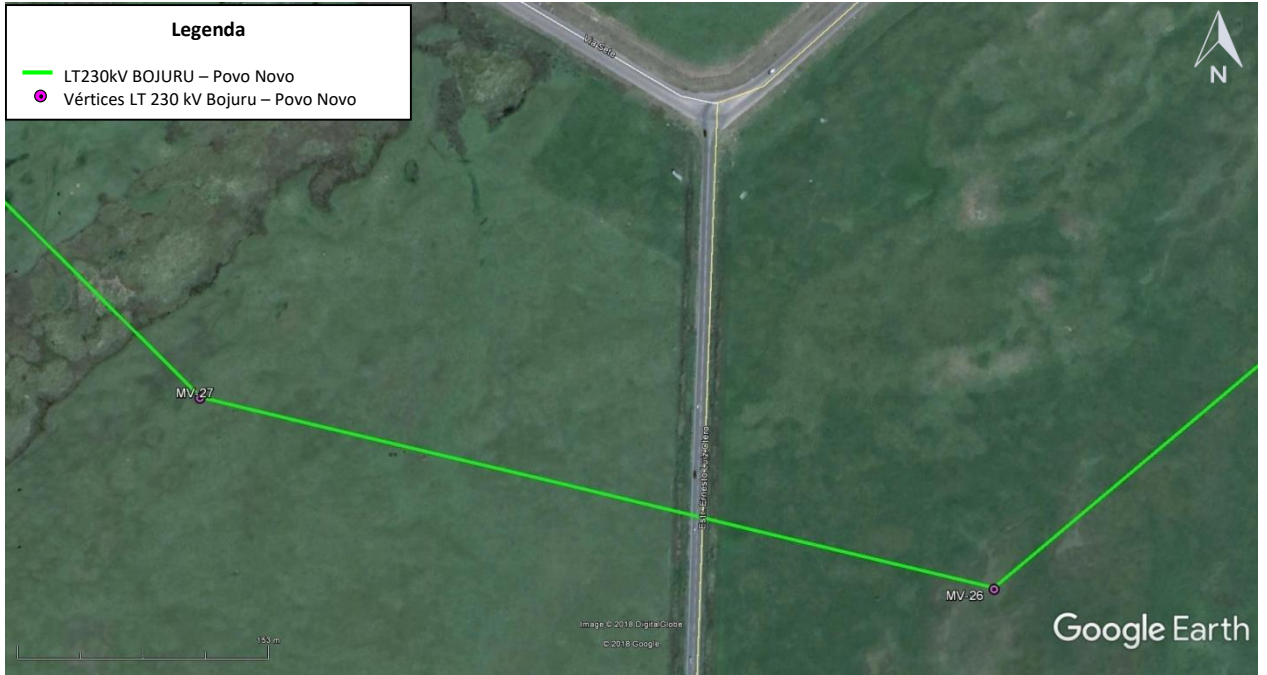


Figura 3.60 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-26 e MV-27



Figura 3.61 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-27 e MV-28



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.62 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-28 e MV-29



Figura 3.63 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-29 e MV-30



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.64 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-30 e MV-31



Figura 3.65 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-31 e MV-31a



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

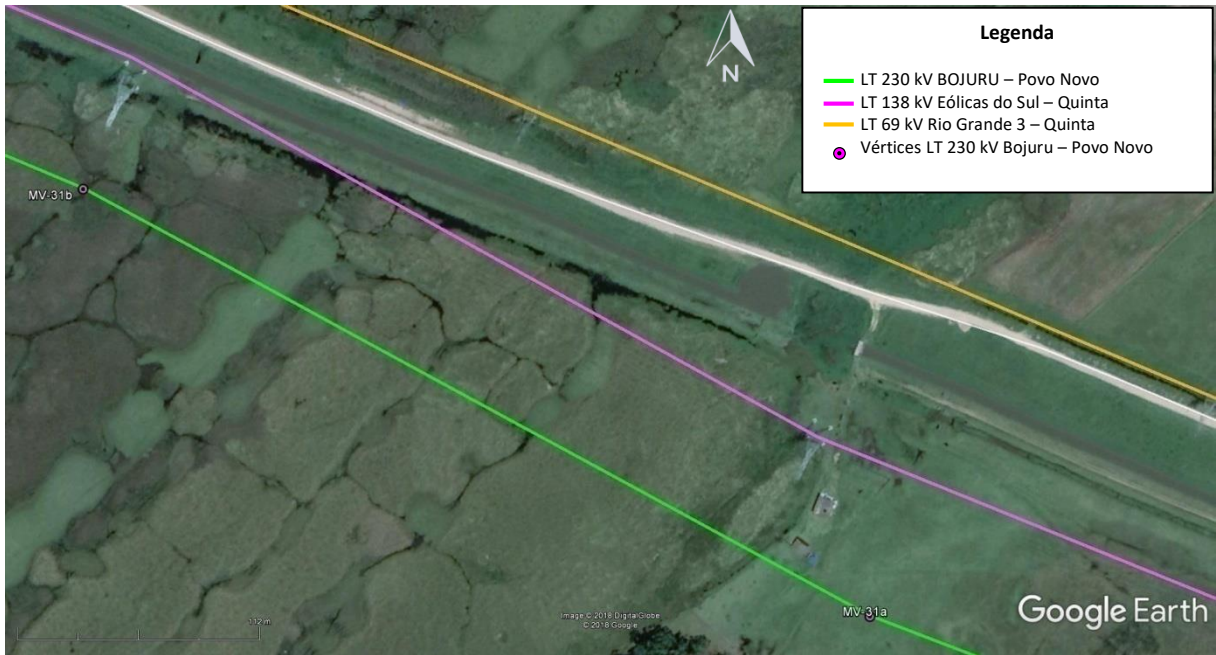


Figura 3.66 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-31a e MV-31b



Figura 3.67 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-31b e MV-32



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.68 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-32 e MV-32a



Figura 3.69 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-32a e MV-32b



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

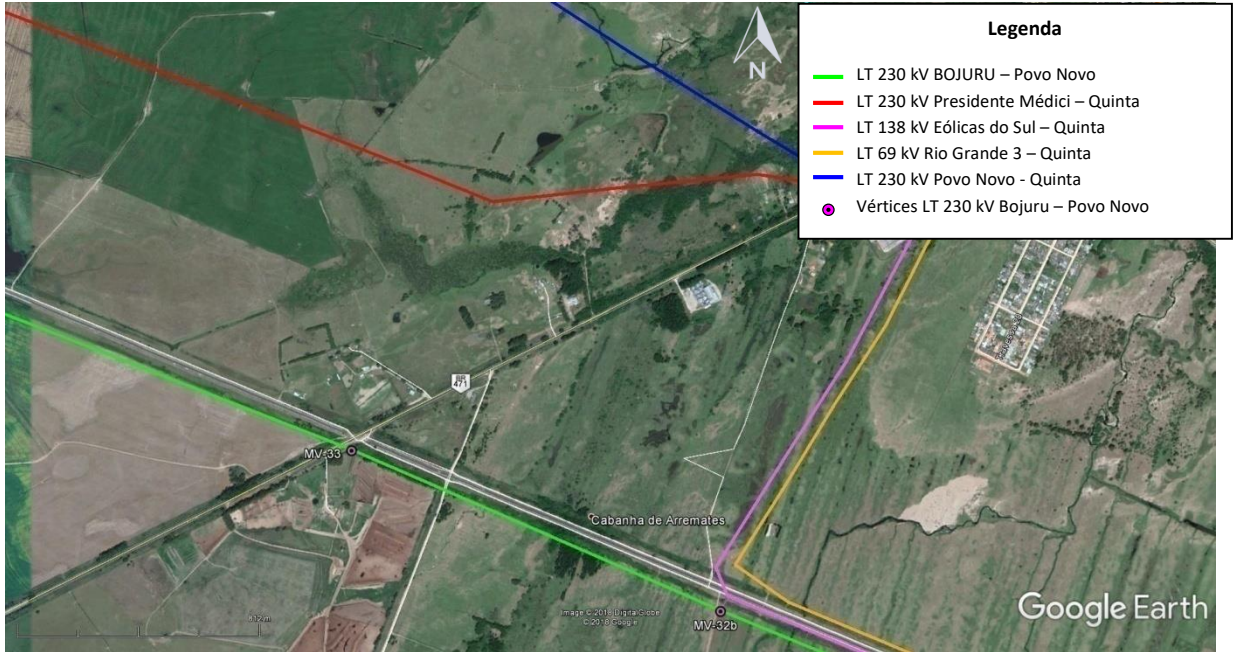


Figura 3.70 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-32b e MV-33



Figura 3.71 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-33 e MV-34



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

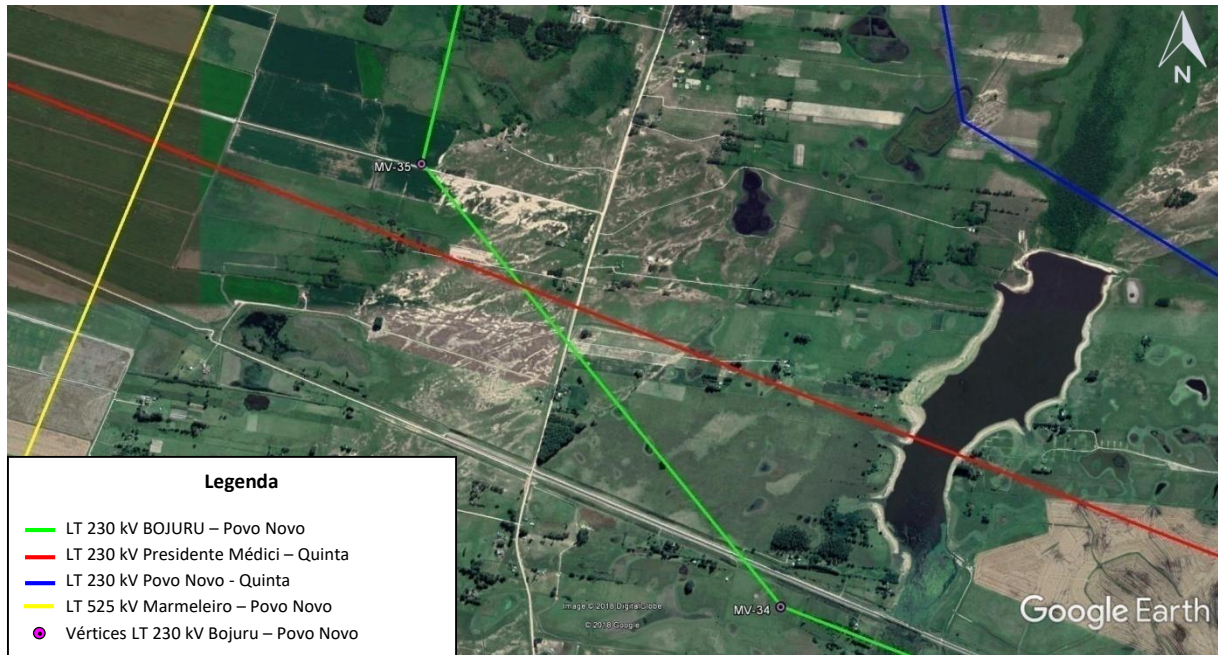


Figura 3.72 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-34 e MV-35

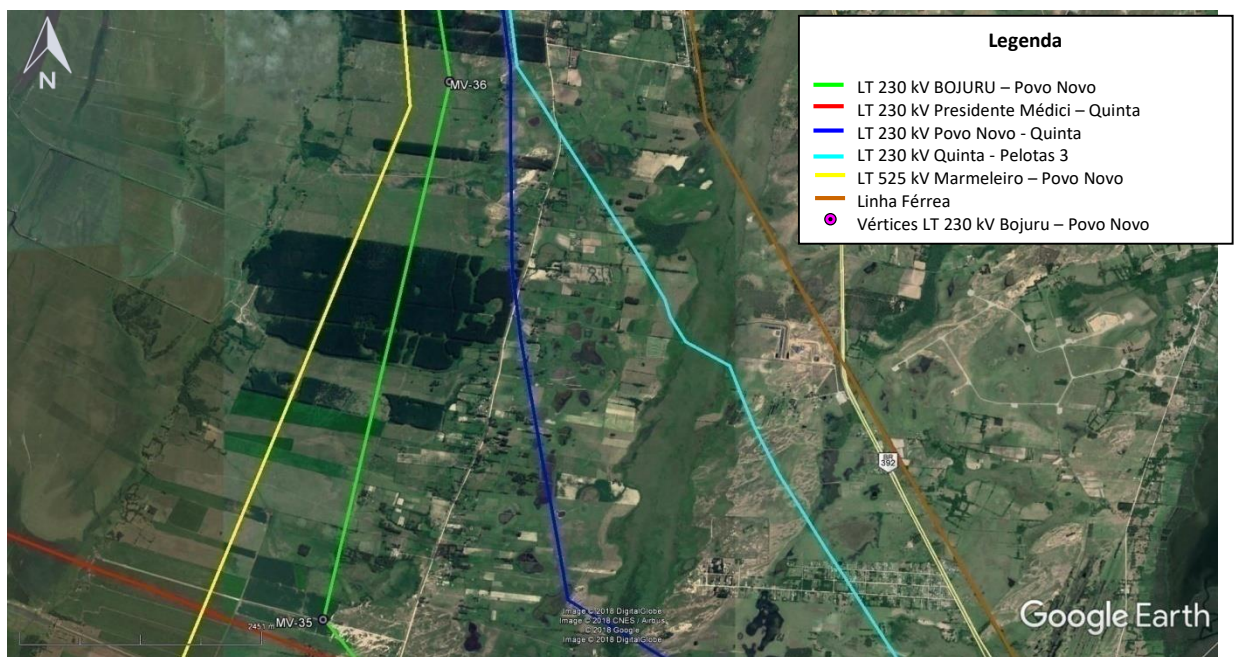


Figura 3.73 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-35 e MV-36



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

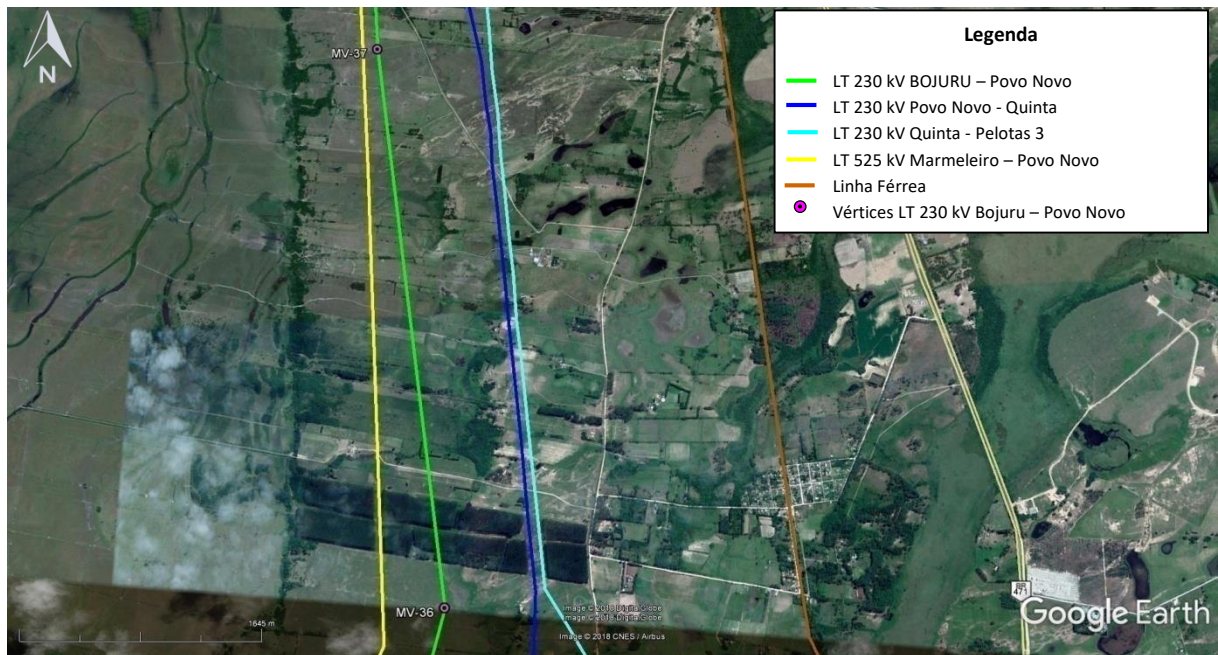


Figura 3.74 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-36 e MV-37

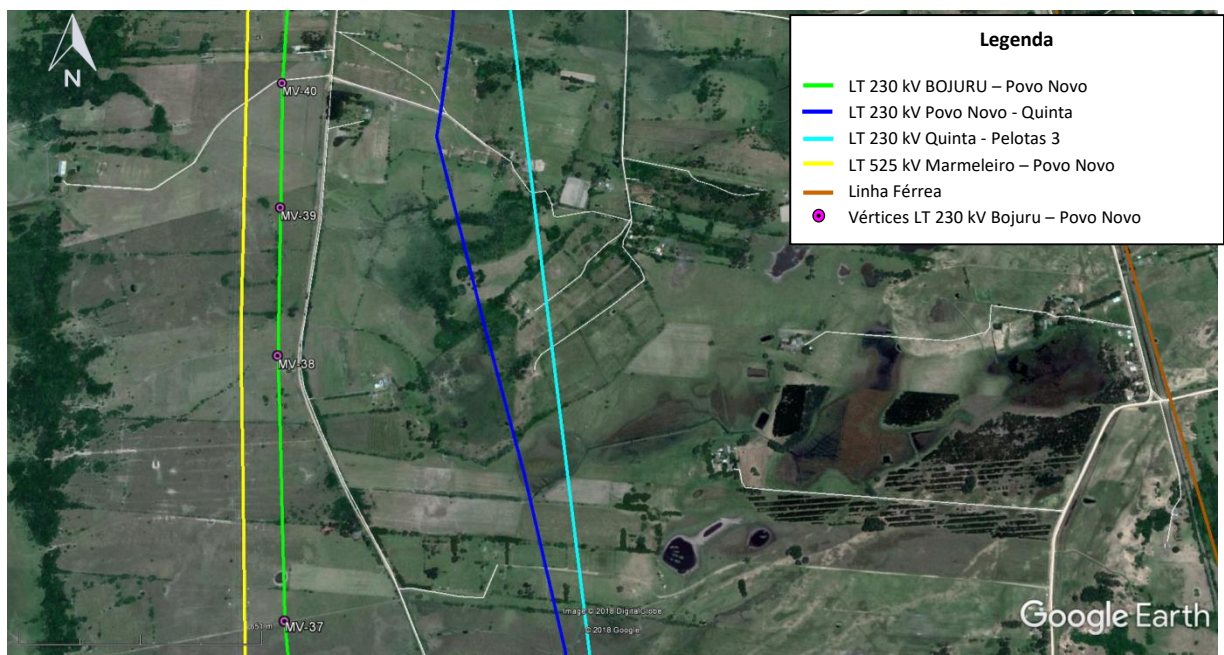


Figura 3.75 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-37 e MV-40



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

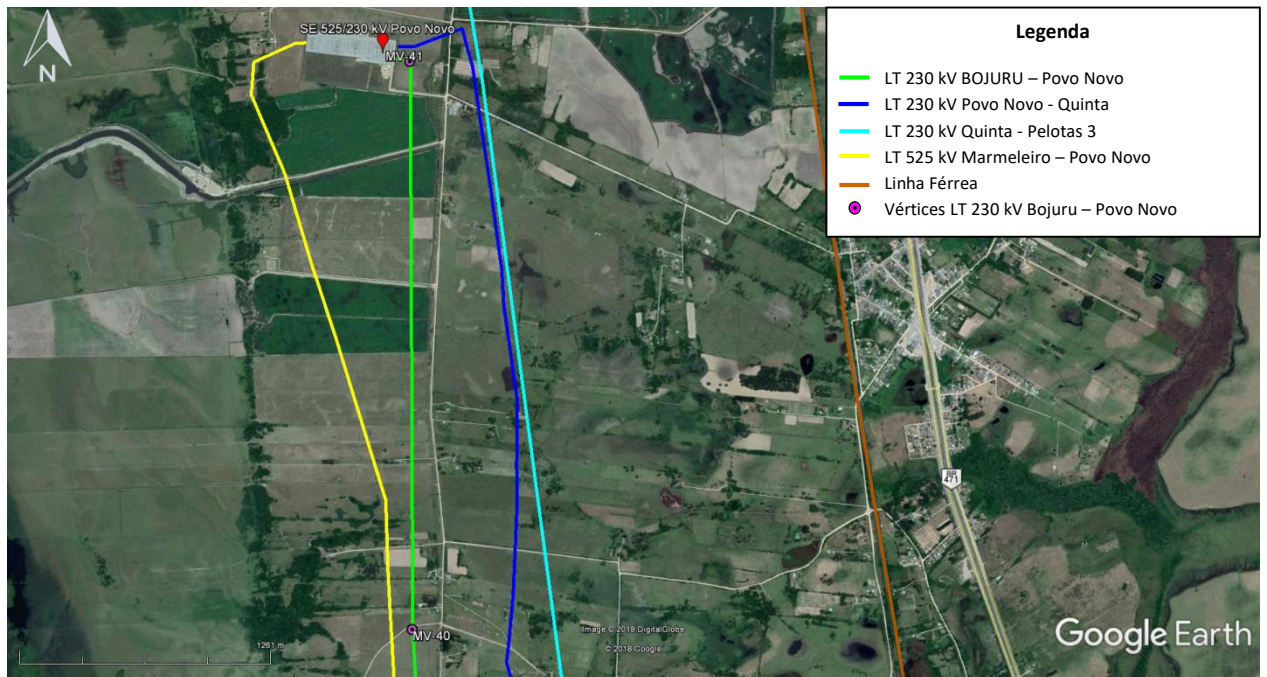


Figura 3.76 - Detalhe do traçado entre os vértices MV-40 e MV-41

Na sequência, são apresentadas as principais travessias identificadas no estudo do traçado da Linha de Transmissão SE BOJURU – SE Povo Novo, com tensão de 230 kV.

3.8. TRAVESSIAS

3.8.1. Travessias de Linhas de Transmissão

A figura a seguir, apresenta a Linha de Transmissão que liga a Subestação Presidente Médici à Subestação Quinta, com tensão de 230 kV, este traçado pode ser identificado pela cor vermelha. Também é possível observar, em verde, a Linha de Transmissão planejada, que conectará a Subestação do Complexo de Geração Eólica BOJURU à Subestação Povo Novo, também com tensão de 230 kV. Entre os vértices MV-34 e MV-35 (da LT BOJURU – Povo Novo) ocorrerá a travessia da Linha de Transmissão Presidente Médici - Quinta.



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.77 - Travessia da LT 230 kV Presidente Médici – Quinta (vermelho)

Na Figura 3.78 são apresentadas, em rosa, a Linha de Transmissão Eólicas do Sul - Quinta, com tensão de 138 kV, e em laranja, a Linha de Transmissão 69 kV Rio Grande 3 – Quinta. Pode-se ver que entre os vértices MV-30 e MV-31 da LT BOJURU – Povo Novo, haverá o cruzamento da Linha de Transmissão Eólicas do Sul - Quinta.



Figura 3.78 - Travessia da LT 138 kV Eólicas – Quinta (rosa)

Em etapa posterior de projeto, serão detalhadas estruturas com dimensões especiais para realizar as travessias das Linhas de Transmissão existentes de forma adequada.

3.8.2. Travessias de Rodovias

No traçado preliminar da Linha de Transmissão 230 kV BOJURU - Povo Novo, são previstas travessias sobre algumas rodovias.

A figura a seguir mostra a travessia da BR 471, próximo ao vértice MV-33.



Figura 3.79 - Travessia sobre a rodovia BR-471 - vértices MV-33 e MV-34

A Figura abaixo apresenta a travessia da rodovia estadual RS-734 entre os vértices MV-29 e MV-30 da Linha de Transmissão 230 kV BOJURU - Povo Novo.



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU



Figura 3.80 - Travessia sobre a rodovia RS-734- vértices MV-29 e MV-30

Observa-se na Figura abaixo a travessia da rodovia federal BR-101, entre os vértices MV-16 e MV-16a da Linha de Transmissão BOJURU - Povo Novo.



Figura 3.81 - Travessia da sobre a rodovia BR-101 - vértices MV-16 e MV-16a

Verifica-se na figura abaixo a travessia da rodovia federal BR-101 entre os vértices MV-01a e MV-01b da Linha de Transmissão BOJURU - Povo Novo.



Figura 3.82 - Travessia sobre a rodovia BR-101 - vértices MV-01a e MV-01b

3.8.3. Travessia Subaquática

No traçado atual da Linha de Transmissão 230 kV BOJURU - Povo Novo, prevê-se uma travessia subaquática, representada na figura abaixo.

A travessia subaquática no canal de Rio Grande ocorrerá entre os vértices MV-23 e MV-24 da Linha de Transmissão 230 kV BOJURU - Povo Novo e será paralela à travessia já existente, pertencente à CEEE (Comissão Estadual de Energia Elétrica).

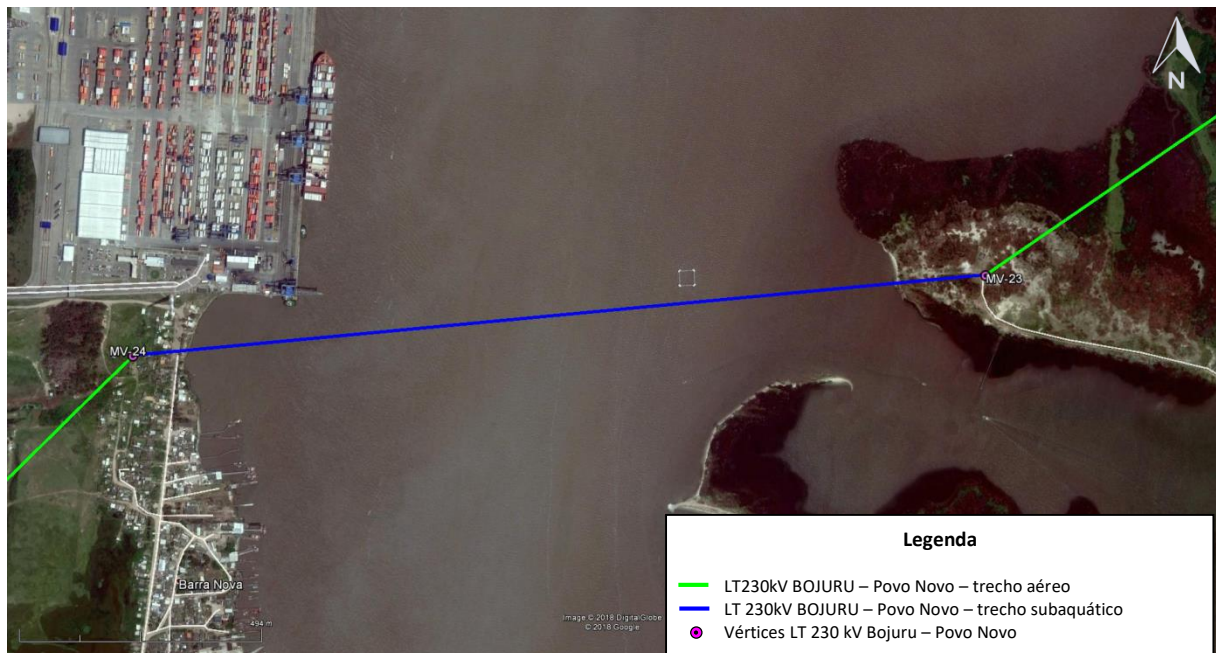


Figura 3.83 - Travessia subaquática no Canal do Rio Grande - vértices MV-23 e MV-24

O detalhamento desta travessia é apresentado nos Apêndices 10 e 11 deste documento. As distâncias mínimas entre os cabos condutores foi adotada como 25 metros. Esta distância é necessária para evitar a interferência entre os cabos durante o seu lançamento e garantindo a independência entre eles, evitando interferências elétricas, magnéticas, térmicas e mecânicas.

Nos pontos dos vértices MV-23 e MV-24, serão instalados Pórticos de fim de linha para a para realizar a transição entre o trecho aéreo e subaquático. Essas estruturas têm como principal função ser meio intermediário para realizar a transição entre o trecho aéreo e subaquático.



Figura 3.84 - Exemplo de Transição Aérea - Subaquática em 230 kV. Fonte: [30]



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

Como o trecho subaquático deverá operar somente em conjunto com a linha aérea e vice-versa, não há a necessidade de utilização de disjuntores ou chaves na transição, sendo feita a conexão direta por meio de “jump”. Portanto, está prevista apenas a instalação de para-raios.

A área necessária para a transição dos cabos ficará dentro da área de segurança da Linha de Transmissão.

4. GERAÇÃO, DESTINAÇÃO, TRATAMENTO E CONTROLE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES GERADOS

O gerenciamento de resíduos e efluentes deverá seguir o plano de gerenciamento de resíduos apresentado no Volume III deste documento.

O plano tem as orientações para a correta gestão dos resíduos gerados na construção do empreendimento, desde a separação dos resíduos na geração até o tratamento ou destinação final dos mesmos, tendo como objetivos específicos:

- Proteger a saúde pública e do meio ambiente;
- Estabelecer a conformidade legal e segurança do empreendimento quanto à gestão de resíduos;
- Propiciar um ambiente de trabalho seguro e agradável para todos os envolvidos, em especial, os trabalhadores da obra e moradores do entorno;
- Reduzir e eliminar os riscos e os impactos para o meio ambiente advindos dos resíduos gerados;
- Definir ações e estratégias exequíveis e realistas, evitando a ocorrência de desvios do programa definido, através da educação continuada e manutenção do projeto;
- Minimizar a geração de resíduos, reduzir a sua periculosidade a partir da correta segregação, reutilizar o material na medida do possível, encaminhar à reciclagem o que for viável e dispor com segurança os rejeitos.

Para a gestão do plano, conformidades legais deverão ser seguidas. As normas e legislação a serem atendidas por este programa compreendem:

- Lei Federal nº 12.305/2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605/98 e dá outras providências;
- RESOLUÇÃO CONAMA 257/1999 - Alterada pela Resolução 263/1999 (acrescentado inciso IV art. 6º) - Estabelece a obrigatoriedade de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos;
- Resolução CONAMA 264/1999 - Dispõe sobre o licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividade de co-processamento de resíduos;
- Resolução CONAMA 275/2001 - Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva;

- Resolução CONAMA 307/2002 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil; Resolução CONAMA 348/2004 - Altera a Resolução CONAMA 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos; Resolução CONAMA 448/2012 - Altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º, 11º da Resolução CONAMA 307/2002;
- Resolução CONAMA 357/2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA 430/2011 - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA 357/2005;
- Resolução CONSEMA 128/2006 - Dispõe sobre a fixação de padrões de emissão de efluentes líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul;
- Resolução ANTT 420/2004 - Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos;
- Resolução CONAMA 316/2002 - Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos;
- Resolução CONSEMA 002/2000 - Dispõe sobre o co-processamento de resíduos em fornos de clínquer;
- Lei Estadual 9.921/1993 - Dispõe sobre a gestão dos resíduos no Rio Grande do Sul, que, por sua vez, é regulamentada pelo Decreto Estadual 38.356/1998;
- Portaria SEMA/FEPAM 01-2003/2003;
- NBR 10.004 da ABNT - Resíduos Sólidos - Classificação;
- NBR 11174 - Armazenamento de resíduos classe II, não inertes, e III, inertes;
- NBR 12235 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- NBR 7503 - Transporte terrestre de produtos perigosos - Ficha de emergência e envelope - Características, dimensões e preenchimento;
- NBR 13221 - Transporte terrestre de resíduos;
- NBR 14619 - Transporte terrestre de produtos perigosos - Incompatibilidade química;
- NBR 7229 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos;
- NBR 13969 - Unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.

4.1. Fases do Gerenciamento de Resíduos

A gestão dos resíduos deve seguir as seguintes fases:

Planejamento

- Estudos de alternativas, definição de aspectos logísticos, definição de formas de destinação;
- Elaboração de planilhas/procedimentos de rotinas de inspeção e controles para verificação;
- Elaboração de plano de contenção de derrames: em casos de acidentes serão tomadas medidas que minimizem ou restrinjam os possíveis efeitos danosos decorrentes;
- Definição da infraestrutura e equipamentos necessários;
- Elaboração de um sistema de orientação visual do plano.

Implementação

- Revisão dos procedimentos com mestre de obras e equipe;
- Instalação dos recipientes/equipamentos. Esses equipamentos poderão ser alocados de acordo com o avanço da obra;
- Instalação do sistema de orientação visual;
- Implementação da rotina de inspeção e controle. Rotinas diárias, semanais ou mensais de verificação, com geração de relatórios;
- Instalação de arquivo, no escritório, para armazenar as licenças ambientais de fornecedores e demais documentos da gestão de resíduos;
- Treinamento aos funcionários sobre a forma correta do manejo dos resíduos.

Para assegurar o correto gerenciamento referente ao manuseio dos resíduos, o treinamento dos funcionários envolvidos é de suma importância. As informações sobre a gestão dos resíduos, gerados na fase de construção do parque, serão apresentadas aos trabalhadores da obra durante as atividades de educação ambiental. O treinamento deverá abordar todas as etapas do gerenciamento dos resíduos, sejam em estado físico sólido ou líquido. O conteúdo do treinamento deve englobar:

- Objetivos do programa;
- Equipe de trabalho;
- Manejo dos resíduos;

- Formas de minimização dos resíduos;
- Higienização e limpeza do local de trabalho;
- Segurança ocupacional;
- Controle de vetores;
- Situações de emergência (Plano de Contenção de Derrames);
- Controle e verificação do cumprimento do programa;
- Monitoramento e avaliação do programa (procedimentos para o preenchimento das planilhas de controle).

Operação

- Aplicação das planilhas e procedimentos de rotinas de inspeção e controle;
- O gestor da obra deverá assegurar que as pessoas que manusearem substâncias perigosas tenham treinamento para tal;
- Caso ocorra algum derrame de material perigoso, qualquer funcionário envolvido no gerenciamento dos resíduos assegurará a pronta contenção do derrame e o recolhimento do material para um contenedor seguro. Um relatório de incidente deverá ser preenchido;
- Quando nas inspeções, ou a qualquer outro momento, for verificado o não funcionamento das medidas de controle, imediatamente devem ser encaminhadas soluções de manutenção ou outra medida apropriada para assegurar o funcionamento do gerenciamento;
- Treinamento periódico aos funcionários sobre a forma correta do manejo dos resíduos;
- O tapeamento de incidentes/acidentes ocorrido pode configurar crime ambiental e justa causa. É importante que seja informado a todos os participantes.

A empresa designará um funcionário e seu substituto que, lotados na própria instalação ou em lugar de rápido acesso, tenham condições de coordenar todas as medidas necessárias para o controle em casos de emergência. Este coordenador e seu substituto estarão familiarizados com o Plano de Emergência, com as operações existentes nas instalações e a localização e características dos resíduos manuseados, assim como terão autoridade para liberar os recursos necessários para a consecução de tal plano.

Comissionamento

- Na finalização da obra ou na conclusão de cada fase da obra, itens de controle não mais necessários devem ser removidos e destinados apropriadamente;

- Remoção da infraestrutura de gerenciamento de resíduos estabelecida para a fase da construção e que não será necessária na fase da operação do empreendimento;
- Verificação, ao final, se todos os resíduos e equipamentos foram adequadamente removidos do canteiro de obras;
- Reunir documentação da gestão de resíduos em uma pasta para registro e posterior avaliação.

4.2. Principais Ações - Plano de Gerenciamento de Resíduos

Separação dos resíduos

Consiste em separar ou selecionar apropriadamente os resíduos, segundo a classificação existente. Essa operação deve ser realizada no ponto de geração e está condicionada à prévia capacitação do pessoal.

Identificação

Consiste no conjunto de medidas que permitem o reconhecimento dos resíduos contidos nos recipientes, fornecendo informações ao correto manejo dos mesmos. A identificação deve estar aposta nos recipientes de coleta e nos locais de armazenamento, em área de fácil visualização, de forma indelével, utilizando-se símbolos, cores e frases. Para os resíduos destinados à reciclagem ou reutilização, a identificação deve ser feita nos recipientes e nos abrigos de guarda de recipientes, usando código de cores e suas correspondentes nomeações, baseadas na Resolução CONAMA nº 275/2001 e símbolos de tipo de material reciclável (Figura abaixo).



Figura 4.1 - Kit de lixeiras para coleta seletiva, identificadas conforme Resolução CONAMA no 275/2001

Acondicionamento

Os resíduos deverão ser acondicionados no local de geração para posterior armazenamento na Central de Resíduos (Tabela 4.1). O acondicionamento deverá ser conforme

as classificações apresentadas, sempre visando a segurança dos funcionários envolvidos e a preservação da qualidade ambiental, especialmente os aspectos relativos a uma possível contaminação do solo ou de corpos hídricos. A verificação do volume de geração e periodicidade de destinação será feita com o uso de planilhas de controle. A capacidade dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária de cada tipo de resíduo. Para os recipientes de acondicionamento dos resíduos devem ser obedecidas as seguintes características:

- Material de construção compatível com o tipo de resíduo;
- Estanqueidade;
- Durabilidade;
- Resistência física a pequenos choques;
- Compatibilidade com os equipamentos de transporte, em termos de forma, volume e peso.

Além destas características, deverão ser observadas informações básicas sobre o resíduo:

- Estado físico;
- Classificação;
- Periodicidade de geração;
- Tipo de transporte utilizado.

Serão utilizados volumes de recipientes, conforme a quantidade de geração, classificados em:

- Pequena capacidade, que será utilizado junto ao ponto de geração;
- Maior capacidade, que será utilizado na área de armazenagem temporária.

Tabela 4.1 - Acondicionamento de resíduos

Resíduo gerado	Acondicionamento
Concreto/caliça	Caçamba com lona
Ferro (sucata metálica – vigas, arames)	Caçamba com lona
Restos de fios de instalações elétricas	Bombona
Latas/embalagens de alumínio	Saco plástico em lixeira/bombona
Madeira (caixaria, pallets)	Caçamba com lona
Papelão/papel	Big bag / Saco plástico em lixeira
Plásticos	Big bag / Saco plástico em lixeira
Vidros (embalagens)	Saco plástico em lixeira / bombona
EPIs não contaminados (luvas, capacetes, uniformes, protetores auriculares, óculos) não passíveis de reciclagem	Bombona
Orgânicos (restos de alimentos)	Saco plástico em lixeira
Rejeito (rótulos, fitas adesivas, bitucas de cigarro, etc.)	Saco plástico em lixeira
Pilhas e baterias	Garrafa plástica de 5 litros
Cartuchos de tintas de impressora/toner	Saco plástico
Lâmpadas de vapor metálico, de vapor de sódio, de vapor de mercúrio, lâmpadas incandescentes, tubulares, compactas	Embalagem de origem ou enroladas em plástico bolha e bombona
Materiais contaminados (estopas, panos, EPIs, outros) com substâncias inflamáveis	Saco plástico em lixeira
Embalagens vazias de óleo lubrificante	Bombona
Óleo lubrificante usado ou residual	Bombona
Terra ou Areia contaminada com óleo	Tambores
Residual de óleo da caixa separadora água/óleo	Tambores
Resíduos de sanitários (papel higiênico, papel toalha, absorventes)	Saco plástico em lixeira
Dejetos do banheiro químico	Compartimento específico do banheiro
Lodo da fossa séptica	Própria fossa séptica
Resíduo da caixa de gordura da cozinha	Própria caixa de gordura
Efluente da fossa séptica	De acordo com definição com a FEPAM
Efluente da lavagem dos veículos	De acordo com definição com a FEPAM
Resíduo da lavagem dos caminhões betoneira	Sugere-se a lavagem dos caminhões betoneira na usina de concreto e não na obra. Caso a lavagem dos caminhões betoneira seja na obra, sugere-se o reaproveitamento da água ou contatar a Prefeitura para viabilizar a disposição deste resíduo em local adequado

Armazenamento temporário (Central de Resíduos)

Consiste na guarda dos recipientes de resíduos até a realização da etapa de coleta, em ambiente exclusivo com acesso facilitado para os veículos coletores. A Central de Resíduos deve ser dimensionada de forma a permitir a separação dos recipientes conforme o tipo de resíduo, e atender, no mínimo, as seguintes características:

- Ser utilizada apenas para os fins a que se destina;
- Ser coberta, dotada de piso impermeável, ventilação adequada;
- Ser mantida limpa e com controle de vetores;
- Conter somente os recipientes de armazenamento;

- Estar devidamente sinalizada e identificada;
- Ser restrita aos funcionários do gerenciamento de resíduos;
- Possuir acesso limitado, com controle de entrada e de saída dos funcionários responsáveis pelo gerenciamento de resíduos;
- No caso de armazenamento de resíduos no estado físico líquido, piso do local impermeabilizado com bacia de contenção, destinada a conter eventuais vazamentos;
- Facilidade na colocação e retirada dos recipientes de coleta e contenção de resíduos, considerando os seus formatos, pesos e equipamentos utilizados para sua movimentação.

A Central de Resíduos poderá ser organizada da seguinte forma:

- **Box 1:** resíduos de latas de alumínio, vidros, resíduo sanitário, orgânico e rejeitos;
- **Box 2:** resíduos líquidos, classificados como Classe I - óleo lubrificante usado, acondicionado em bombonas, que serão colocados num piso impermeabilizado e sobre um pallet com contenção, em área coberta. Além desse pallet de contenção, deverá ser construída uma mureta de concreto que não permitirá o escoamento do líquido, caso derrame no piso;
- **Box 3:** resíduos sólidos classificados como Classe I - materiais contaminados, pilhas e baterias e lâmpadas, acondicionados em bombonas. No caso das lâmpadas, acondicionar na embalagem de origem ou enroladas em plástico-bolha e armazenar na bombona. ATENÇÃO: As lâmpadas não podem ser quebradas! As bombonas deverão ser colocadas sobre pallets de madeira em piso impermeabilizado e área coberta;
- **Box 4:** resíduos sólidos classificados como Classe II - EPIs não contaminados, restos de fios de instalação elétrica acondicionados em bombonas, em área coberta. Papel/papelão e plástico deverão ser acondicionados em bombonas, em área coberta.
- **Área aberta:** resíduos sólidos classificados como Classe II - resíduos de ferro, madeira e concreto/calça em caçambas (figura abaixo) cobertas com lona.

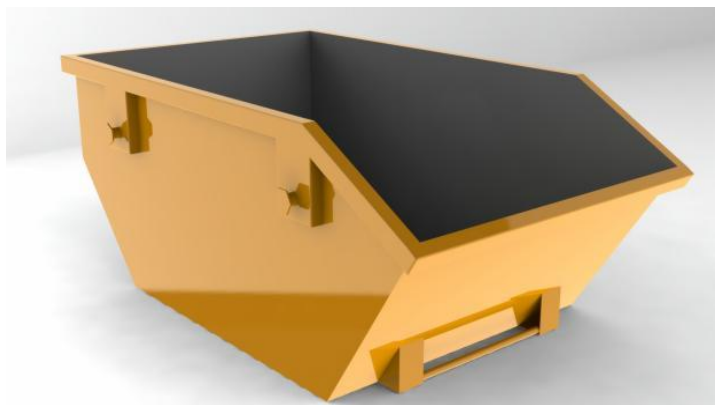


Figura 4.2 - Caçamba

Os tambores deverão ser movimentados com equipamento adequado para prevenir problemas de saúde decorrentes do levantamento de peso excessivo. Para as bombonas, deverá ser utilizado um carrinho para movimentação, podendo ser utilizado o modelo exposto na figura abaixo.



Figura 4.3 - Carrinho para transporte de bombona

Tratamento dos resíduos sólidos e líquidos

Tratamento consiste na aplicação de método, técnica ou processo que modifique as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de danos ao meio ambiente.

Resíduos sólidos

Compostagem

Como alternativa à destinação pela coleta urbana, os restos de alimento, de varrição dos pátios, bem como papel higiênico e papel toalha podem ser processados no local em uma

composteira. Importante ressaltar que, se for compostado o papel higiênico e papel toalha, o composto não deve ser utilizado em horta, somente em jardinagem, e o papel higiênico e papel toalha deve estar separados de outros resíduos que podem ser gerados em banheiros.

Rerrefino de óleo lubrificante

No caso de geração de resíduo de óleo lubrificante, o mesmo deverá ser acondicionado em bombonas com tampa, armazenado na central de resíduos, sobre piso de concreto e *pallet* de contenção. Esse resíduo deverá ser encaminhado para rerrefino em empresa devidamente licenciada.

Efluentes líquidos

Infraestrutura para a contenção de derrames

Os equipamentos mínimos necessários para estancar um derrame com produtos químicos (líquidos) que a empresa deverá ter à disposição são: luvas em PVC, sapatos de segurança (botas de cano médio), óculos, material para contenção de líquidos (areia, serragem, mantas absorventes ou outro tipo), pás, sacos reforçados para resíduos e tambores de 120 ou 200 litros para armazenamento até a destinação final.

Infraestrutura para o tratamento de efluentes

A construção de infraestrutura para o tratamento de efluentes líquidos será necessária se houver sanitários (exceto banheiros químicos), refeitório com lavagem de utensílios domésticos e lavagem das rodas dos veículos. Deverão ser compostas, respectivamente, de: estação de tratamento de efluentes, caixa separadora de gordura do refeitório e caixa separadora água/óleo da pista de lavagem das rodas dos veículos.

- Estação de tratamento de efluentes: tratamento indicado para áreas desprovidas de rede pública coletora de esgoto: o esgoto doméstico (resultante do uso de sanitários, cozinha e limpeza dos ambientes da área de convivência) deve ser encaminhado para sistema de tratamento de fossa séptica, seguido de tratamento complementar por filtro anaeróbio e disposição final em sumidouro.
- Lavagem das rodas dos veículos: no caso de lavagem das rodas dos veículos (carros, caminhões, tratores, máquinas e equipamentos), a empresa deverá construir uma rampa ou área dotada de piso impermeável com drenagem para caixa separadora água/óleo. Se a lavagem contemplar produtos de limpeza, esses deverão ser biodegradáveis. A caixa separadora água/óleo deverá sofrer inspeção periódica para limpeza (remoção de excesso de terra/areia contaminada com óleo). O efluente líquido gerado deverá ser caracterizado através de análise físico-química para posterior descarte, com ou sem prévio tratamento. Solicitar, ao órgão licenciador, a licença ambiental para autorização do descarte desse efluente em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.

Banheiros químicos

Os dejetos dos banheiros químicos portáteis serão armazenados em compartimento no próprio banheiro e periodicamente devem ser recolhidos e encaminhados para tratamento em estações de tratamento de esgoto.

Destinação final

A disposição final consiste na disposição de resíduos no solo (aterro), previamente preparado para recebê-los, obedecendo a critérios técnicos de construção e operação, e com licenciamento ambiental de acordo com a Resolução CONAMA nº 237/97. A reciclagem é o processo de transformação dos resíduos que utiliza técnicas de beneficiamento para o reprocessamento, ou obtenção de matéria-prima para a fabricação de novos produtos. Coprocessamento é um tratamento e destinação final ambientalmente adequada de resíduos em fornos de cimento ou termoelétricas com o aproveitamento da energia contida nesses materiais e/ou substituição das matérias-primas. O forno de cimento ou termoelétrica devem ter Licença Ambiental de Operação para processarem os resíduos. No Programa de Gestão de Resíduos (Vol. 3 deste EIA) constam o tratamento e a destinação final dos resíduos gerados durante a fase de construção do empreendimento.

5. PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS

Os planos, programas e projetos do governo do Rio Grande do Sul para os municípios de São José do Norte e Rio Grande cingiram-se ao polo naval. Atualmente, restaram as esperanças na evolução dos projetos eólicos e, talvez, a termoelétrica a gás natural, projeto este que ganhou leilão, mas está com problemas de licenciamento ambiental.

Há também o projeto da fábrica de pellets no DIRG- Distrito Industrial de Rio Grande, cuja instalação deveria ter sido iniciada no início do ano de 2018, mas também por problemas ambientais está suspensa.

Portanto, as iniciativas governamentais e privadas para a região não conflitam com o empreendimento. A crise econômica instaurada e que ainda perdura no país impacta diretamente a região. A Instalação do Complexo Eólico Bojuru, além dos benefícios para a geração de energia limpa e emprego, deve contribuir para o desenvolvimento da região.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CAMARGO SCHUBERT, TRUE WIND, CEPEL; Atlas do Potencial Eólico Brasileiro; 2001;
- [2] BIOIMAGENS Consultoria Ambiental, “Estudo de Viabilidade Ambiental”, Abril de 2014;
- [3] Empresa de Pesquisa Energética - EPE – Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas a participação nos leilões de Energia Elétrica, 2017;
- [4] Ministério de Minas e Energia. Portaria Nº 102 de 22 de Março de 2016;
- [5] Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução Nº 462, de 24 de Julho de 2014;
- [6] Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução Nº 303, de 20 de Março de 2002;
- [7] Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS. Portaria FEPAM N.º 118/2014;
- [8] ENERCON GmbH. Technical specifications E-126 EP3 3.5 MW;
- [9] ENERCON GmbH. Data Sheet - ENERCON Wind Energy Converter E-126 EP3 / 3500 kW;
- [10] VILCO Engenharia e Consultoria Ltda., EOL11-BOJ-03-MCRT-001-REV-4 – “Relatório de Instalação e Comissionamento da Torre Anemométrica e Sensores - Complexo de Geração Eólica BOJURU – TORRE 1”, 2012;
- [11] VILCO Engenharia e Consultoria Ltda., EOL11-BOJ-03-MCRT-012-REV- 1– “Relatório de Instalação e Comissionamento da Torre Anemométrica e Sensores - Complexo de Geração Eólica BOJURU – TORRE 2”, 2014;
- [12] VILCO Engenharia Energias Renováveis Ltda., EOL11-BOJ-05-GRMD-003-REV-0 – “Memorial Descritivo Simplificado – Linha de Transmissão 230 kV SE Bojuru – SE Povo Novo - Complexo de Geração Eólica BOJURU”, 2018;
- [13] AES ELETROPAULO. PD-4.003 - Redes de Distribuição Aérea Urbana – 36,2kV – Padrão Técnico de Distribuição, 2011;
- [14] GAMESA. Construcción de Parques Eólicos – Apresentação, Junho, 2009;
- [15] INMET - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa BDMEP, <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/> acessado em 28/06/2019;
- [16] Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL/ELETROBRÁS) e Companhia Hidroelétrica do Rio São Francisco (CHESF) – Atlas Solarimétrico do Brasil, Recife, 2000;
- [17] World Bank Group – Environmental, Health, and Safety Guidelines for Wind Energy, Agosto, 2015;

- [18] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Vorsitzland der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) – Hinweiszur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Alemanha, 2012;
- [19] EMD Internacional - WindPRO 2.8 User Guide, Maio, 2012;
- [20] HELIOTEC – Equipamentos Didáticos, <http://www.heliodon.com.br/imagens.html> acessado em 05/04/2017;
- [21] Department do Energy and Climate Change - Update of UK Shadow Flicker Evidence Base, Março 2011;
- [22] Schreuder D.A., 1964: The Lighting of Vehicular Traffic Tunnels. Eindhoven – Dissertation;
- [23] Collins J.B. & Hopkinson R.G., 1957: Intermittent Light Stimulation and Flicker Sensation. Ergonomics, 1, 61-76;
- [24] Burton (2001), Wind Energy Handbook Fbeer;
- [25] Renewables Advisory Board and BERR, 2007, Onshore Wind Energy Planning Conditions Guidance Note;
- [26] Pohl et al., 1999, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, [English translation - Harrassment by Periodic Shadow of Wind Turbines].
- [27] EOL111-BOJ-05-ELDE-010 - LT 230 kV BOJURU – Povo Novo – Planta do Traçado.
- [28] EOL111-BOJ-05-ELDE-012 – Estudo do Traçado - LT 230 kV BOJURU – Povo Novo – Detalhamento do Trecho Submarino – Planta.
- [29] EOL111-BOJ-05-ELDE-013 - LT 230 kV BOJURU – Povo Novo – Detalhamento do Trecho Submarino – Cortes e Seções.
- [30] Lee. W. J. et al. Projeto de Linha de Transmissão Submarina Biguaçu – Desterro em 230kV. XIII ERIAC. Puerto Iguazú - Argentina. Maio 2009.
- [31] PORTOS DO RIO GRANDE DO SUL. Cabos subaquáticos vão facilitar travessia de navios. 2009. Disponível em: <http://www.portosrs.com.br/site/noticias_detalhes.php?idNoticia=560&idPai=34>. Acesso em: 25 mai. 2018.

7. GLOSSÁRIO

Aerogerador: Gerador elétrico que converte a energia cinética do vento em energia elétrica.

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica.

Área de Bota Fora: Local destinado a receber os materiais não aproveitados oriundos da terraplanagem.

Área de Empréstimo: Área de escavação para a obtenção de materiais destinados à complementação de volumes necessários para aterros.

Bay: Conjunto de equipamentos elétricos de proteção e manobra utilizados em subestações, que permitem a composição modular das mesmas.

Canteiro de Obras: Área de trabalho temporário onde serão desenvolvidas ações de apoio para a execução da obra. É composto por áreas de vivência como refeitórios e áreas operacionais como a fábrica de concreto.

Complexo Eólico: Conjunto de Parques Eólicos.

Cranepad: Base de apoio para os guindastes.

Corte: Escavação em terreno.

EPE: Empresa de Pesquisa Energética.

Hub: Cubo do aerogerador. Parte do rotor onde são fixadas as pás.

Linha de Transmissão: Sistema utilizado para transportar a energia elétrica através de cabos.

Longo Termo: Expressão utilizada para se referir a correção de longo prazo feita nos dados anemométricos.

MME: Ministério de Minas e Energia.

Nacele: Parte do aerogerador que fica sobre a torre. Dentro da Nacele são abrigados diversos tipos de componentes e equipamentos, como o gerador.

Parque Eólico: Conjunto de aerogeradores interligados eletricamente, correspondentes a uma única sociedade de propósito específico (SPE).

Reaterro: Atividade de terraplanagem que consiste no preenchimento de escavações utilizando o próprio material escavado.

Shadow Flicker: Efeito de cintilamento provocado pelo movimento da pá do aerogerador, bloqueando a luz natural intermitentemente.

SIN: Sistema Interligado Nacional - Conjunto de instalações e de equipamentos que possibilitam o suprimento de energia elétrica nas regiões do país.

Sistemas Associados: sistemas elétricos, subestações, linhas de conexão de uso exclusivo ou compartilhado, em nível de tensão de distribuição ou transmissão, acessos de serviço e outras

obras de infraestrutura que compõem o empreendimento eólico, e que são necessárias para a sua implantação, operação e monitoramento.

SPE: Sociedade de Propósito Específico.

Subestação: Instalação Elétrica contendo equipamentos para a transmissão e/ou distribuição de energia elétrica.

Torre anemométrica: Estrutura metálica na qual são fixados instrumentos para medir variáveis relacionadas ao vento, como velocidade e direção, e variáveis climatológicas como temperatura e pressão.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

APÊNDICE 2 – ARRANJO GERAL DO COMPLEXO EÓLICO

APÊNDICE 3 – POLIGONAL DO PROJETO

APÊNDICE 4 – CANTEIRO DE OBRAS

APÊNDICE 5 – SUBESTAÇÃO

APÊNDICE 6 – HISTÓRICO DAS REVISÕES DO TRAÇADO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

APÊNDICE 7 – LINHA DE TRANSMISSÃO 230 KV SE BOJURU – SE POVO NOVO - MAPA DE LOCALIZAÇÃO

APÊNDICE 8 – LINHA DE TRANSMISSÃO 230 KV SE BOJURU – SE POVO NOVO - PLANTA DO TRAÇADO

APÊNDICE 9 – LINHA DE TRANSMISSÃO 230 KV SE BOJURU – SE POVO NOVO – TRAÇADO PRELIMINAR

APÊNDICE 10 – DETALHAMENTO DO TRECHO SUBAQUÁTICO PLANTA

APÊNDICE 11 – DETALHAMENTO DO TRECHO SUBAQUÁTICO - CORTES E SEÇÕES

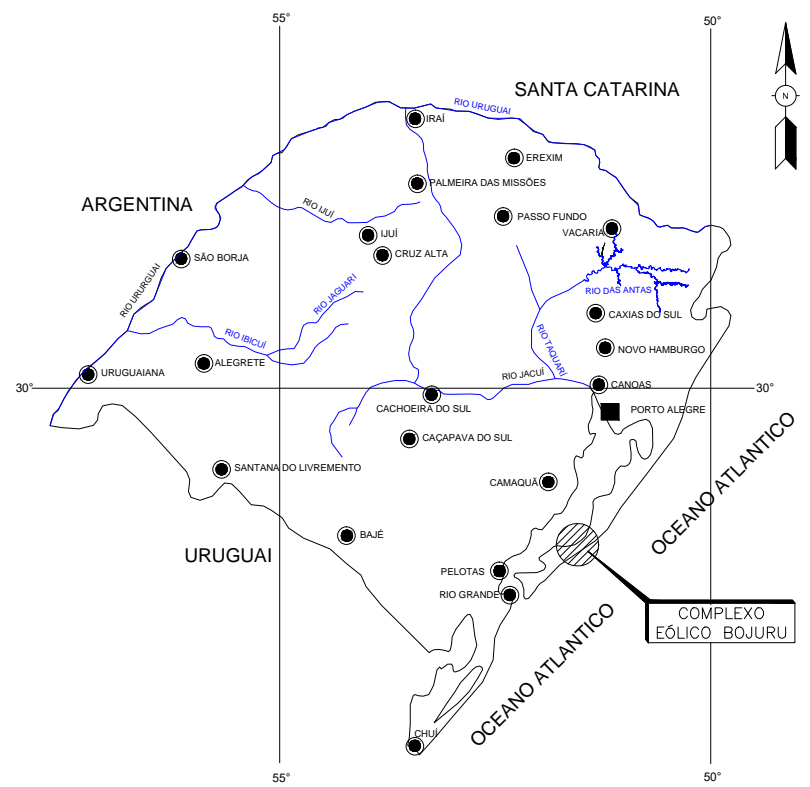
APÊNDICE 12 – LINHA DE TRANSMISSÃO 230 KV SE BOJURU – SE POVO NOVO - TORRE TÍPICA



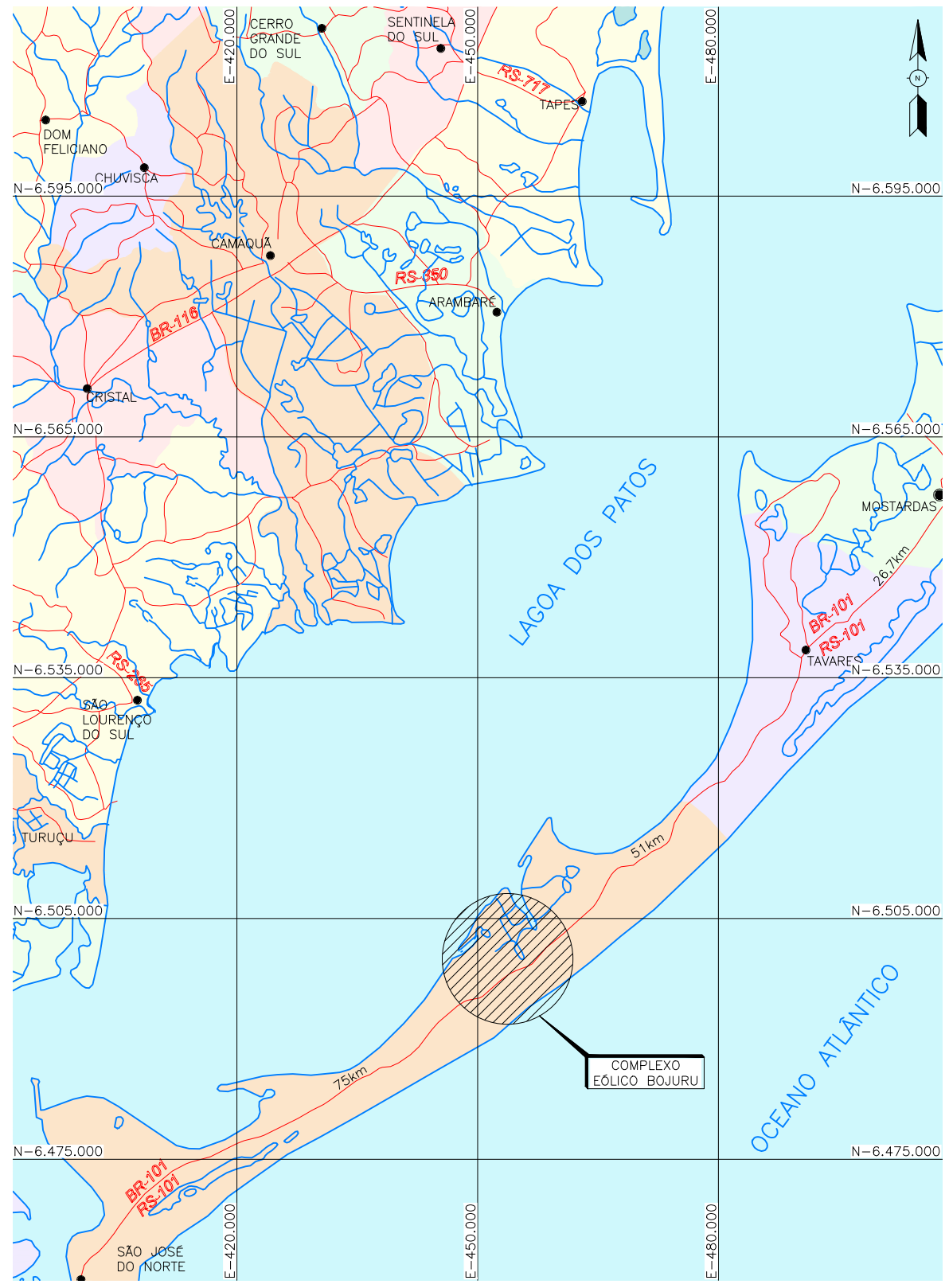
APÊNDICE 1 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS



MAPA DO BRASIL
S/ESC.



MAPA DO RIO GRANDE DO SUL
S/ESC.



PLANTA – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS
ESC. 1:750.000

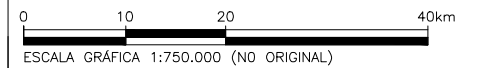
PLANTA CHAVE

LEGENDA

- CIDADES
- LOCALIDADES
- ~ RIOS E AFLUENTES
- ~ ESTRADAS/CAMINHOS
- ~ RODOVIAS
- ▲ DISTÂNCIA ENTRE PONTOS

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.



ESCALA GRÁFICA 1:750.000 (NO ORIGINAL)

Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data



Projeto
**COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO**

Título
**MAPAS DE
LOCALIZAÇÃO E ACESSOS**

Projetista EJR	Verificação POC
-------------------	--------------------

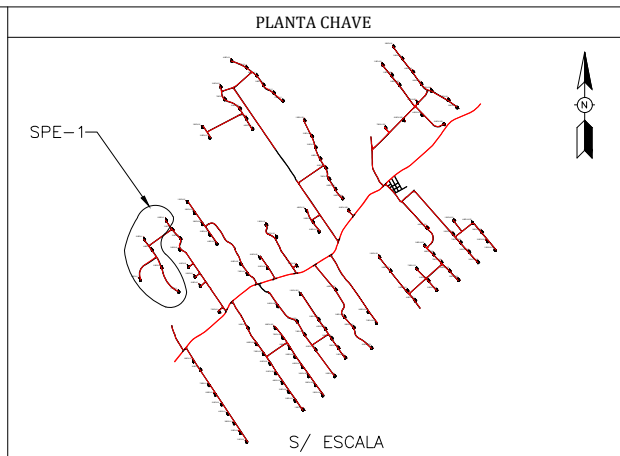
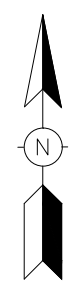
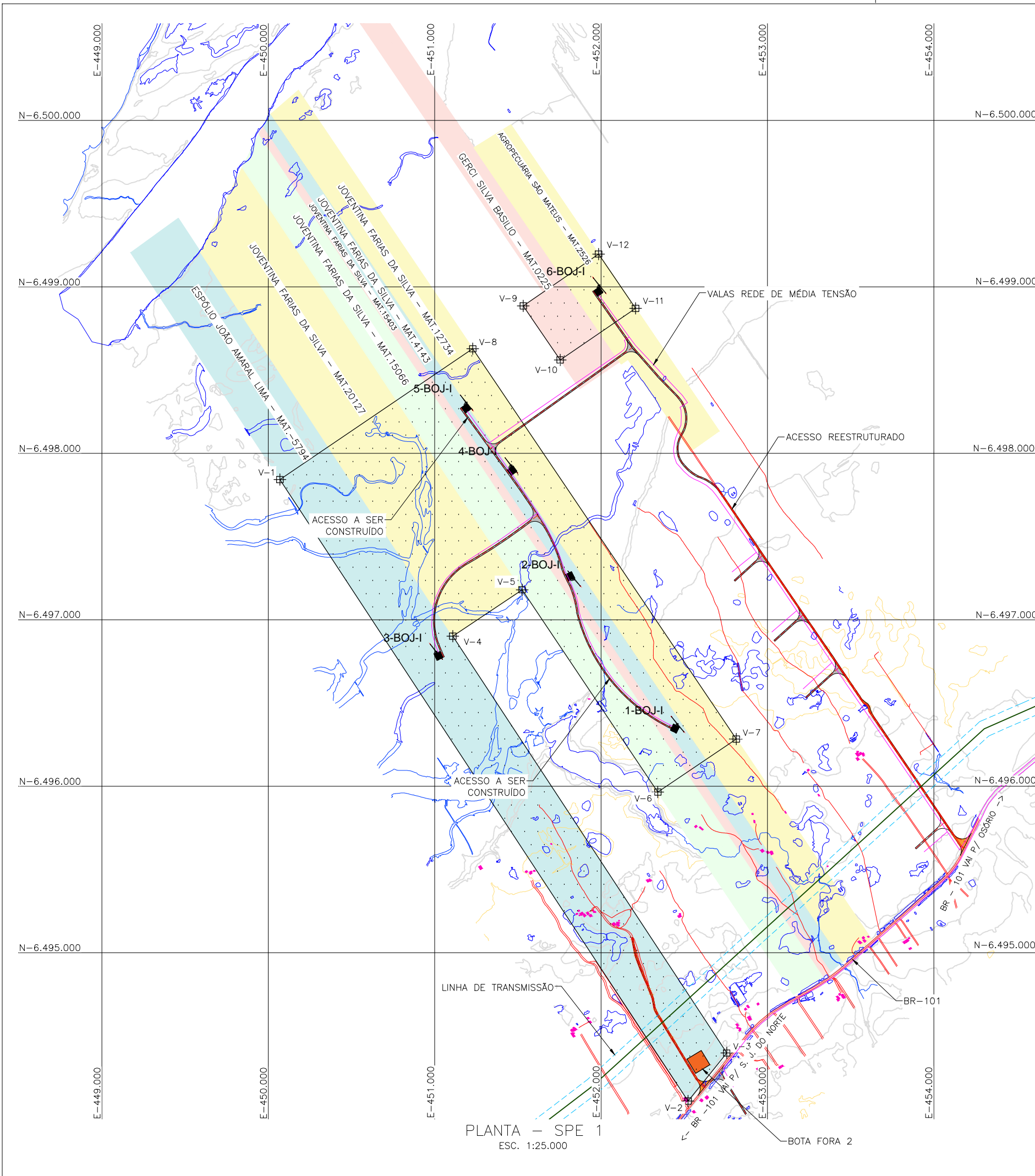
Nº Documento EOL111-BOJ-05-CVDE-001	Revisão 01
--	---------------

Escala 1:750.000	Data JAN/19
---------------------	----------------

Resp. Técnico Sérgio Augusto Costa Eng. -CREA/SC 064999-1	Folha 1/1
---	---------------------



APÊNDICE 2 – ARRANJO GERAL DO COMPLEXO EÓLICO



LEGENDA

ACESSOS A CONSTRUIR	EDIFICAÇÕES
ACESSOS REESTRUTURADO	SPE - 01
AEROGERADORES	TORRE ANEMOMÉTRICA
ACESSOS EXISTENTES	VERTICES SPE's
CURVA MESTRA	
CURVA INTERMEDIÁRIA	
CURSOS DE ÁGUA	
LAGOS E LAGOAS	
LINHA DE TRANSMISSÃO	
REDE INTERNA (VALAS)	

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSOIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL,
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km
 RESPECTIVAMENTE.

0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

LOCAÇÃO DOS AEROGERADORES

SPE 1	E (m)	N (m)
1-BOJ-I	452.456,00	6.496.370,00
2-BOJ-I	451.834,00	6.497.245,00
3-BOJ-I	451.006,00	6.496.805,00
4-BOJ-I	451.456,00	6.497.925,00
5-BOJ-I	451.187,00	6.498.302,00
6-BOJ-I	451.986,00	6.499.006,00

LOCAÇÃO DO VERTICES (SPE-1)

SPE-1	E (m)	N (m)
V-1	450.069,86	6.497.842,59
V-2	452.523,13	6.494.109,05
V-3	452.755,03	6.494.397,61
V-4	451.109,21	6.496.901,69
V-5	451.525,45	6.497.180,40
V-6	452.341,16	6.495.964,94
V-7	452.812,82	6.496.283,59
V-8	451.228,82	6.498.628,21
V-9	451.532,59	6.498.886,08
V-10	451.754,04	6.498.560,76
V-11	452.207,18	6.498.870,73
V-12	451.984,98	6.499.197,36

PLANTA - SPE 1
 ESC. 1:25.000

OA	EMIÇÃO INICIAL	SAC	AGO/15
Nº	Revisão	Verif	Aprov Data



Projeto
 COMPLEXO EÓLICO BOJURU
 PROJETO BÁSICO

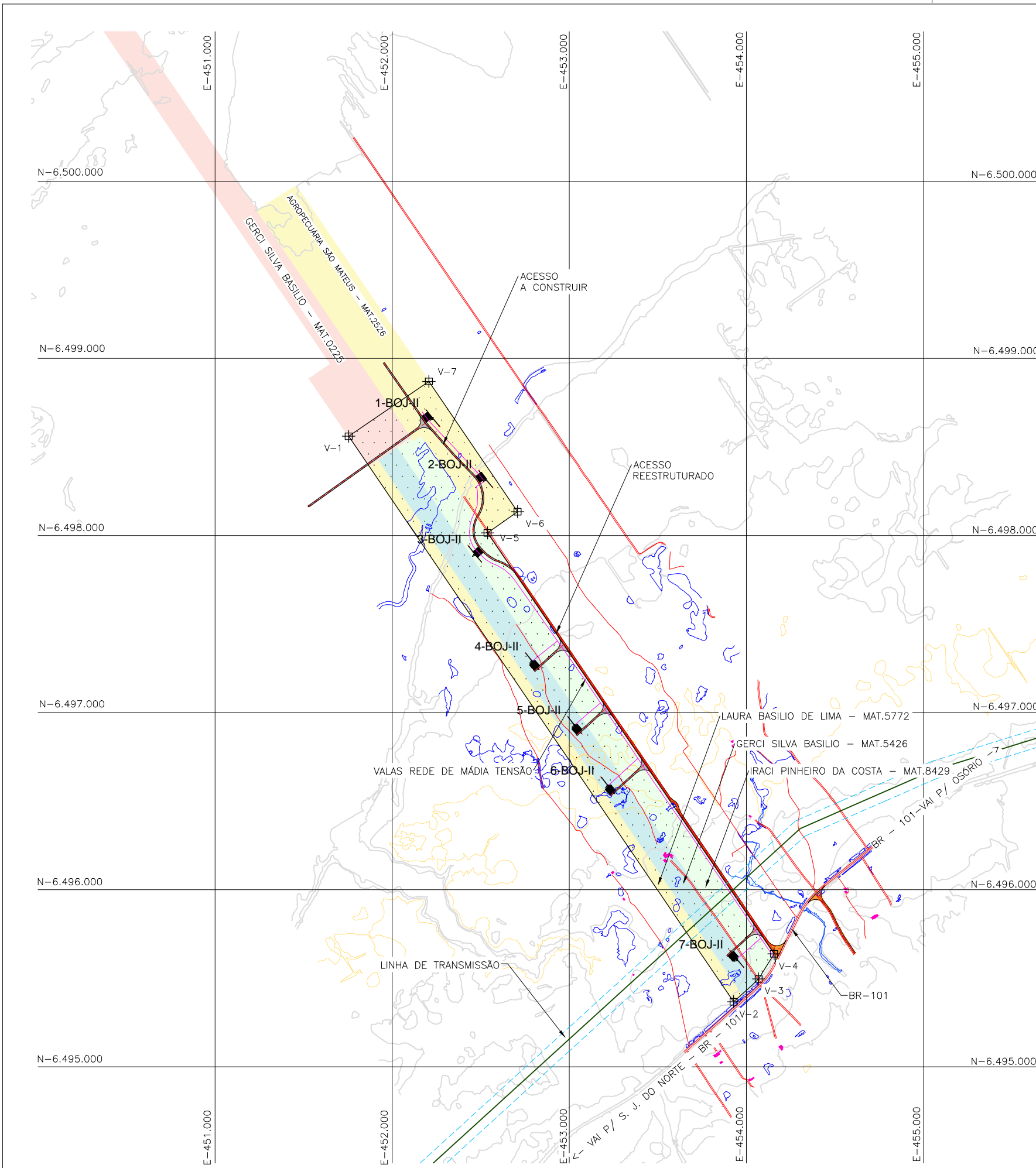
Título
 ARRANJO
 SPE - 1

Projetista EJR **Verificação** POC

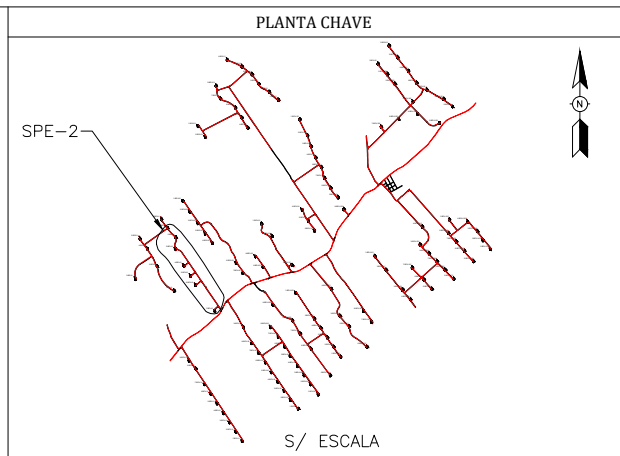
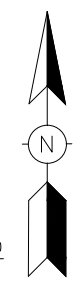
Nº Documento EOL111-BOJ-05-CVDE-003 **Revisão** 01

Escala 1:25000 **Data** NOV/19

Resp. Técnico Ségio Augusto Costa
 Eng. -CREA/SC 064999-1 **Folha** 1/1



PLANTA - SPE 2
ESC. 1:25.000



LEGENDA

ACESSOS A CONSTRUIR	EDIFICAÇÕES
ACESSOS REESTRUTURADO	SPE - 02
AEROGERADORES	VERTICES SPE's
ACESSOS EXISTENTES	
CURVA MESTRA	
CURVA INTERMEDIÁRIA	
CURSOS DE ÁGUA	
LAGOS E LAGOAS	
LINHA DE TRANSMISSÃO	
REDE INTERNA (VALAS)	

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL, ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE.

0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

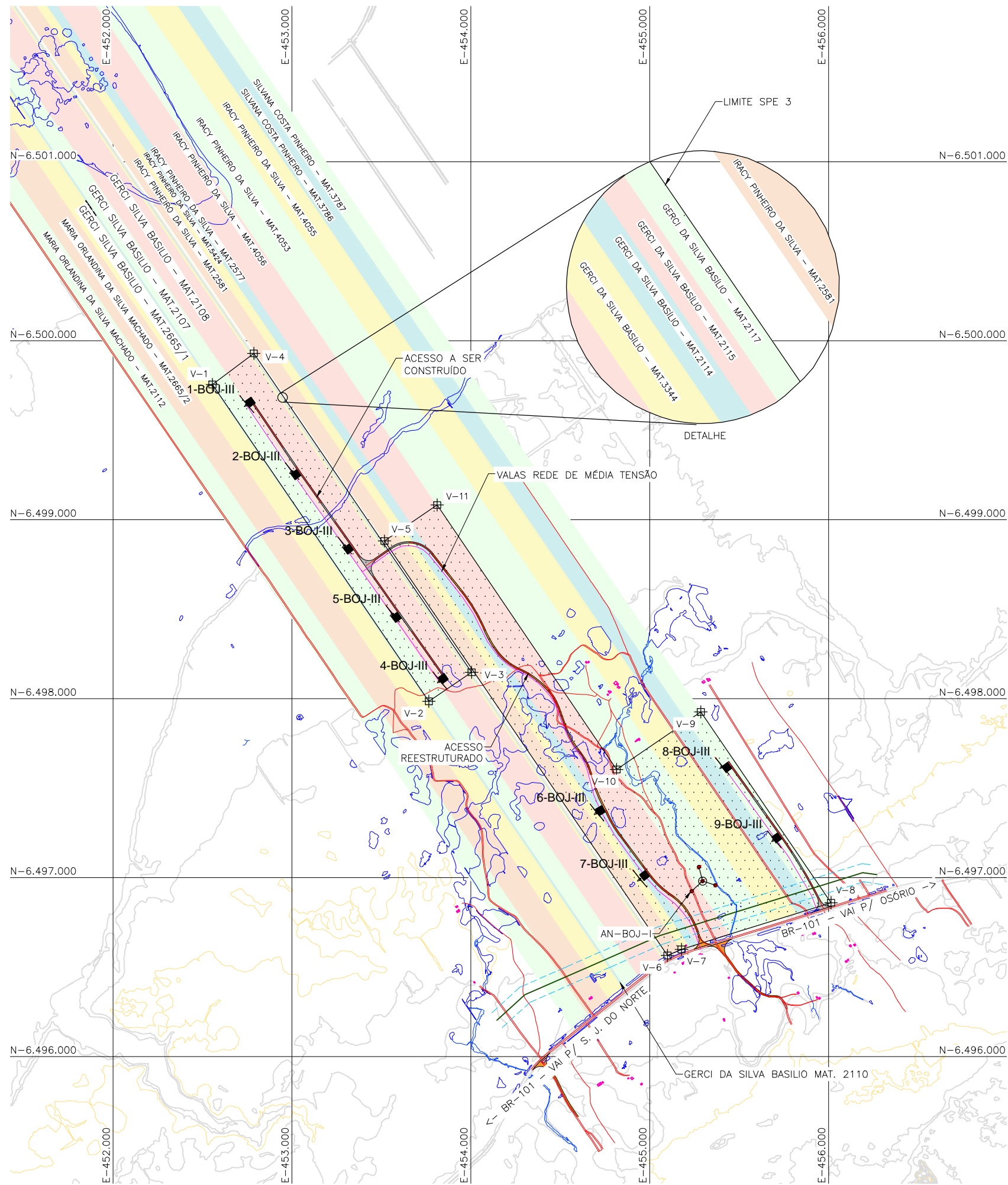
LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-2)

SPE 2	E (m)	N (m)
1-BOJ-II	452.224,00	6.498.662,00
2-BOJ-II	452.524,00	6.498.316,00
3-BOJ-II	452.464,00	6.497.892,00
4-BOJ-II	452.787,00	6.497.288,00
5-BOJ-II	453.026,00	6.496.927,00
6-BOJ-II	453.215,00	6.496.585,00
7-BOJ-II	453.942,00	6.495.606,00

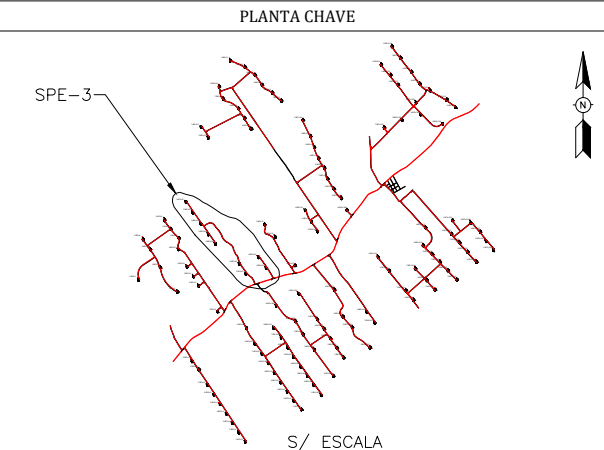
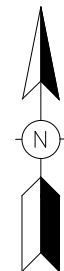
VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-2)

SPE-2	E (m)	N (m)
V-1	451.754,04	6.498.560,76
V-2	453.927,35	6.495.367,34
V-3	454.068,69	6.495.496,22
V-4	454.155,66	6.495.638,45
V-5	452.538,07	6.498.015,01
V-6	452.707,68	6.498.134,95
V-7	451.984,98	6.499.197,36

OA	EMISSÃO INICIAL	SAC	AGO/15
Nº	Revisão	Verif	Aprov Data
 Energias Renováveis		 COMPLEXO DE CRIAÇÃO EÓLICA BOJURU	
Projeto		COMPLEXO EÓLICO BOJURU PROJETO BÁSICO	
Título		ARRANJO SPE - 2	
Projetista	EAJ	Verificação	POC
Nº Documento		Revisão	
EOL111-BOJ-05-CVDE-004		01	
Escala	1: 25.000	Data	NOV/19
Resp. Técnico		Folha	
Sérgio Augusto Costa Eng. -CREA/SC 064999-1		1/1	



PLANTA - SPE 3
ESC. 1:25.000



LEGENDA

	ACESSOS A CONSTRUIR		EDIFICAÇÕES
	ACESSOS REESTRUTURADO		AN-BOJ-I
	AEROGERADORES		SPE - 03
	ACESSOS EXISTENTES		VERTICES SPE's
	CURVA MESTRA		
	CURVA INTERMEDIÁRIA		
	CURSOS DE ÁGUA		
	LAGOS E LAGOAS		
	LINHA DE TRANSMISSÃO		
	REDE INTERNA (VALAS)		

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL,
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km
 RESPECTIVAMENTE.

0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-3)

SPE-3	E (m)	N (m)
V-1	452.556,28	6.499.755,85
V-2	453.766,05	6.497.984,97
V-3	454.004,72	6.498.147,69
V-4	452.787,29	6.499.929,85
V-5	453.518,07	6.498.881,17
V-6	455.099,75	6.496.564,91
V-7	455.177,92	6.496.598,96
V-8	456.014,04	6.496.859,77
V-9	455.286,31	6.497.925,83
V-10	454.815,14	6.497.604,20
V-11	453.812,54	6.499.082,37

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-3)

SPE 3	E (m)	N (m)
1-BOJ-III	452.745,00	6.499.642,00
2-BOJ-III	452.998,00	6.499.268,00
3-BOJ-III	453.292,00	6.498.853,00
4-BOJ-III	453.824,00	6.498.098,00
5-BOJ-III	453.560,00	6.498.471,00
6-BOJ-III	454.701,00	6.497.362,00
7-BOJ-III	454.943,00	6.496.990,00
8-BOJ-III	455.403,00	6.497.619,00
9-BOJ-III	455.693,00	6.497.211,00

OA	EMIÇÃO INICIAL	SAC	MAR/14
Nº	Revisão	Verif	Aprov Data

VILCO
Energias Renováveis

COMPLEXO DE CRIAÇÃO
ÁREAS RESERVADAS

Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

Título
ARRANJO
SPE - 3

Projetista
EJR

Verificação
POC

Nº Documento
EOL111-BOJ-05-CVDE-005

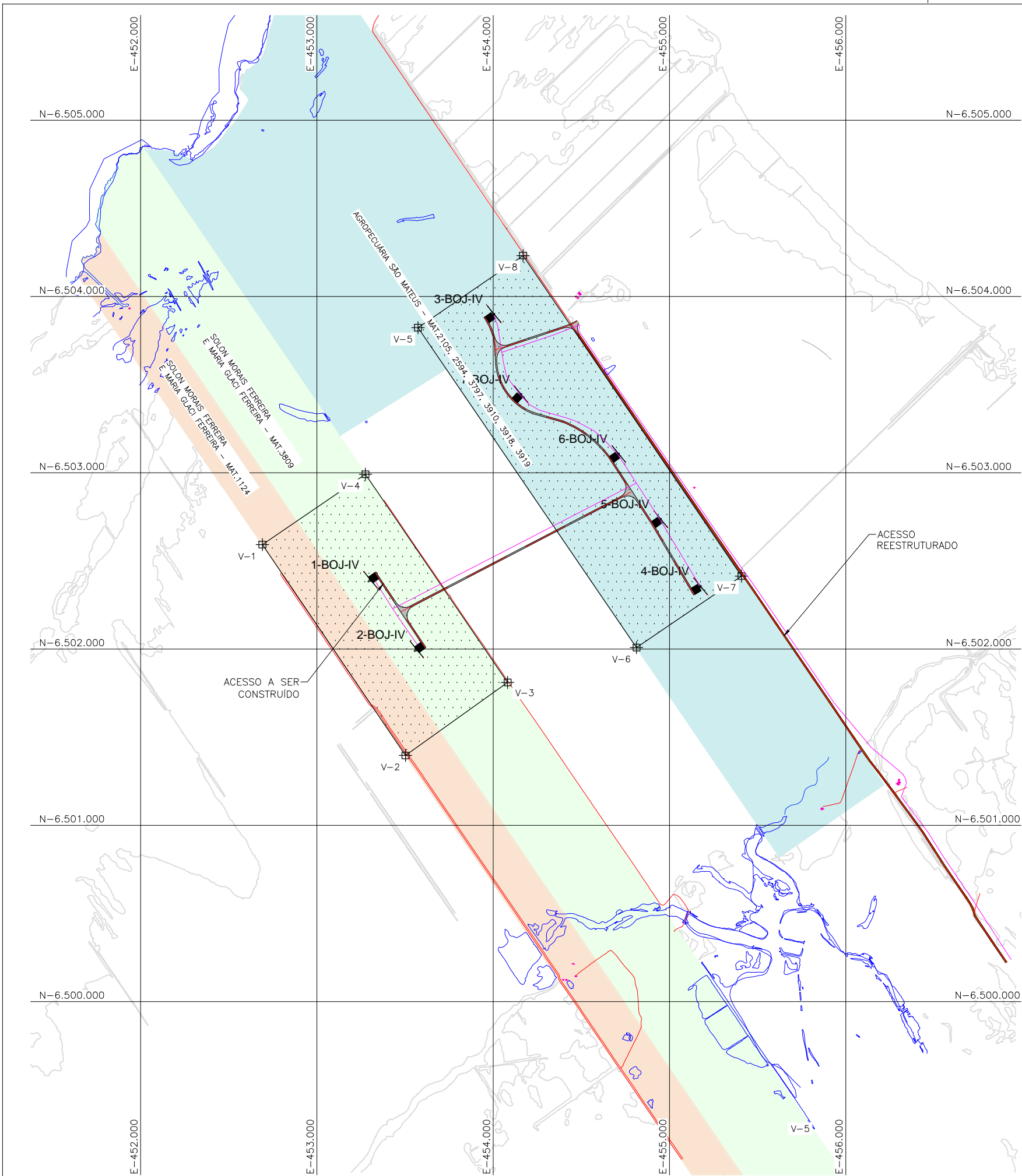
Revisão
01

Escala
1: 25.000

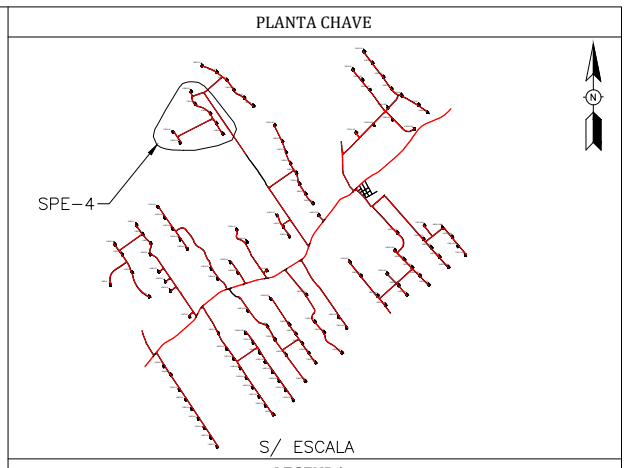
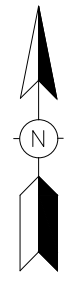
Data
NOV/19

Resp. Técnico
Sérgio Augusto Costa
Eng. -CREA/SC 064999-1

Folha
1/1



PLANTA - SPE 4
ESC. 1:25.000



LEGENDA

- ACESSOS A CONSTRUIR
- ACESSOS REESTRUTURADO
- xxx AEROGERADORES
- ACESSOS EXISTENTES
- CURVA MESTRA
- CURVA INTERMEDIÁRIA
- CURSOS DE ÁGUA
- LAGOS E LAGOAS
- LINHA DE TRANSMISSÃO
- REDE INTERNA (VALAS)
- EDIFICAÇÕES
- SPE - 04
- VERTICES SPE's

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL,
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km
 RESPECTIVAMENTE.
 0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

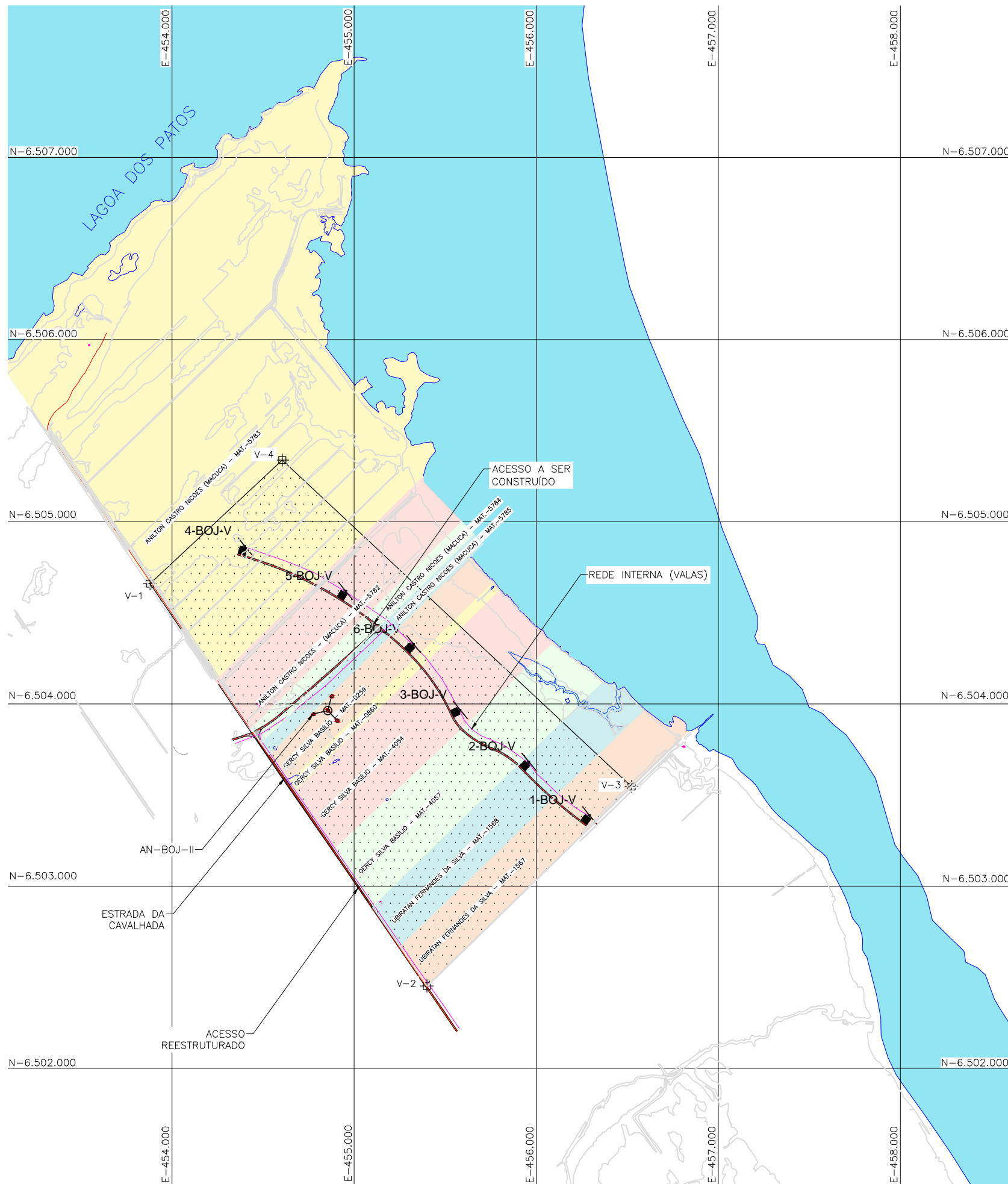
VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-4)

SPE-4	E (m)	N (m)
V-1	452.690,97	6.502.592,48
V-2	453.502,47	6.501.396,58
V-3	454.081,87	6.501.811,12
V-4	453.275,59	6.502.991,73
V-5	453.573,52	6.503.823,72
V-6	454.813,22	6.502.008,60
V-7	455.408,80	6.502.414,47
V-8	454.169,14	6.504.232,44

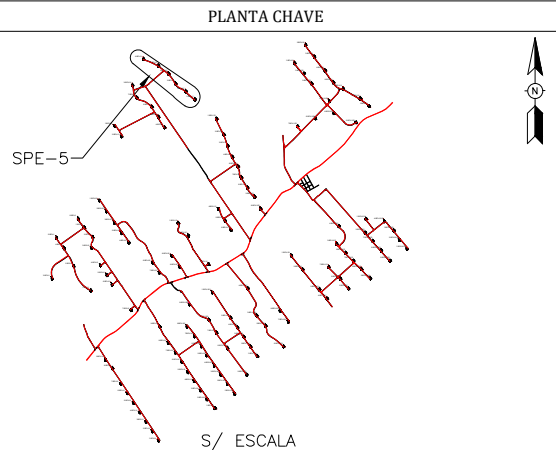
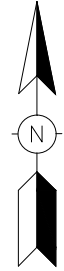
LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-4)

SPE 4	E (m)	N (m)
1-BOJ-IV	453.300,00	6.502.391,00
2-BOJ-IV	453.562,00	6.501.996,00
3-BOJ-IV	454.001,00	6.503.898,00
4-BOJ-IV	455.172,00	6.502.354,00
5-BOJ-IV	454.946,00	6.502.735,00
6-BOJ-IV	454.708,00	6.503.105,00
7-BOJ-IV	454.154,00	6.503.443,00

OA	EMISSÃO INICIAL	SAC	AGO/15
Nº	Revisão	Verif	Aprov Data
Projeto COMPLEXO EÓLICO BOJURU PROJETO BÁSICO			
Título ARRANJO SPE - 4			
Projetista EJR		Verificação POC	
Nº Documento EOL111-BOJ-05-CVDE-006			Revisão 01
Escala 1: 25.000		Data NOV/19	
Resp. Técnico Sérgio Augusto Costa Eng. -CREA/SC 064999-1			Folha 1/1



PLANTA - SPE 5
ESC. 1:25.000



- LEGENDA**
- ACESSOS A CONSTRUIR
 - ACESSOS REESTRUTURADO
 - xxx AEROGERADORES
 - ACESSOS EXISTENTES
 - CURVA MESTRA
 - CURVA INTERMEDIÁRIA
 - CURSOS DE ÁGUA
 - LAGOS E LAGOAS
 - REDE INTERNA (VALAS)
 - EDIFICAÇÕES
 - SPE - 05
 - x TORRE ANEMOMÉTRICA
 - + VERTICES SPE's

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL,
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km
 RESPECTIVAMENTE.
 0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-5)

SPE 5	E (m)	N (m)
1-BOJ-V	456.289,00	6.503.386,00
2-BOJ-V	455.956,00	6.503.680,00
3-BOJ-V	455.579,00	6.503.965,00
4-BOJ-V	454.396,00	6.504.864,00
5-BOJ-V	454.949,00	6.504.618,00
6-BOJ-V	455.323,00	6.504.326,00

VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-5)

SPE-5	E (m)	N (m)
V-1	453.879,28	6.504.660,41
V-2	455.399,55	6.502.451,75
V-3	456.523,60	6.503.546,77
V-4	454.605,63	6.505.339,14

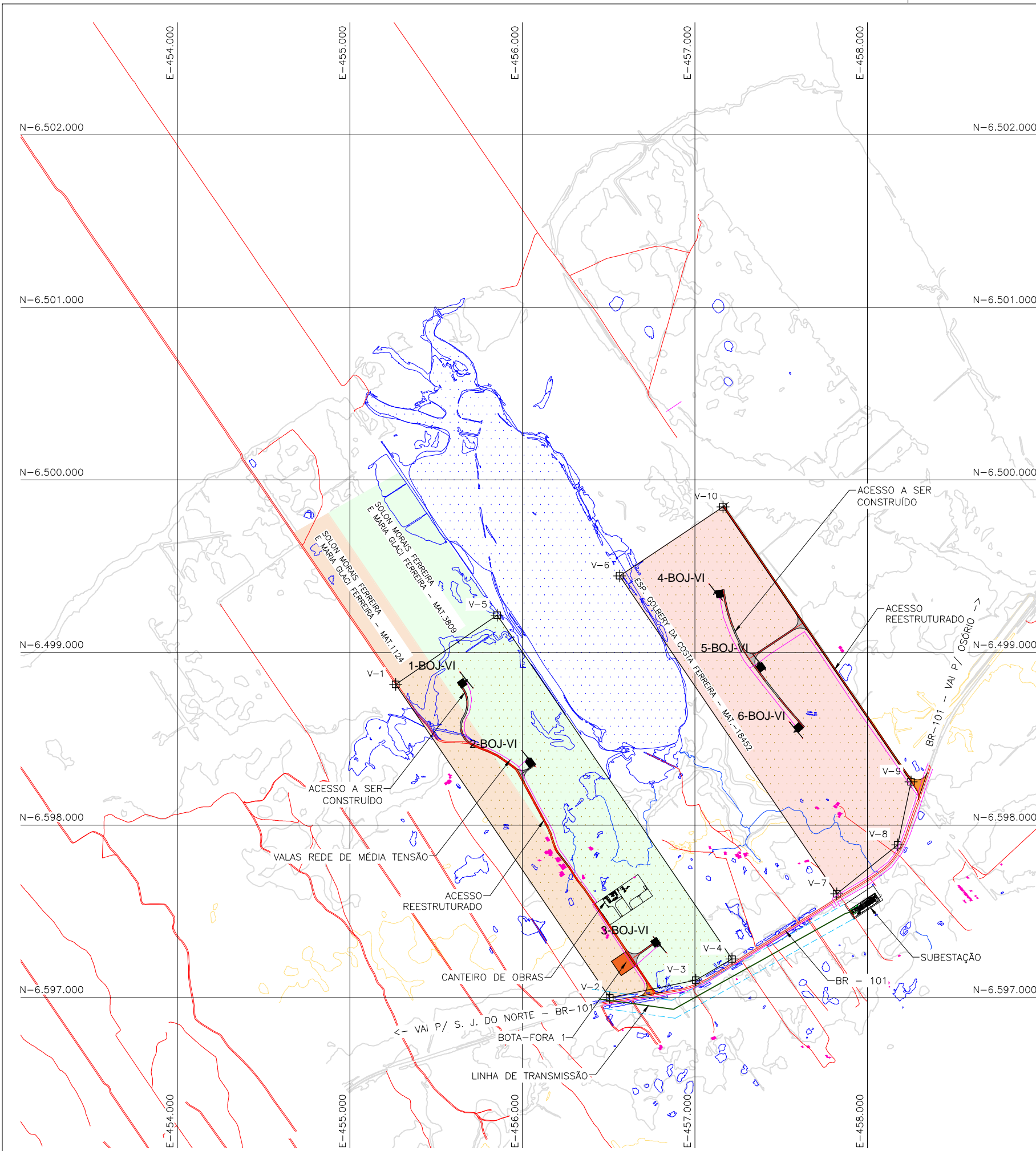
OA				
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data

VILCO
Energias Renováveis

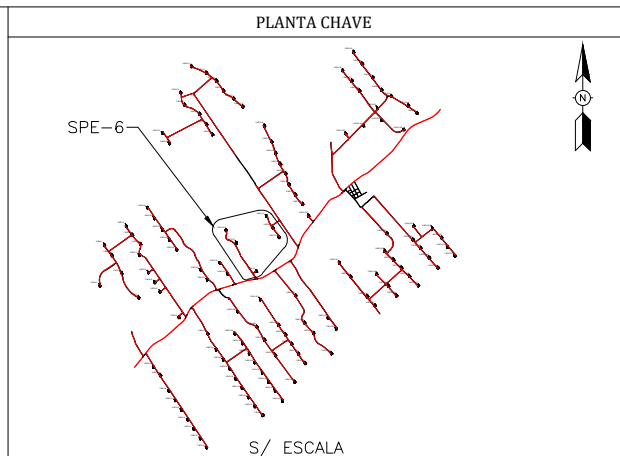
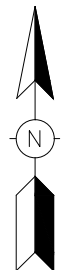
Projeto: COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

Título: ARRANJO
SPE - 5

Projetista: EJ R	Verificação: POC
Nº Documento: EOL111-BOJ-05-CVDE-007	Revisão: 01
Escala: 1: 25.000	Data: JAN/20
Resp. Técnico: Ségio Augusto Costa Eng. -CREA/SC 064999-1	Folha: 1/1



PLANTA - SPE 6
ESC. 1:25.000



S/ ESCALA

LEGENDA

	ACESSOS A CONSTRUIR		EDIFICAÇÕES
	ACESSOS REESTRUTURADO		SPE - 06
	AEROGERADORES		VERTICES SPE's
	ACESSOS EXISTENTES		
	CURVA MESTRA		
	CURVA INTERMEDIÁRIA		
	CURSOS DE ÁGUA		
	LAGOS E LAGOAS		
	LINHA DE TRANSMISSÃO		
	REDE INTERNA (VALAS)		

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL,
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km
 RESPECTIVAMENTE.

0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-4)

SPE-6	E (m)	N (m)
V-1	455.265,85	6.498.815,20
V-2	456.506,21	6.496.999,50
V-3	457.005,16	6.497.101,07
V-4	457.214,93	6.497.223,51
V-5	455.853,72	6.499.216,68
V-6	456.564,41	6.499.444,28
V-7	457.822,66	6.497.601,31
V-8	458.175,35	6.497.885,57
V-9	458.253,18	6.498.250,15
V-10	457.162,90	6.499.844,07

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-4)

SPE 6	E (m)	N (m)
1-BOJ-VI	455.673,00	6.498.837,00
2-BOJ-VI	456.031,00	6.498.384,00
3-BOJ-VI	456.792,00	6.497.304,00
4-BOJ-VI	457.118,00	6.499.346,00
5-BOJ-VI	457.370,00	6.498.940,00
6-BOJ-VI	457.584,00	6.498.547,00

0A	EMIÇÃO INICIAL	SAC	AGO/15
Nº	Revisão	Verif	Aprov Data

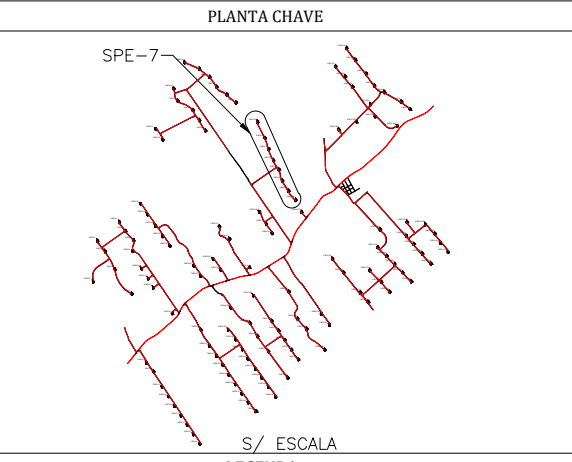
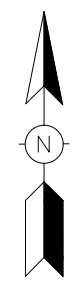
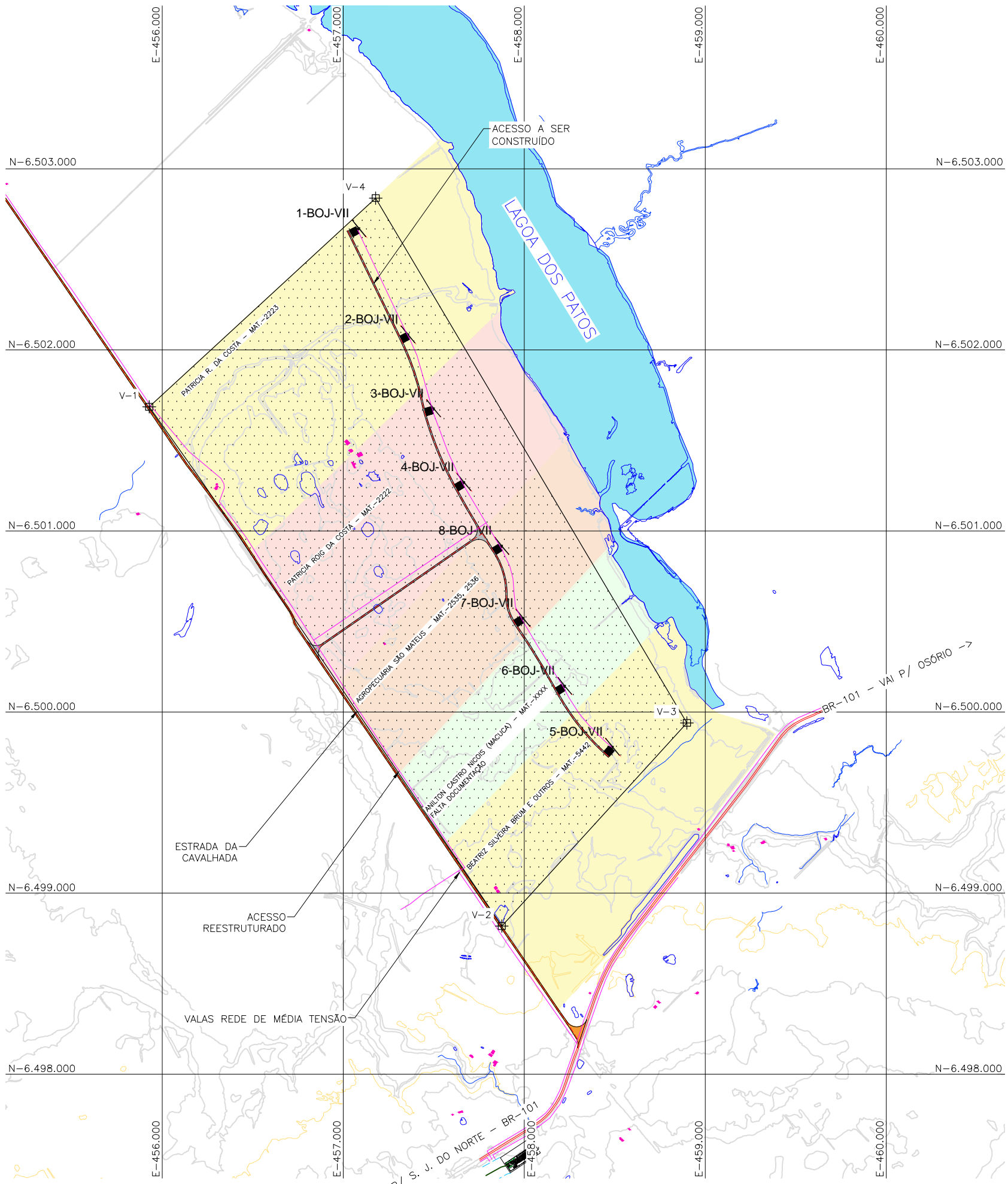
VILCO Energias Renováveis

COMPLEXO DE CRIAÇÃO EÓLICA BOJURU

Projeto: COMPLEXO EÓLICO BOJURU PROJETO BÁSICO

Título: ARRANJO SPE - 6

Projetista: EJR	Verificação: POC
Nº Documento: EOL111-BOJ-05-CVDE-008	Revisão: 01
Escala: 1: 25.000	Data: NOV/19
Resp. Técnico: Ségio Augusto Costa Eng. -CREA/SC 064999-1	Folha: 1/1



- LEGENDA**
- ACESSOS A CONSTRUIR
 - ACESSOS REESTRUTURADO
 - ACESSOS EXISTENTES
 - CURVA MESTRA
 - CURVA INTERMEDIÁRIA
 - CURSOS DE ÁGUA
 - LAGOS E LAGOAS
 - LINHA DE TRANSMISSÃO
 - REDE INTERNA (VALAS)
 - EDIFICAÇÕES
 - SPE - 07
 - VERTICES SPE's

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL,
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km
 RESPECTIVAMENTE.

0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-7)

SPE 7	E (m)	N (m)
1-BOJ-VII	457.083,00	6.502.669,00
2-BOJ-VII	457.354,00	6.502.082,00
3-BOJ-VII	457.496,00	6.501.674,00
4-BOJ-VII	457.663,00	6.501.267,00
5-BOJ-VII	458.484,00	6.499.805,00
6-BOJ-VII	458.220,00	6.500.142,00
7-BOJ-VII	457.990,00	6.500.516,00
8-BOJ-VII	457.872,00	6.500.915,00

VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-7)

SPE-7	E (m)	N (m)
V-1	455.928,12	6.501.685,29
V-2	457.875,89	6.498.818,05
V-3	458.898,57	6.499.940,11
V-4	457.179,47	6.502.838,35

PLANTA - SPE 7
 ESC. 1:25.000

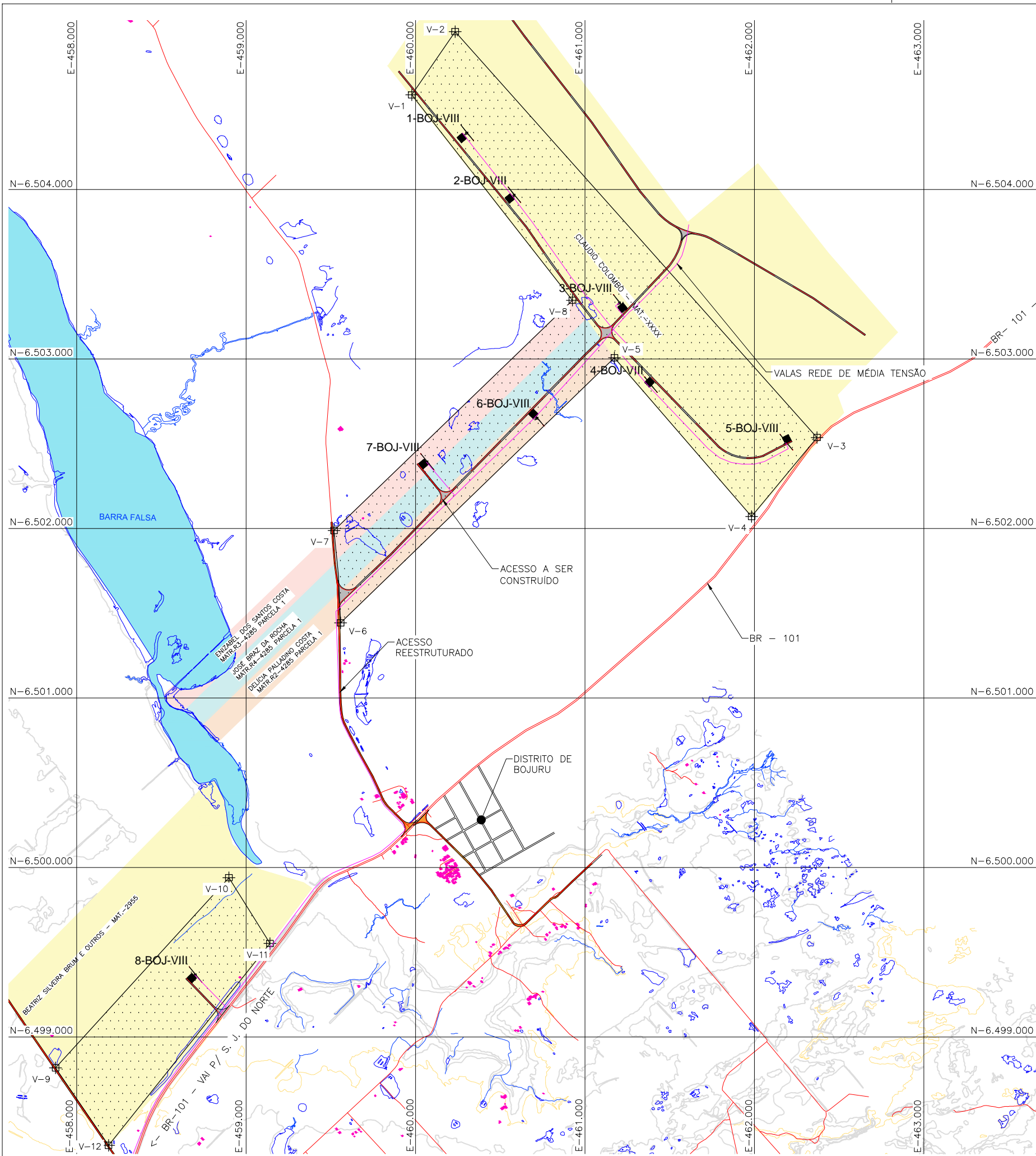
OA				
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data

VILCO
Energias Renováveis

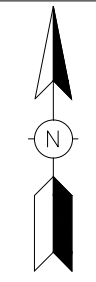
Projeto: COMPLEXO EÓLICO BOJURU PROJETO BÁSICO

Título: ARRANJO SPE - 7

Projetista: EJR	Verificação: POC
Nº Documento: EOL111-BOJ-05-CVDE-009	Revisão: 01
Escala: 1: 25.000	Data: NOV/19
Resp. Técnico: Ségio Augusto Costa Eng. -CREA/SC 064999-1	Folha: 1/1



PLANTA - SPE 8
ESC. 1:25.000

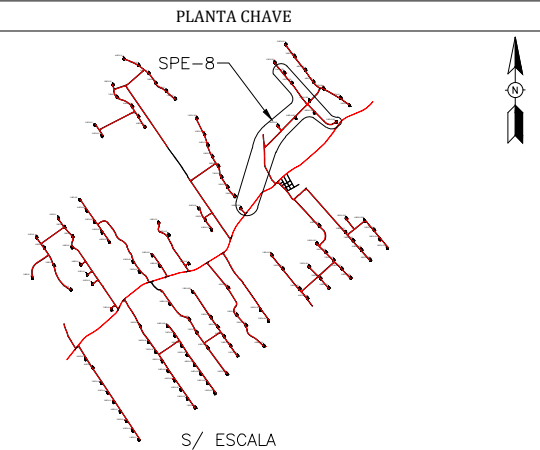


LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-8)

SPE 8	E (m)	N (m)
1-BOJ-VIII	460.301,00	6.504.332,00
2-BOJ-VIII	460.580,00	6.503.966,00
3-BOJ-VIII	461.202,00	6.503.330,00
4-BOJ-VIII	461.386,00	6.502.845,00
5-BOJ-VIII	462.215,00	6.502.539,00
6-BOJ-VIII	460.715,00	6.502.650,00
7-BOJ-VIII	460.065,00	6.502.392,00
8-BOJ-VIII	458.698,00	6.499.366,00

VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-8)

SPE-8	E (m)	N (m)
V-1	459.978,03	6.504.557,88
V-2	460.234,18	6.504.931,21
V-3	462.370,12	6.502.536,70
V-4	461.983,86	6.502.070,53
V-5	461.174,38	6.503.007,00
V-6	459.558,48	6.501.443,47
V-7	459.519,42	6.501.988,26
V-8	460.926,54	6.503.346,26
V-9	457.875,89	6.498.818,05
V-10	458.898,57	6.499.940,11
V-11	459.141,28	6.499.551,95
V-12	458.188,44	6.498.361,39



LEGENDA

- ACESSOS A CONSTRUIR
- ACESSOS REESTRUTURADO
- ACESSOS EXISTENTES
- CURVA MESTRA
- CURVA INTERMEDIÁRIA
- CURSOS DE ÁGUA
- LAGOS E LAGOAS
- REDE INTERNA (VALAS)
- EDIFICAÇÕES
- SPE - 08
- VERTICES SPE's

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL,
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km
 RESPECTIVAMENTE.

ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

01	EMIÇÃO INICIAL	SMZ	POC	FEV/18
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data



Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

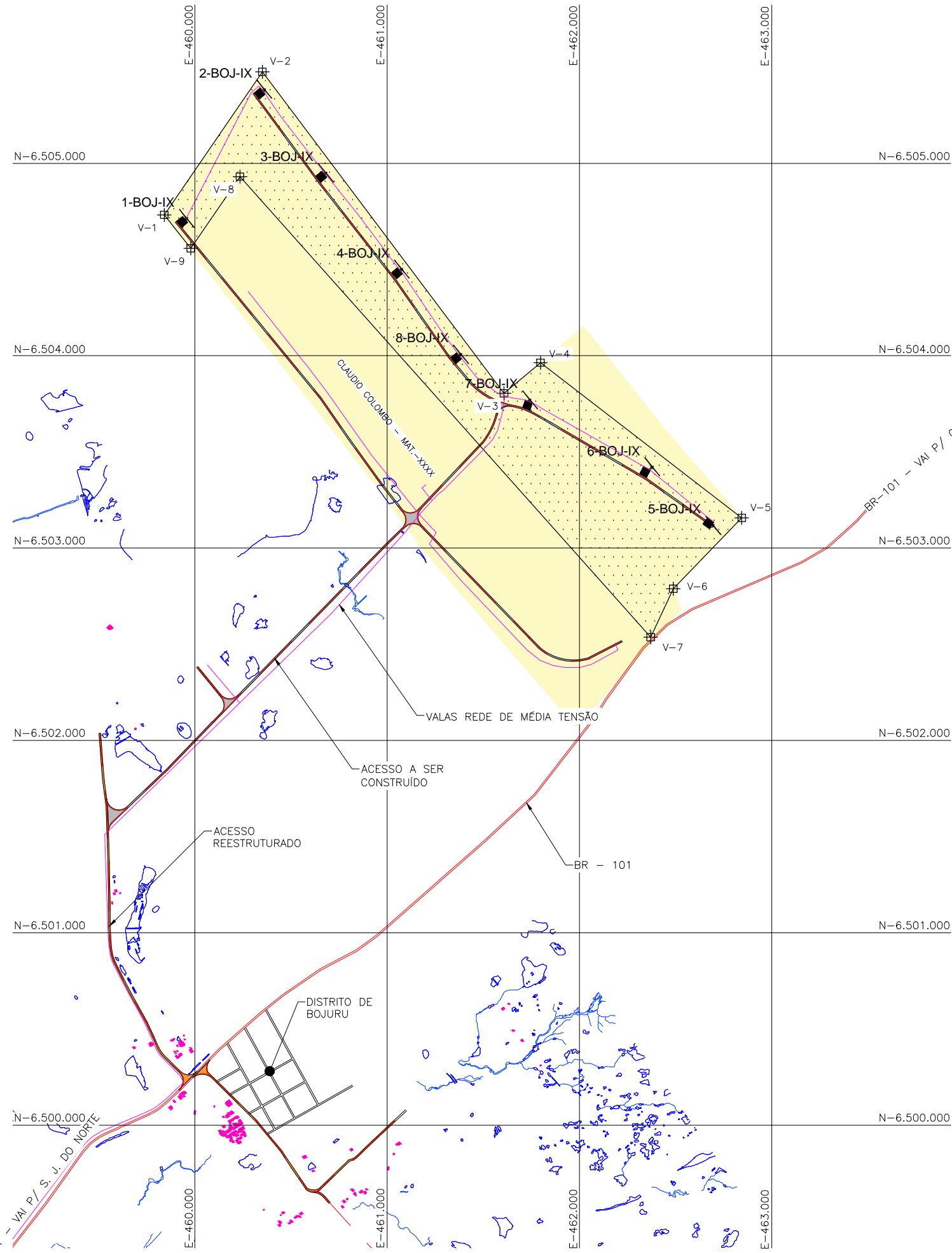
Título
ARRANJO
SPE - 8

Projetista: EJR
Verificação: POC

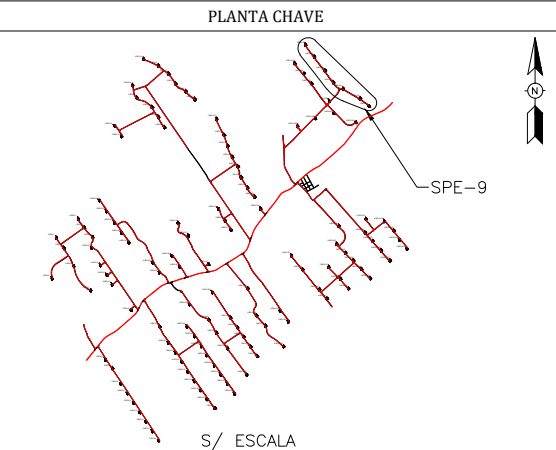
Nº Documento: EOL111-BOJ-05-CVDE-010
Revisão: 01

Escala: 1:25.000
Data: NOV/19

Resp. Técnico: Sérgio Augusto Costa
Eng. -CREA/SC 064999-1
Folha: 1/1



PLANTA - SPE 9
ESC. 1:25.000



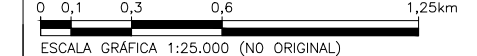
S/ ESCALA

LEGENDA

- ACESSOS A CONSTRUIR
- ACESSOS REESTRUTURADO
- xxx AEROGERADORES
- ACESSOS EXISTENTES
- CURVA MESTRA
- CURVA INTERMEDIÁRIA
- CURSOS DE ÁGUA
- LAGOS E LAGOAS
- REDE INTERNA (VALAS)
- EDIFICAÇÕES
- SPE - 09
- ⊕ VERTICES SPE's

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL,
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km
 RESPECTIVAMENTE.



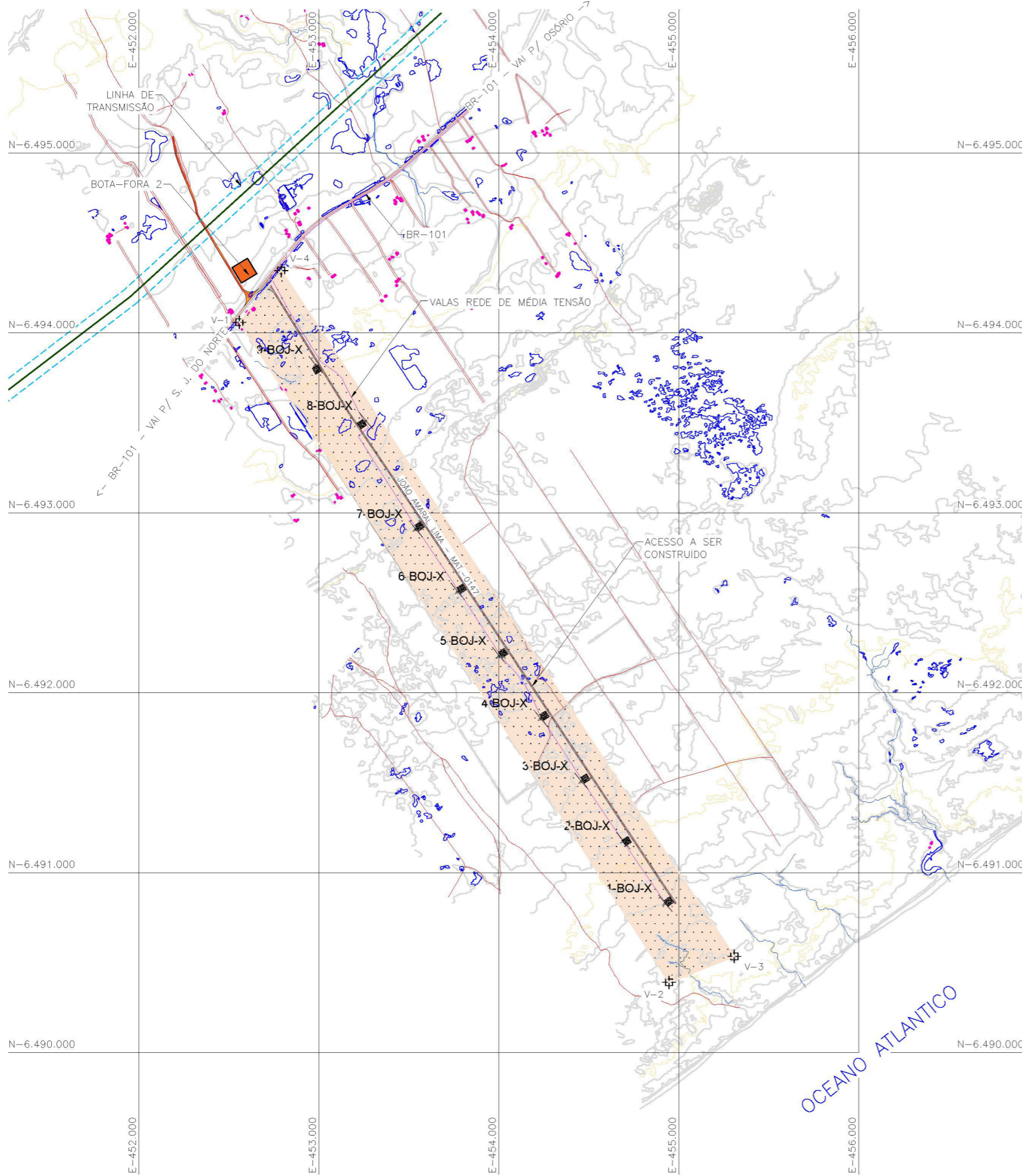
LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-9)

SPE 9	E (m)	N (m)
1-BOJ-IX	462.720,80	6.503.156,23
2-BOJ-IX	462.355,27	6.503.419,36
3-BOJ-IX	461.738,93	6.503.767,78
4-BOJ-IX	461.379,20	6.504.005,40
5-BOJ-IX	461.071,54	6.504.447,41
6-BOJ-IX	459.952,53	6.504.712,28
7-BOJ-IX	460.677,10	6.504.948,25
8-BOJ-IX	460.357,68	6.505.380,89

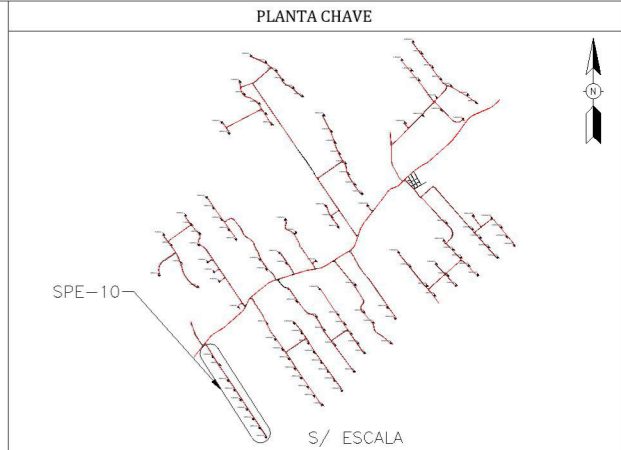
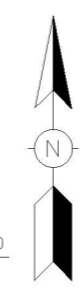
VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-9)

SPE 9	E (m)	N (m)
1-BOJ-IX	459.953,00	6.504.712,00
2-BOJ-IX	460.358,00	6.505.381,00
3-BOJ-IX	460.677,00	6.504.948,00
4-BOJ-IX	461.072,00	6.504.447,00
5-BOJ-IX	462.691,00	6.503.116,00
6-BOJ-IX	462.375,00	6.503.419,00
7-BOJ-IX	461.739,00	6.503.768,00
8-BOJ-IX	461.379,00	6.504.005,00

<p>Projeto</p> <p>COMPLEXO EÓLICO BOJURU PROJETO BÁSICO</p>				
<p>Título</p> <p>ARRANJO SPE - 09</p>				
<p>Projetista</p> <p>EJR</p>		<p>Verificação</p> <p>POC</p>		
<p>Nº Documento</p> <p>EOL111-BOJ-05-CVDE-011</p>				<p>Revisão</p> <p>01</p>
<p>Escala</p> <p>1: 25.000</p>		<p>Data</p> <p>NOV/19</p>		
<p>Resp. Técnico</p> <p>Sérgio Augusto Costa Eng. -CREA/SC 064999-1</p>				<p>Folha</p> <p>1/1</p>



PLANTA - SPE 10
ESC. 1:25.000



LEGENDA

ACESSOS A CONSTRUIR	EDIFICAÇÕES
ACESSOS REESTRUTURADO	SPE - 10
AEROGERADORES	VERTICES SPE's
ACESSOS EXISTENTES	
CURVA MESTRA	
CURVA INTERMEDIÁRIA	
CURSOS DE ÁGUA	
LAGOS E LAGOAS	
LINHA DE TRANSMISSÃO	
REDE INTERNA (VALAS)	

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL, ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE.

0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-10)

SPE-10	E (m)	N (m)
V-1	452.557,71	6.494.057,81
V-2	454.944,77	6.490.389,94
V-3	455.307,96	6.490.534,33
V-4	452.789,61	6.494.345,01

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-10)

SPE 10	E (m)	N (m)
1-BOJ-X	454.920,00	6.490.827,00
2-BOJ-X	454.687,00	6.491.174,00
3-BOJ-X	454.454,00	6.491.505,00
4-BOJ-X	454.228,00	6.491.854,00
5-BOJ-X	453.998,00	6.492.202,00
6-BOJ-X	453.767,00	6.492.559,00
7-BOJ-X	453.534,00	6.492.906,00
8-BOJ-X	453.257,00	6.493.508,00
9-BOJ-X	452.978,00	6.493.819,00

Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data

VILCO
Energias Renováveis

Projeto: COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

Título: ARRANJO
SPE - 10

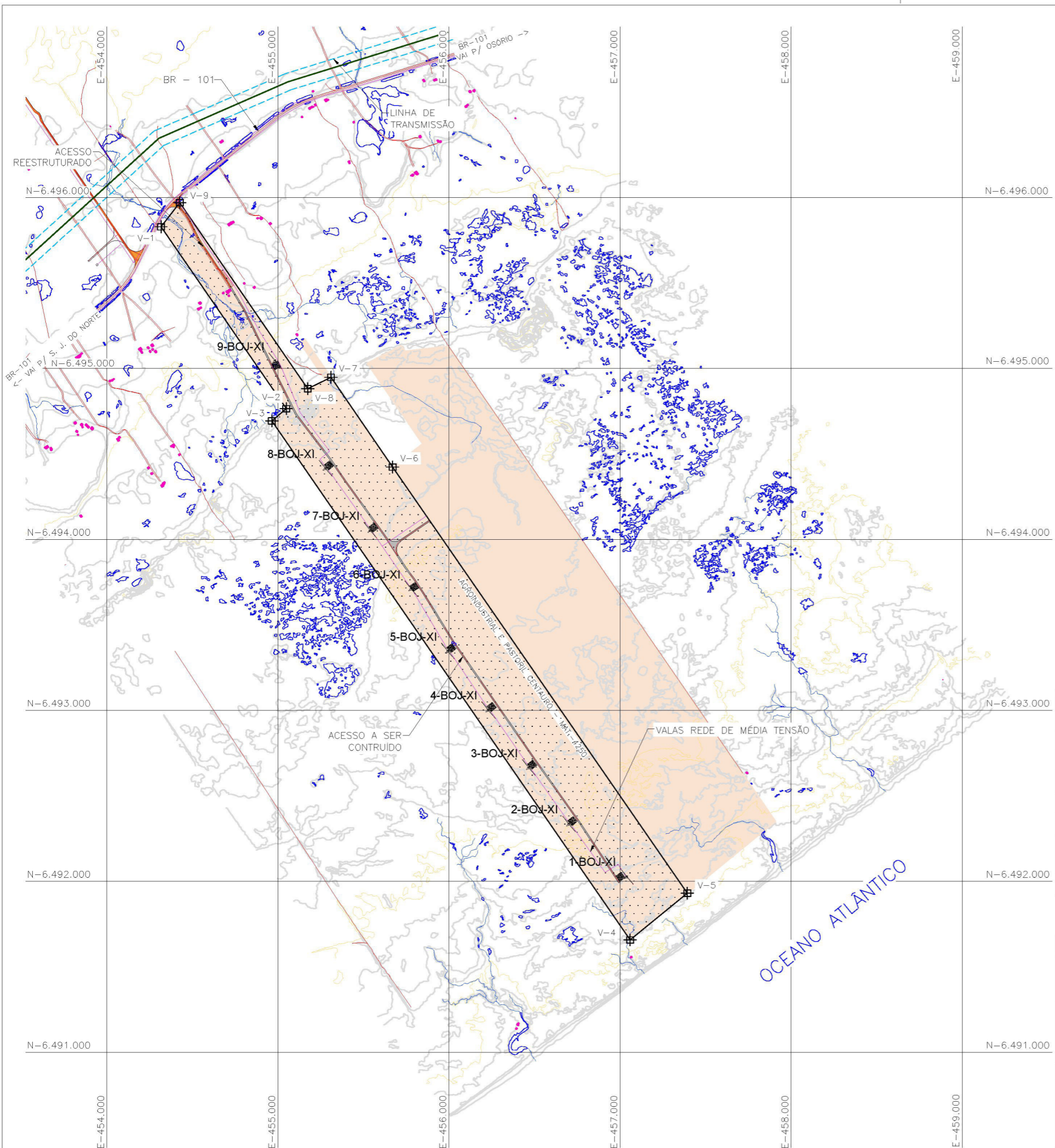
Projetista: EJR	Verificação: POC
-----------------	------------------

Nº Documento: EOL111-BOJ-05-CVDE-012
Revisão: 01

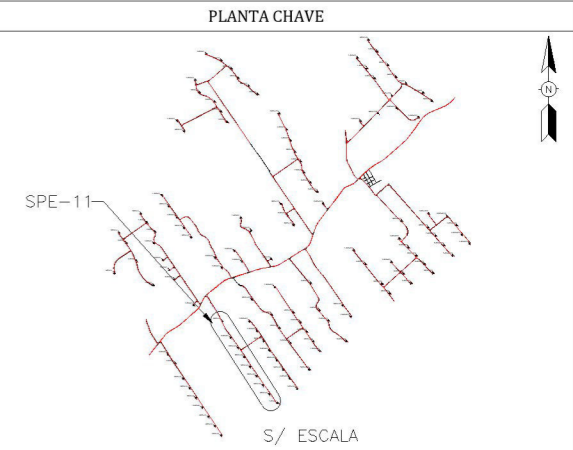
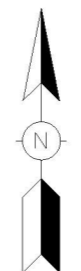
Escala: 1:25.000
Data: NOV/19

Resp. Técnico: Sérgio Augusto Costa
Eng.-CREA/SC 064999-1

Folha: 1/1



PLANTA – SPE 11
ESC. 1:25.000

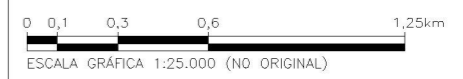


LEGENDA

ACESSOS A CONSTRUIR	EDIFICAÇÕES
ACESSOS REESTRUTURADO	SPE - 11
AEROGERADORES	VERTICES SPE's
ACESSOS EXISTENTES	
CURVA MESTRA	
CURVA INTERMEDIÁRIA	
CURSOS DE ÁGUA	
LAGOS E LAGOAS	
LINHA DE TRANSMISSÃO	
REDE INTERNA (VALAS)	

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 – ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA – ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL, ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE.



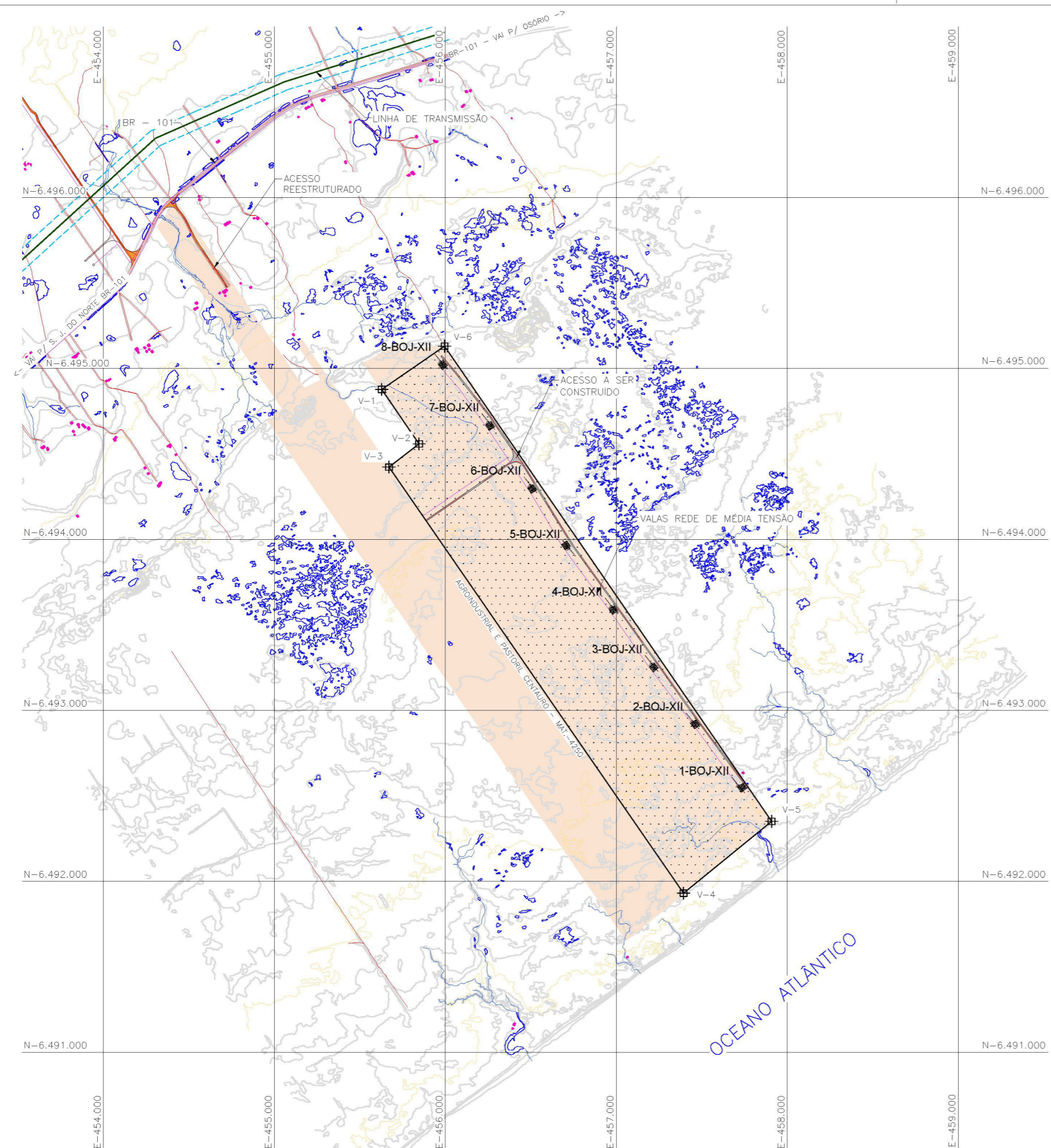
VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-11)

SPE-11	E (m)	N (m)
V-1	454.315,86	6.495.827,85
V-2	455.048,14	6.494.764,29
V-3	454.963,93	6.494.692,95
V-4	457.058,14	6.491.657,14
V-5	457.392,87	6.491.930,39
V-6	455.669,73	6.494.422,48
V-7	455.309,55	6.494.948,04
V-8	455.173,82	6.494.881,32
V-9	454.425,28	6.495.968,84

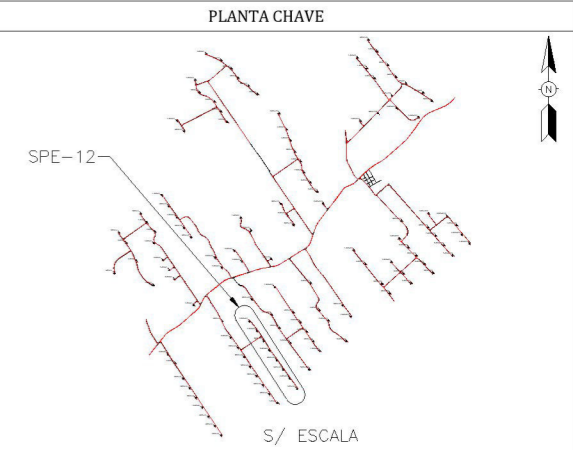
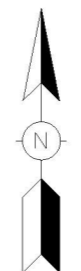
LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-11)

SPE 11	E (m)	N (m)
1-BOJ-XI	457.035,00	6.492.026,00
2-BOJ-XI	456.697,00	6.492.333,00
3-BOJ-XI	456.462,00	6.492.663,00
4-BOJ-XI	456.225,00	6.493.000,00
5-BOJ-XI	455.989,00	6.493.344,00
6-BOJ-XI	455.775,00	6.493.708,00
7-BOJ-XI	455.536,00	6.494.050,00
8-BOJ-XI	455.274,00	6.494.413,00
9-BOJ-XI	454.979,00	6.495.042,00

Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data
Projeto COMPLEXO EÓLICO BOJURU PROJETO BÁSICO				
Título ARRANJO SPE - 11				
Projetista EJR		Verificação POC		
Nº Documento EOL111-BOJ-05-CVDE-013				Revisão 01
Escala 1: 25.000		Data NOV/19		
Resp. Técnico Sérgio Augusto Costa Eng.-CREA/SC 064999-1				Folha 1/1



PLANTA – SPE 12
ESC. 1:25.000



LEGENDA

ACESSOS A CONSTRUIR	EDIFICAÇÕES
ACESSOS REESTRUTURADO	SPE - 12
AEROGERADORES	VERTICES SPE'S
ACESSOS EXISTENTES	
CURVA MESTRA	
CURVA INTERMEDIÁRIA	
CURSOS DE ÁGUA	
LAGOS E LAGOAS	
LINHA DE TRANSMISSÃO	
REDE INTERNA (VALAS)	

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 – ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA – ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL, ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE.

0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-12)

SPE-12	E (m)	N (m)
V-1	455.627,16	6.494.876,54
V-2	455.845,85	6.494.558,38
V-3	455.669,73	6.494.422,48
V-4	457.392,87	6.491.930,39
V-5	457.907,79	6.492.350,75
V-6	455.995,10	6.495.129,45

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-12)

SPE 12	E (m)	N (m)
1-BOJ-XII	457.709,00	6.492.560,00
2-BOJ-XII	457.441,00	6.492.935,00
3-BOJ-XII	457.202,00	6.493.271,00
4-BOJ-XII	456.967,00	6.493.608,00
5-BOJ-XII	456.720,00	6.493.944,00
6-BOJ-XII	456.493,00	6.494.316,00
7-BOJ-XII	456.247,00	6.494.685,00
8-BOJ-XII	455.968,00	6.495.039,00

Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data

Projeto: COMPLEXO EÓLICO BOJURU PROJETO BÁSICO

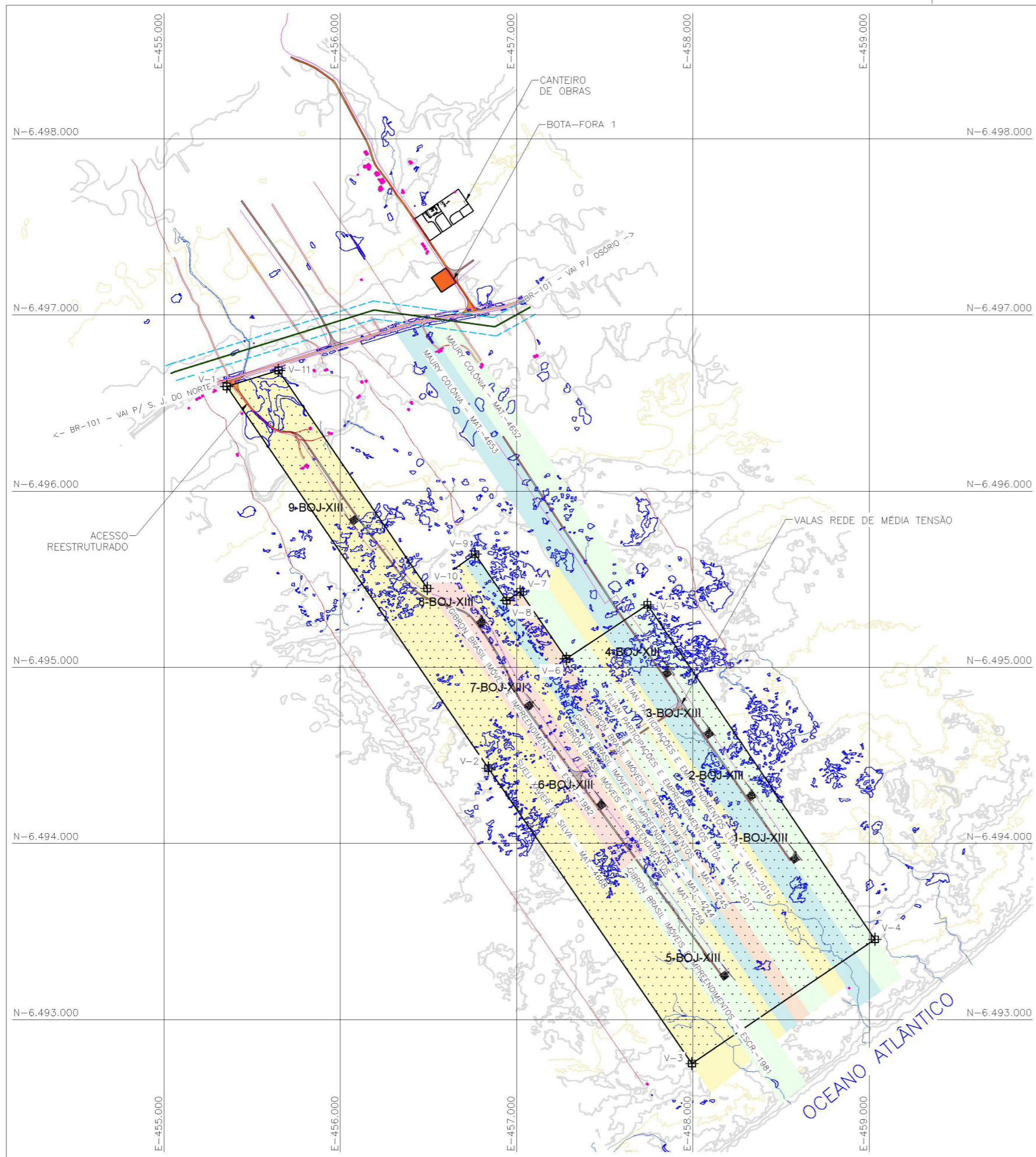
Título: ARRANJO SPE - 12

Projetista: EJR Verificação: POC

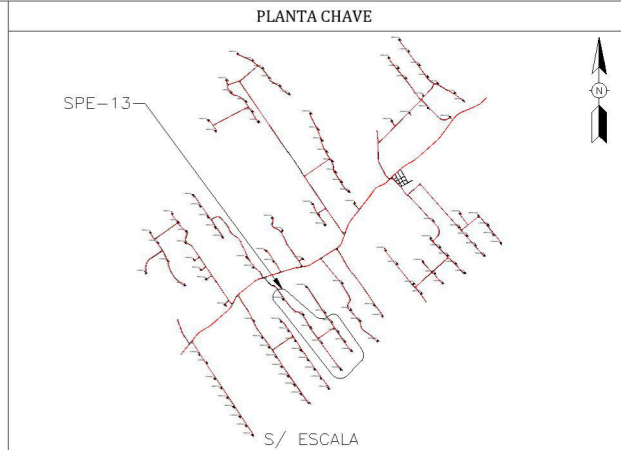
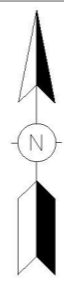
Nº Documento: EOL111-BOJ-05-CVDE-014 Revisão: 01

Escala: 1:25.000 Data: NOV/19

Resp. Técnico: Sérgio Augusto Costa Eng.-CREA/SC 064999-1 Folha: 1/1



PLANTA – SPE 13
ESC. 1:25.000



LEGENDA

ACESSOS A CONSTRUIR	EDIFICAÇÕES
ACESSOS REESTRUTURADO	SPE - 13
AEROGERADORES	VERTICES SPE's
ACESSOS EXISTENTES	
CURVA MESTRA	
CURVA INTERMEDIÁRIA	
CURSOS DE ÁGUA	
LAGOS E LAGOAS	
LINHA DE TRANSMISSÃO	
REDE INTERNA (VALAS)	

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 – ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA – ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL, ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE.

0 0,1 0,3 0,6 1,25km
 ESCALA GRÁFICA 1:25.000 (NO ORIGINAL)

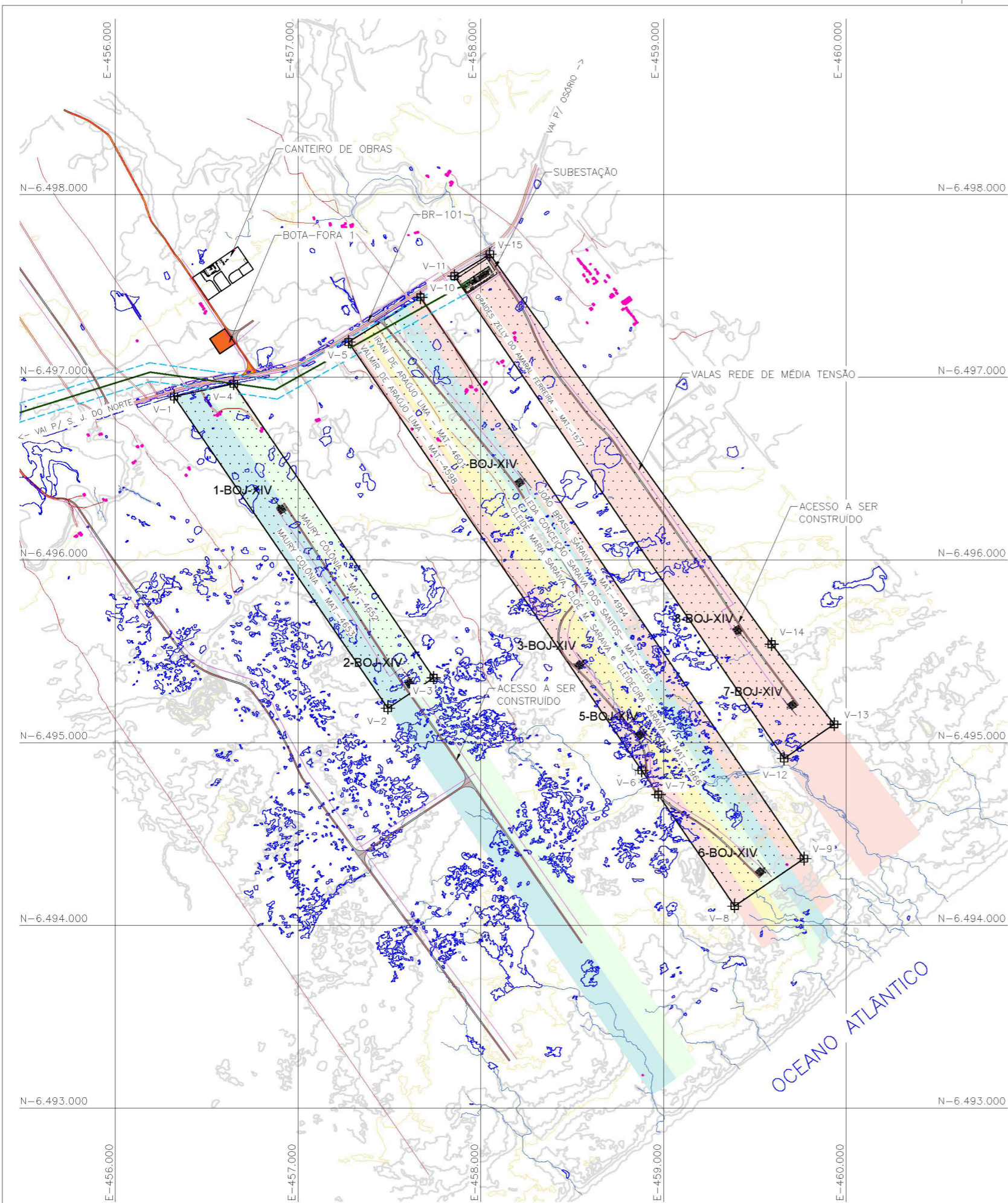
VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-13)

SPE-13	E (m)	N (m)
V-1	455.355,33	6.496.593,62
V-2	456.839,76	6.494.427,12
V-3	457.993,97	6.492.750,87
V-4	459.031,57	6.493.455,88
V-5	457.741,69	6.495.354,26
V-6	457.281,51	6.495.048,08
V-7	457.020,06	6.495.427,90
V-8	456.943,17	6.495.378,03
V-9	456.764,76	6.495.642,37
V-10	456.492,95	6.495.447,63
V-11	455.649,21	6.496.684,33

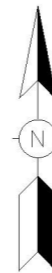
LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-13)

SPE 13	E (m)	N (m)
1-BOJ-XIII	458.578,00	6.493.946,00
2-BOJ-XIII	458.330,00	6.494.300,00
3-BOJ-XIII	458.087,00	6.494.653,00
4-BOJ-XIII	457.855,00	6.495.000,00
5-BOJ-XIII	458.198,00	6.493.266,00
6-BOJ-XIII	457.477,00	6.494.247,00
7-BOJ-XIII	457.088,00	6.494.800,00
8-BOJ-XIII	456.798,00	6.495.285,00
9-BOJ-XIII	456.058,00	6.495.820,00

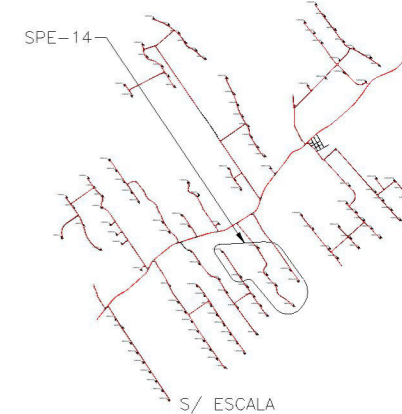
FEV/18				
01	EMISSÃO INICIAL	SMZ	POC	
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data
Projeto COMPLEXO EÓLICO BOJURU PROJETO BÁSICO				
Título ARRANJO SPE – 13				
Projetista EJR		Verificação SMZ/POC		
Nº Documento EOL111-BOJ-05-CVDE-015				Revisão 01
Escala 1: 25.000		Data NOV/19		
Resp. Técnico Sérgio Augusto Costa Eng.-CREA/SC 064999-1				Folha 1/1



PLANTA – SPE 14
ESC. 1:25.000



PLANTA CHAVE



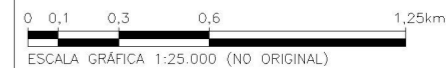
S/ ESCALA

LEGENDA

- ACESSOS A CONSTRUIR
- ACESSOS REESTRUTURADO
- xxx AEROGERADORES
- ACESSOS EXISTENTES
- CURVA MESTRA
- CURVA INTERMEDIÁRIA
- CURSOS DE ÁGUA
- LAGOS E LAGOAS
- LINHA DE TRANSMISSÃO
- REDE INTERNA (VALAS)
- EDIFICAÇÕES
- SPE - 14
- VERTICES SPE's

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 – ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA – ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL, ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE.



VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-14)

SPE-14	E (m)	N (m)
V-1	456.321,54	6.496.893,52
V-2	457.281,51	6.495.048,08
V-3	457.741,69	6.495.354,26
V-4	456.648,29	6.496.963,48
V-5	457.197,09	6.497.143,26
V-6	458.880,71	6.494.847,27
V-7	458.971,05	6.494.715,29
V-8	459.388,98	6.494.104,70
V-9	459.768,60	6.494.364,54
V-10	457.669,55	6.497.436,79
V-11	457.855,81	6.497.552,53
V-12	459.659,88	6.494.912,68
V-13	459.933,28	6.495.099,57
V-14	459.591,54	6.495.538,31
V-15	458.048,95	6.497.672,77

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-14)

SPE 14	E (m)	N (m)
1-BOJ-XIV	456.892,00	6.496.294,00
2-BOJ-XIV	457.606,00	6.495.351,00
3-BOJ-XIV	458.557,00	6.495.443,00
4-BOJ-XIV	458.235,00	6.496.438,00
5-BOJ-XIV	458.894,00	6.495.057,00
6-BOJ-XIV	459.548,00	6.494.309,00
7-BOJ-XIV	459.686,00	6.495.192,00
8-BOJ-XIV	459.417,00	6.495.593,00

01	EMISSÃO INICIAL	SMZ	POC	FEV/18
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data



Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

Título
ARRANJO
SPE - 14

Projetista
EJR

Verificação
SMZ/POC

Nº Documento
EOL111-BOJ-05-CVDE-016

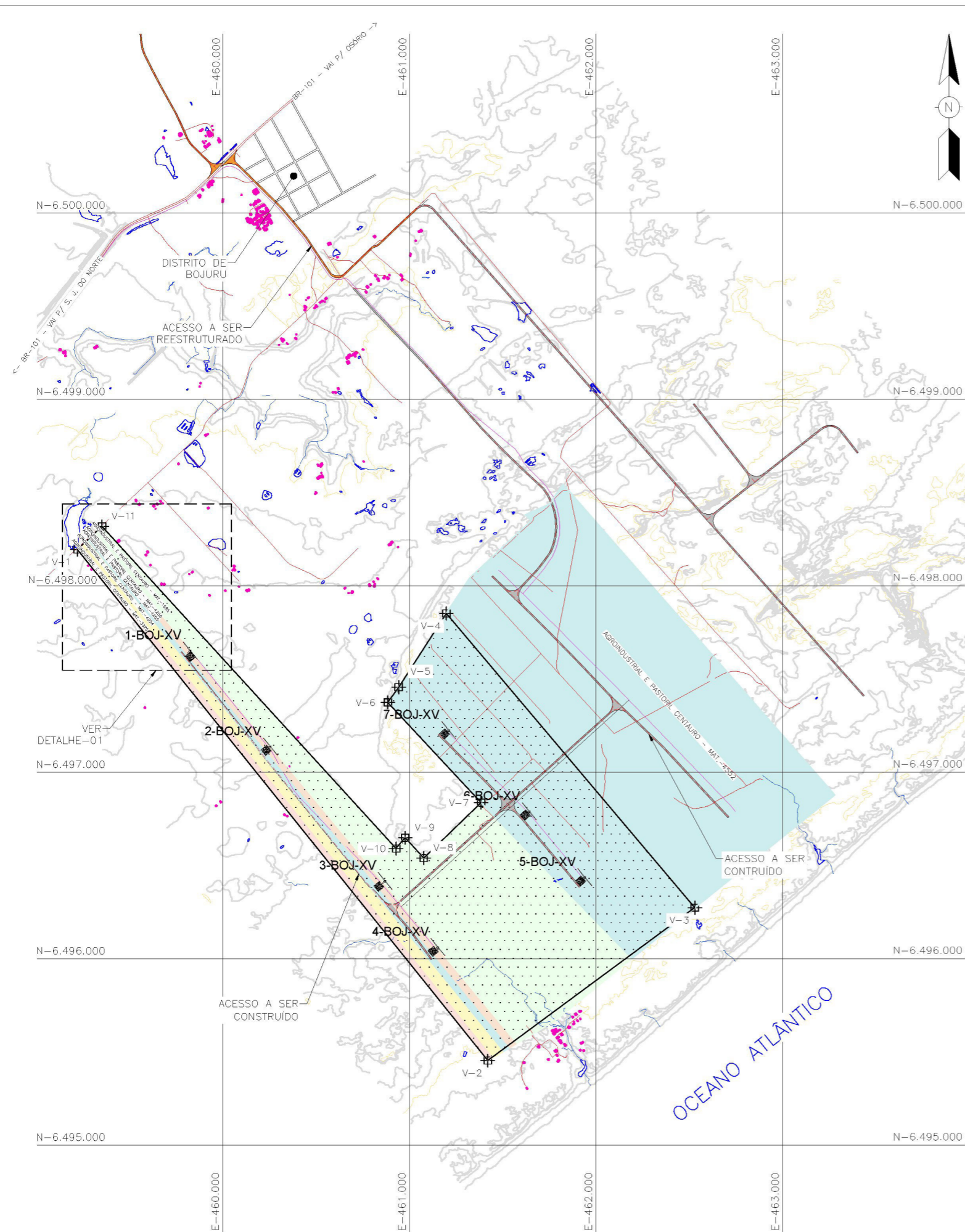
Revisão
01

Escala
1: 25.000

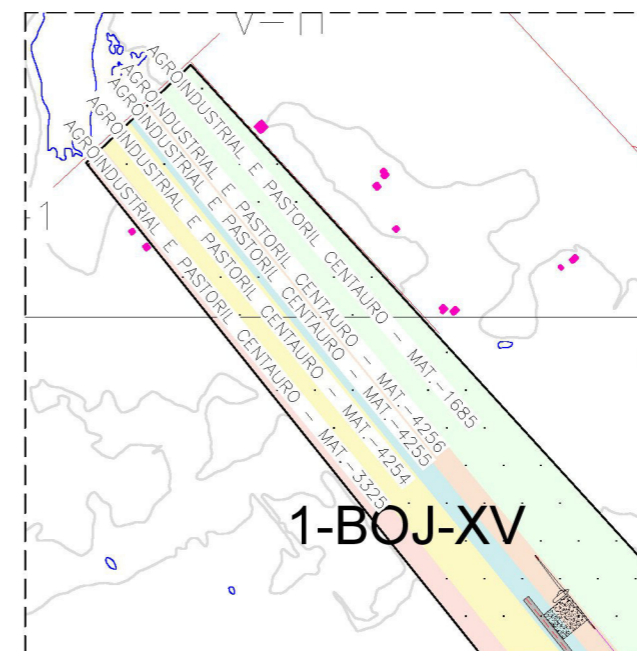
Data
NOV/19

Resp. Técnico
Sérgio Augusto Costa
Eng. -CREA/SC 064999-1

Folha
1/1



PLANTA - SPE15
ESC. 1:25.000



DETALHE - 01
S/ESC

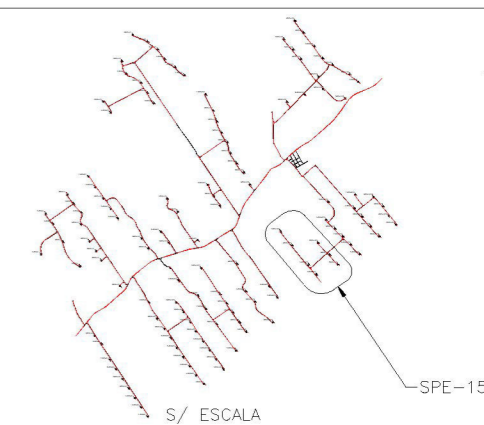
VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-15)

SPE-15	E (m)	N (m)
V-1	459.220,64	6.498.194,68
V-2	461.419,69	6.495.453,93
V-3	462.529,42	6.496.273,31
V-4	461.198,20	6.497.851,82
V-5	460.942,91	6.497.455,93
V-6	460.884,27	6.497.374,54
V-7	461.383,67	6.496.836,80
V-8	461.076,68	6.496.539,74
V-9	460.977,10	6.496.648,73
V-10	460.928,88	6.496.590,62
V-11	459.352,70	6.498.318,41

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-15)

SPE 15	E (m)	N (m)
1-BOJ-XV	459.822,00	6.497.649,00
2-BOJ-XV	460.251,00	6.497.135,00
3-BOJ-XV	460.866,00	6.496.414,00
4-BOJ-XV	461.149,00	6.496.059,00
5-BOJ-XV	461.936,00	6.496.434,00
6-BOJ-XV	461.639,00	6.496.787,00
7-BOJ-XV	461.207,00	6.497.223,00

PLANTA CHAVE

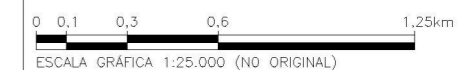


LEGENDA

- ACESSOS A CONSTRUIR
- ACESSOS REESTRUTURADO
- xxx AEROGERADORES
- ACESSOS EXISTENTES
- CURVA MESTRA
- CURVA INTERMEDIÁRIA
- CURSOS DE ÁGUA
- LAGOS E LAGOAS
- LINHA DE TRANSMISSÃO
- REDE INTERNA (VALAS)
- EDIFICAÇÕES
- SPE - 15
- ⊕ VERTICES SPE's

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL, ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE.



01	REVISÃO INICIAL	SMZ	POC	FEV/18
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data



Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

Título
ARRANJO
SPE - 15

Projetista
EJR

Verificação
POC

Nº Documento
EOL111-BOJ-05-CVDE-017

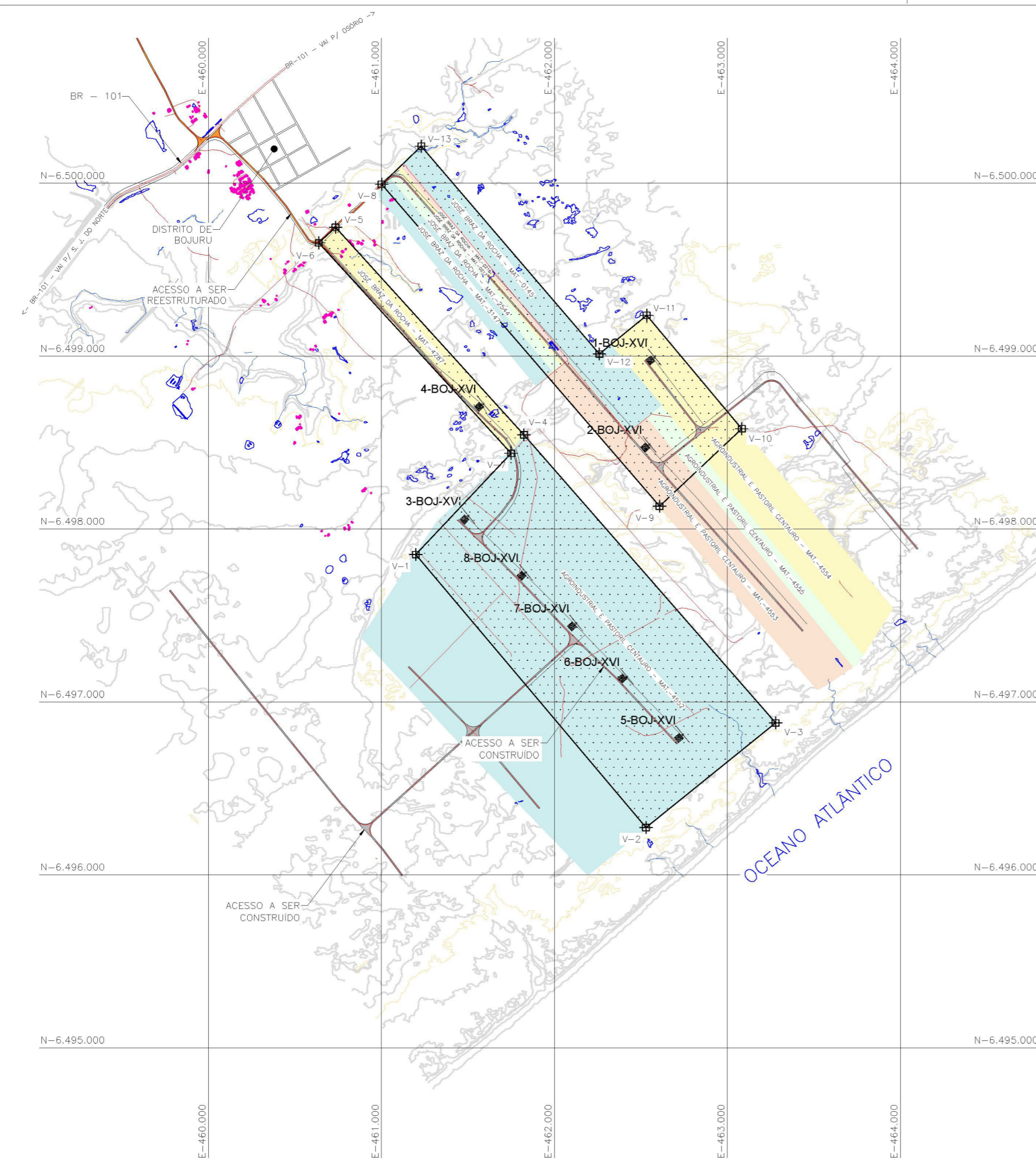
Revisão
01

Escala
1: 25.000

Data
NOV/19

Resp. Técnico
Sérgio Augusto Costa
Eng. -CREA/SC 064999-1

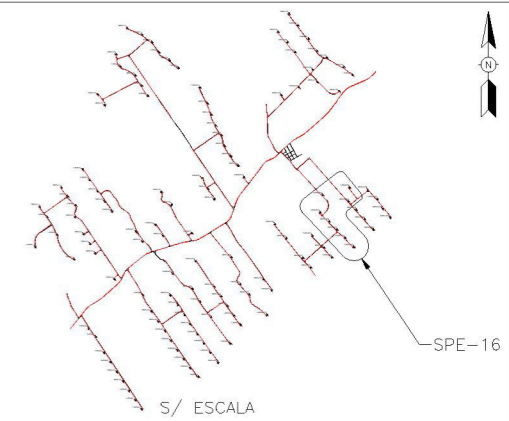
Folha
1/1



PLANTA - SPE16
ESC. 1:25.000



PLANTA CHAVE

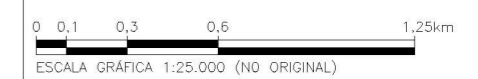


LEGENDA

- ACESSOS A CONSTRUIR
- ACESSOS REESTRUTURADO
- xxx AEROGERADORES
- ACESSOS EXISTENTES
- CURVA MESTRA
- CURVA INTERMEDIÁRIA
- CURSOS DE ÁGUA
- LAGOS E LAGOAS
- LINHA DE TRANSMISSÃO
- REDE INTERNA (VALAS)
- EDIFICAÇÕES
- SPE - 16
- TORRE ANEMOMÉTRICA
- VERTICES SPE's

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL, ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE.



VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-16)

SPE-16	E (m)	N (m)
V-1	461.198,20	6.497.851,82
V-2	462.529,42	6.496.273,31
V-3	463.278,59	6.496.878,37
V-4	461.823,28	6.498.544,15
V-5	460.733,84	6.499.744,83
V-6	460.637,07	6.499.653,99
V-7	461.749,19	6.498.437,03
V-8	461.000,99	6.499.993,20
V-9	462.607,39	6.498.131,30
V-10	463.082,92	6.498.579,69
V-11	462.533,18	6.499.235,32
V-12	462.259,70	6.499.011,66
V-13	461.229,76	6.500.213,50

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-16)

SPE 16	E (m)	N (m)
1-BOJ-XVI	462.575,00	6.498.991,00
2-BOJ-XVI	462.545,00	6.498.487,00
3-BOJ-XVI	461.498,00	6.498.074,00
4-BOJ-XVI	461.585,00	6.498.723,00
5-BOJ-XVI	462.738,00	6.496.809,00
6-BOJ-XVI	462.415,00	6.497.144,00
7-BOJ-XVI	462.122,00	6.497.453,00
8-BOJ-XVI	461.831,00	6.497.746,00

01	REVISÃO INICIAL	SMZ	POC	FEV/18
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data



Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

Título
ARRANJO
SPE - 16

Projetista
EJR

Verificação
POC

Nº Documento
EOL111-BOJ-05-CVDE-018

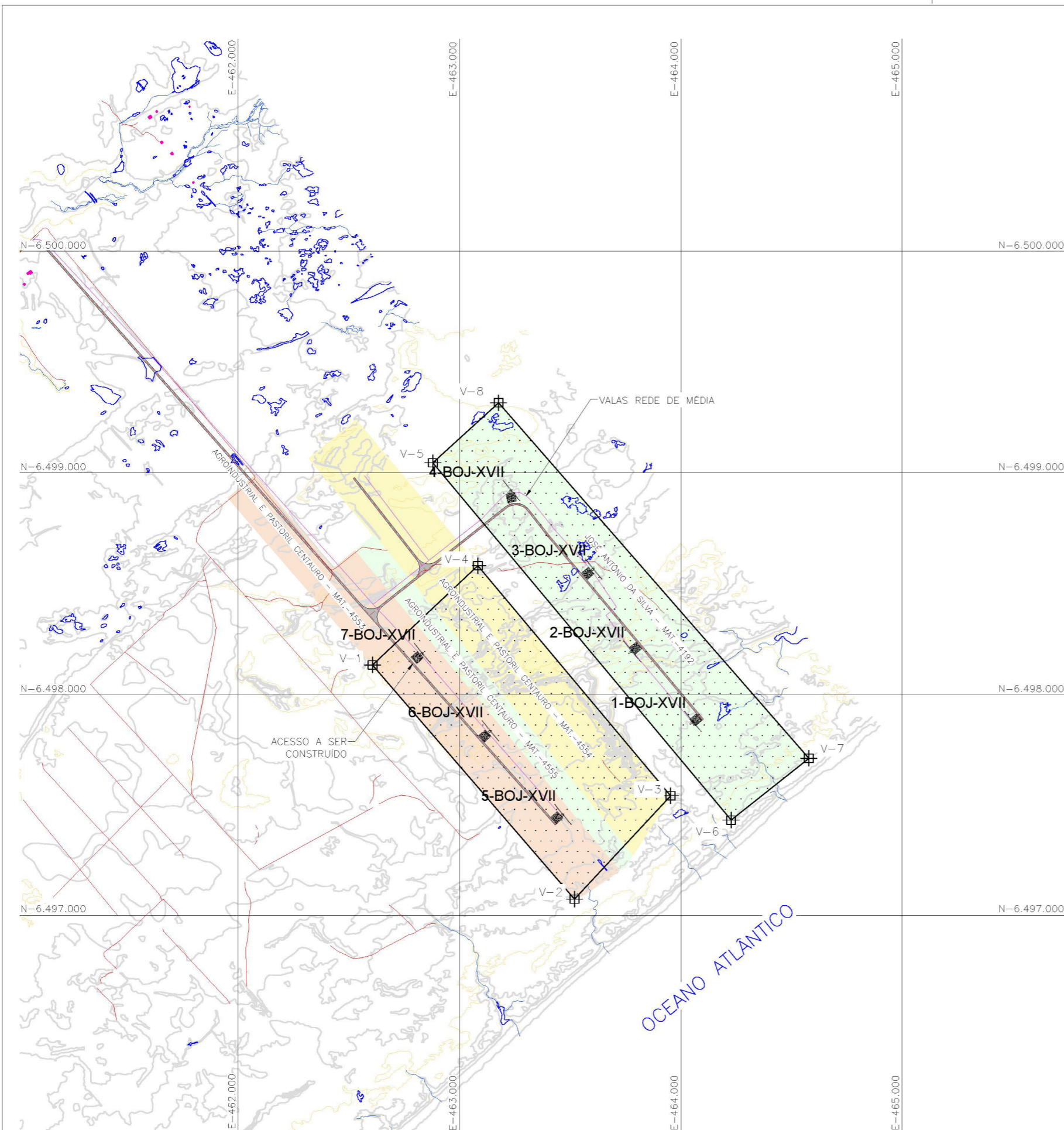
Revisão
01

Escala
1: 25.000

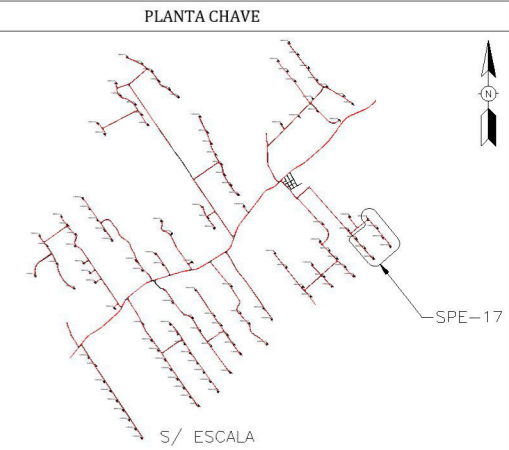
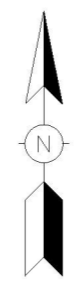
Data
NOV/19

Resp. Técnico
Sérgio Augusto Costa
Eng. -CREA/SC 064999-1

Folha
1/1



PLANTA - SPE17
ESC. 1:20.000

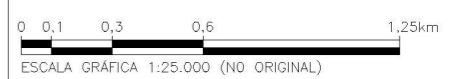


LEGENDA

ACESSOS A CONSTRUIR	EDIFICAÇÕES
ACESSOS REESTRUTURADO	SPE - 17
AEROGERADORES	VERTICES SPE's
ACESSOS EXISTENTES	
CURVA MESTRA	
CURVA INTERMEDIÁRIA	
CURSOS DE ÁGUA	
LAGOS E LAGOAS	
LINHA DE TRANSMISSÃO	
REDE INTERNA (VALAS)	

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
 DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
 DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL, ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE.



VÉRTICES DA POLIGONAL (SPE-17)

SPE-17	E (m)	N (m)
V-1	462.607,39	6.498.131,30
V-2	463.519,81	6.497.073,50
V-3	463.953,72	6.497.540,55
V-4	463.082,92	6.498.579,69
V-5	462.879,99	6.499.044,55
V-6	464.227,01	6.497.430,50
V-7	464.578,27	6.497.709,73
V-8	463.176,88	6.499.315,78

LOCAÇÃO AEROGERADORES (SPE-17)

SPE 17	E (m)	N (m)
1-BOJ-XVII	464.051,00	6.497.873,00
2-BOJ-XVII	463.774,00	6.498.192,00
3-BOJ-XVII	463.601,00	6.498.563,00
4-BOJ-XVII	463.230,00	6.498.917,00
5-BOJ-XVII	463.464,00	6.497.453,00
6-BOJ-XVII	463.136,00	6.497.831,00
7-BOJ-XVII	462.829,00	6.498.181,00

01	REVISÃO INICIAL	SMZ	POC	FEV/18
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data



Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

Título
ARRANJO
SPE - 17

Projetista
EJR

Verificação
POC

Nº Documento
EOL111-BOJ-05-CVDE-019

Revisão
01

Escala
1: 25.000

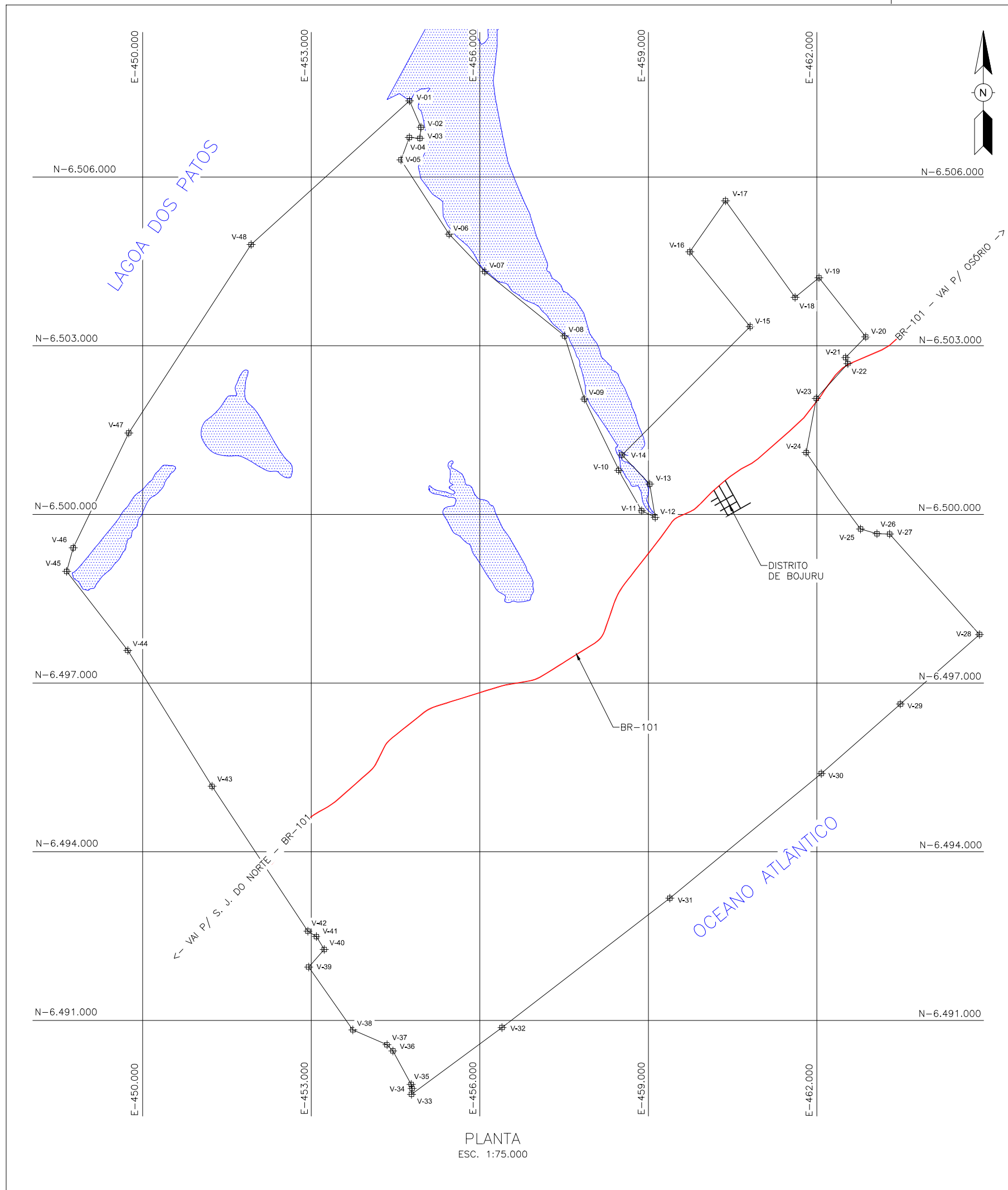
Data
NOV/19

Resp. Técnico
Sérgio Augusto Costa
Eng. -CREA/SC 064999-1

Folha
1/1

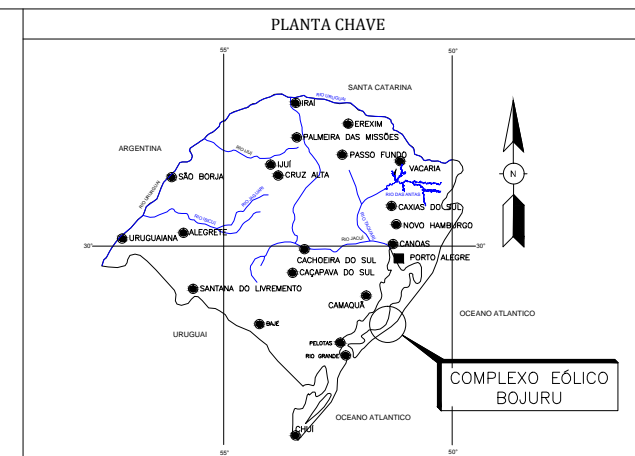


APÊNDICE 3 – POLIGONAL DO PROJETO



PLANTA
ESC. 1:75.000

VERTICES	E (m)	N (m)
V-01	454.751,26	6.507.355,61
V-02	454.954,44	6.506.885,20
V-03	454.935,08	6.506.688,47
V-04	454.746,94	6.506.703,39
V-05	454.597,16	6.506.304,50
V-06	455.456,01	6.504.982,83
V-07	456.089,76	6.504.320,01
V-08	457.508,56	6.503.173,76
V-09	457.862,66	6.502.050,02
V-10	458.471,27	6.500.783,85
V-11	458.879,27	6.500.065,54
V-12	459.120,65	6.499.946,46
V-13	459.024,69	6.500.538,85
V-14	458.530,32	6.501.056,64
V-15	460.812,03	6.503.340,72
V-16	459.738,51	6.504.668,36
V-17	460.373,23	6.505.577,53
V-18	461.611,19	6.503.859,81
V-19	462.035,51	6.504.208,71
V-20	462.868,10	6.503.157,25
V-21	462.509,53	6.502.789,52
V-22	462.550,54	6.502.681,75
V-23	461.988,08	6.502.062,93
V-24	461.808,44	6.501.100,88
V-25	462.775,37	6.499.740,45
V-26	463.068,02	6.499.656,20
V-27	463.293,04	6.499.650,06
V-28	464.892,62	6.497.863,30
V-29	463.485,70	6.496.627,19
V-30	462.078,78	6.495.391,07
V-31	459.381,81	6.493.173,48
V-32	456.396,44	6.490.873,86
V-33	454.785,20	6.489.687,02
V-34	454.795,59	6.489.791,74
V-35	454.778,72	6.489.863,33
V-36	454.453,91	6.490.457,02
V-37	454.348,80	6.490.566,84
V-38	453.742,27	6.490.832,33
V-39	452.955,37	6.491.949,03
V-40	453.232,86	6.492.262,56
V-41	453.091,92	6.492.491,46
V-42	452.941,49	6.492.587,50
V-43	451.236,76	6.495.163,56
V-44	449.735,79	6.497.580,69
V-45	448.647,52	6.498.986,42
V-46	448.766,41	6.499.405,08
V-47	449.754,20	6.501.448,74
V-48	451.931,72	6.504.799,12

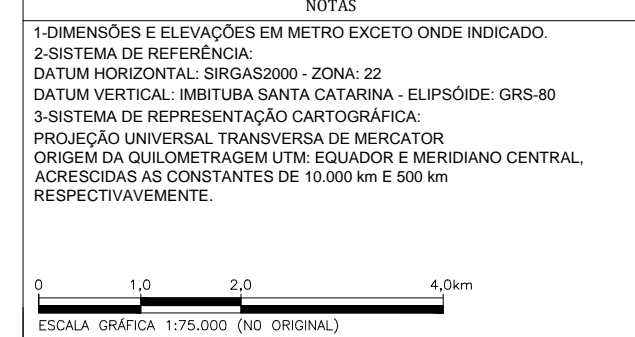


LEGENDA

- V-XX VERTICES
- BR - 101
- LINHA DE CONTOURNO

NOTAS

- 1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
- 2-SISTEMA DE REFERÊNCIA:
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 - ZONA: 22
DATUM VERTICAL: IMBITUBA SANTA CATARINA - ELIPSÓIDE: GRS-80
- 3-SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA:
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL,
ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 km E 500 km
RESPECTIVAMENTE.



0A	EMIÇÃO INICIAL	SAC	AGO/15
Nº	Revisão	Verif	Aprov
			Data



Projeto
**COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO**

Título
**MAPA DE LOCALIZAÇÃO
CONTOURNO E VERTICES**

Projetista: EJR Verificação: POC/SMZ

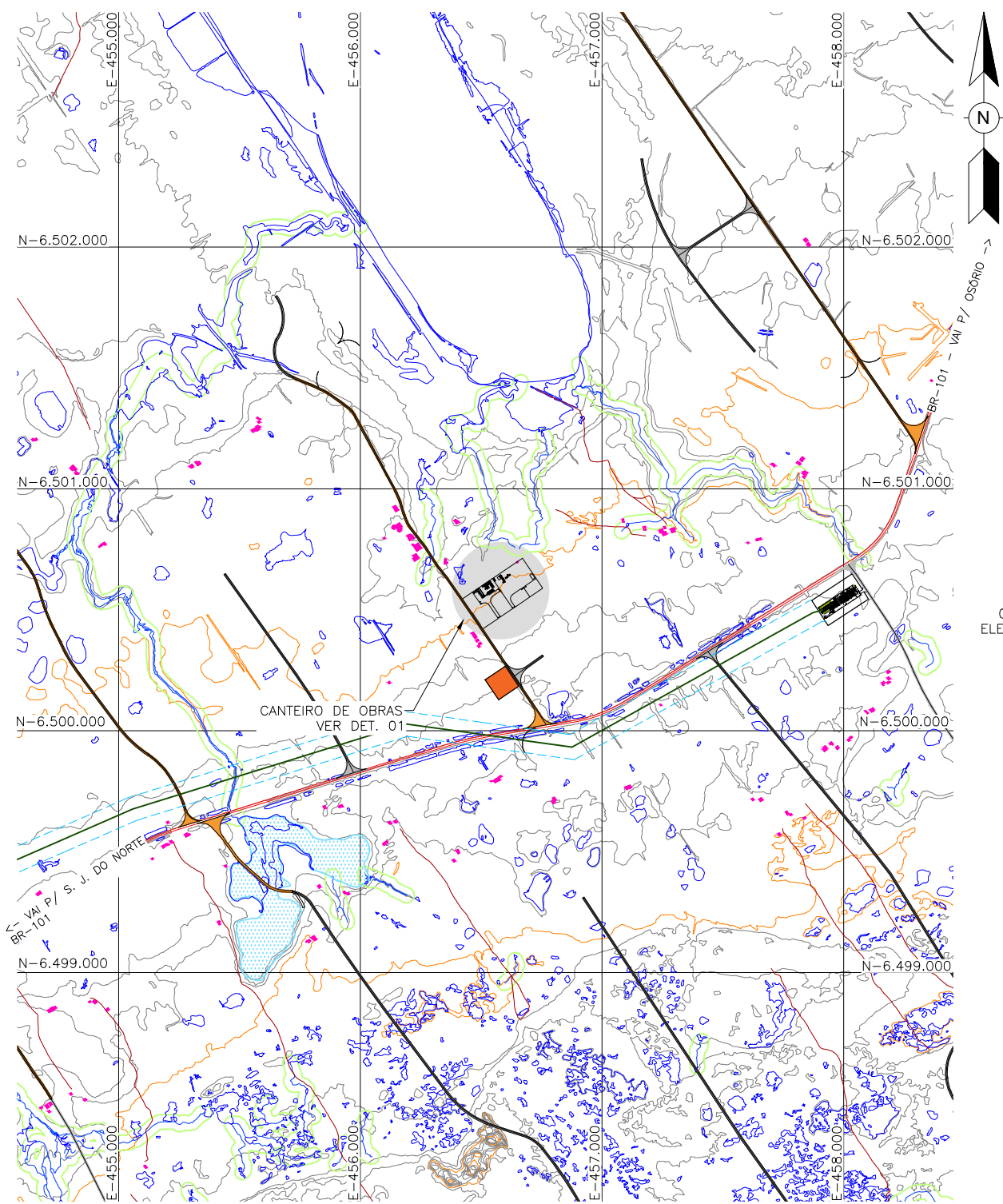
Nº Documento: EOL111-BOJ-05-CVDE-020 Revisão: 01

Escala: 1:75000 Data: NOV/19

Resp. Técnico: Sérgio Augusto Costa
Eng. -CREA/SC064999-1 Folha: 1/1



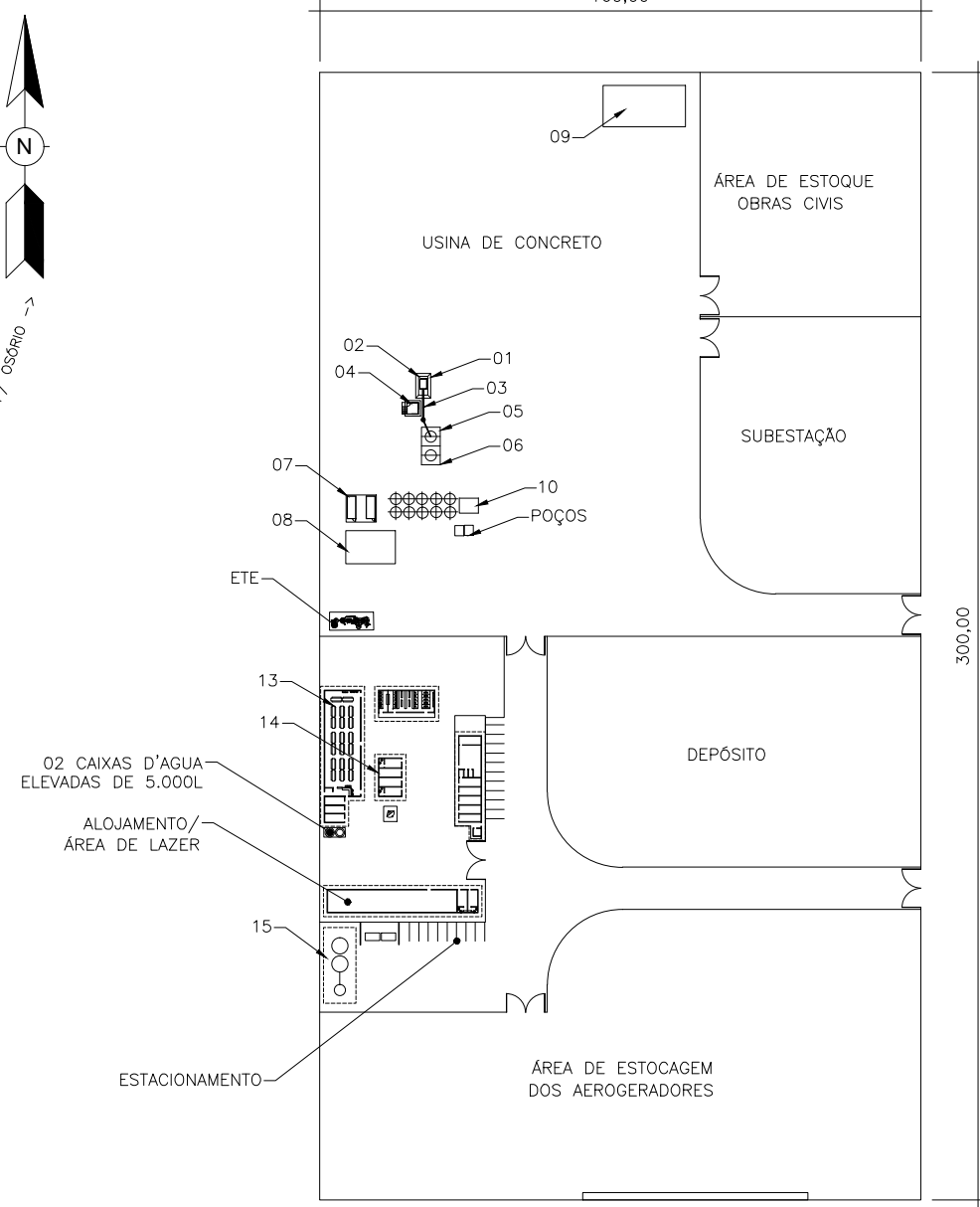
APÊNDICE 4 – CANTEIRO DE OBRAS



PLANTA DE LOCAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS
ESC. 1:25.000

CANTEIRO DE OBRAS

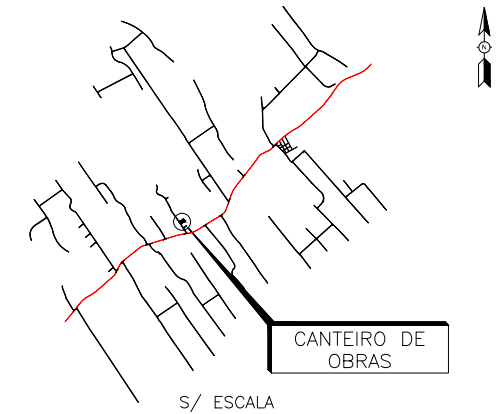
NOME	COORDENADA UTM		ÁREA (m ²)
	ESTE	NORTE	
CO	456.588,60	6.497.576,01	48.000



DET. 01 - CANTEIRO DE OBRAS
ESC. 1:2.000

- 1-BASE DOSADORA
- 2-DOSADORA DE AGREGADOS
- 3-CORREIA TRANSPORTADORA
- 4-CASA DE OPERAÇÃO
- 5-BASE DOS SILOS
- 6-SILOS DE CIMENTO
- 7-CAIXA DE DECANTAÇÃO
- 8-DECANTADOR PARA RESÍDUOS DE CONCRETO
- 9-CENTRAL DE FORMA E ARMAÇÃO
- 10-CORTINA DE H2O NA DOSAGEM
- 11-VESTIÁRIO
- 12-ESCRITÓRIO
- 13-REFEITÓRIO
- 14-FISCALIZAÇÃO
- 15-SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO (FOSSA, FILTRO ANAERÓBICO E SUMIDOURO)

PLANTA CHAVE



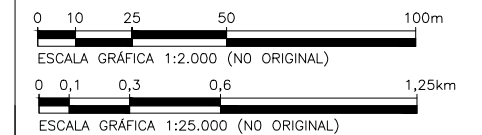
S/ ESCALA

LEGENDA

- CAMINHOS E ACESSOS
- ACESSOS REESTRUTURADO
- ACESSOS A SER CONSTRUÍDO
- CURVA MESTRA
- CURVA INTERMEDIÁRIA
- RIOS
- LT 230 kV

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.



Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data
0A	EMISSÃO INICIAL		SAC	AGO/15



Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

Título
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
CANTEIRO DE OBRAS

Projetista: EJR
Verificação: POC

Nº Documento: EOL111-BOJ-05-CVDE-021
Revisão: 01

Escala: Data: NOV/19

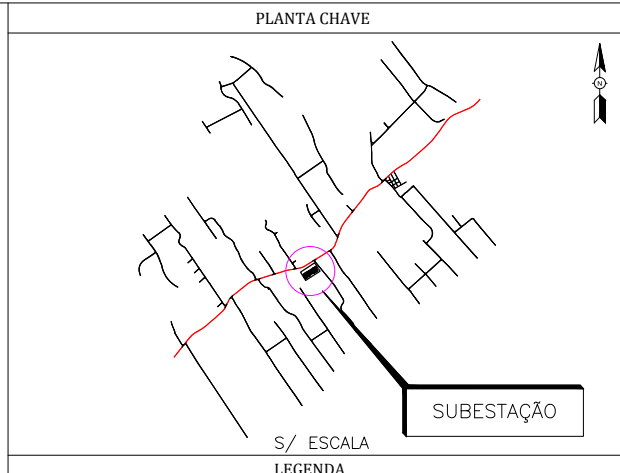
Resp. Técnico: Sérgio Augusto Costa
Eng. -CREA/SC 064999-1
Folha: 1/1



APÊNDICE 5 – SUBESTAÇÃO

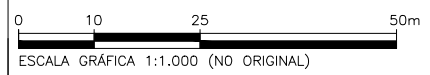


PLANTA - SE
ESC. 1:1000



NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.



0A	EMISSÃO INICIAL		SAC	JAN/17
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data



Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU
PROJETO BÁSICO

Título
SUBESTAÇÃO BOJURU 230/34,5 KV
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Projetista: EJR
Verificação: SMZ

Nº Documento: EOL101-BOJ-05-CVDE-022
Revisão: 01

Escala: 1:1000
Data: NOV/19

Resp. Técnico: Sérgio Costa
Eng. -CREA/SC 064999-1
Folha: 1/1

SUBESTAÇÃO	E (m)	N (m)
V-1	458.036,37	6.497.649,96
V-2	458.102,60	6.497.544,11
V-3	457.936,76	6.497.434,86
V-4	457.869,36	6.497.539,93

APÊNDICE 6 – Histórico das Revisões do Traçado da Linha de Transmissão

Durante o processo de desenvolvimento do projeto do Complexo Eólico Bojuru e do projeto preliminar da Linha de Transmissão Bojuru – Povo Novo foram realizadas algumas alterações no traçado da Linha. Inicialmente, o traçado foi desenhado a partir de imagens de satélite e informações públicas. Com o passar do tempo esse trajeto foi refinado considerando novas informações obtidas a partir de inspeções de campo, estudos e monitoramentos ambientais, além da interação com agentes, como a prefeitura de Rio Grande, por exemplo.

A seguir são descritas as alterações realizadas, com o objetivo de expor a evolução do traçado até a versão atual.

Para interligação do Complexo Eólico junto ao SIN (Sistema de Interligação Nacional) foram avaliadas algumas alternativas, conforme exposto no Capítulo 4 deste relatório. Dentre as opções avaliadas, foi escolhida a Subestação (SE) Povo Novo como alternativa principal e mais viável de ponto de conexão.

a) Revisão 0 - Emissão Inicial

- Conexão do Complexo Eólico Bojuru na Subestação Povo Novo

Conexão através de linha de transmissão 230 kV de uso restrito, com aproximadamente 135 km de linha aérea terrestre e um trecho de linha aquática na região do canal de Rio Grande, a depender da alternativa. A linha de transmissão partirá da Subestação Coletora Bojuru e se conectará à Subestação Povo Novo, no município gaúcho de Rio Grande, distrito de Povo Novo, atravessando o canal de Rio Grande, em trecho paralelo a travessia já existente, pertencente da CEEE (Comissão, Estadual de Energia Elétrica). As possibilidades para o trajeto orientativo específico dessa alternativa encontram-se na Figura A.1.

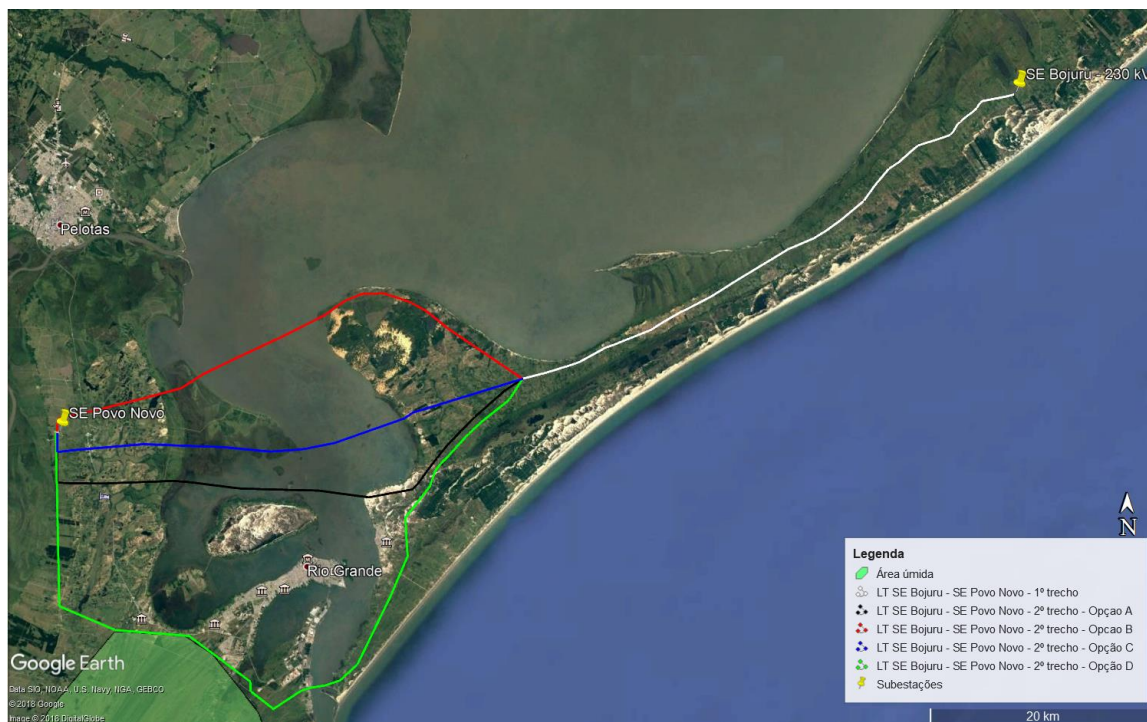


Figura A.1 - Opções de Traçados para conectar a SE Bojuru à SE Povo Novo (2013/2014)

Foram mapeadas 4 (quatro) possibilidades de trajeto para o trecho subaquático da linha, conforme apresentado na Figura A.1, cada opção destacada com as cores vermelha, azul, preta e verde.

O comprimento estimado da parte subaquática de cada um dos trajetos é:

- ❖ Trajeto em vermelho: 12 km;
- ❖ Trajeto em azul: 10 km;
- ❖ Trajeto em preto: 16 km;
- ❖ Trajeto em verde: 1,5 km.

É oportuno frisar que nas 4 (quatro) opções levantadas foi descartada a possibilidade aérea para o trecho da travessia do canal/Laguna dos Patos, visto que tanto o órgão ambiental estadual (para os trajetos vermelho, azul e preto) quanto o Porto de Rio Grande (trajeto verde) rejeitam a possibilidade deste trecho de linha ser aéreo.

Dentre as alternativas apresentadas, o que se mostrou mais viável economicamente foi o trajeto na cor verde, pois é o que tem a menor extensão subaquática, uma vez que este tipo de linha é excessivamente mais onerosa quando comparada à linha aérea.

Ainda, no início do processo de avaliação da conexão do empreendimento (2013), foram descartadas as opções em vermelho, azul e preto, pois soube-se que as áreas cortadas são de alta sensibilidade ambiental, em especial as Ilhas da Torotama e do Marinheiro (Figura A. 2).

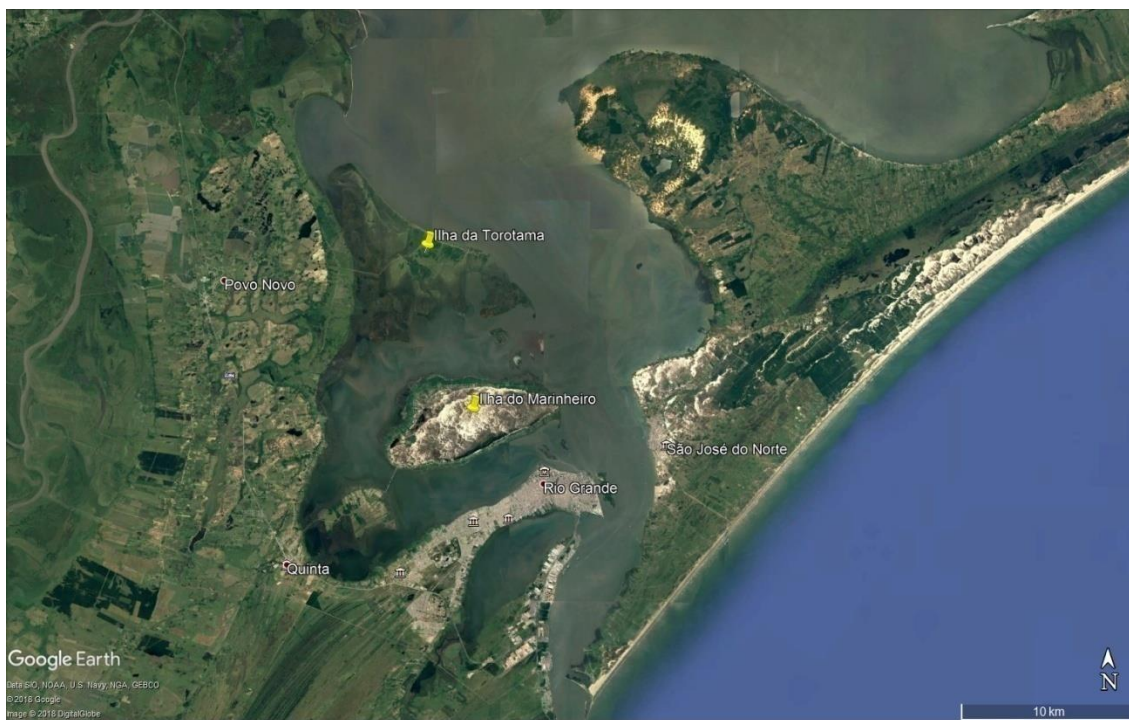


Figura A. 2 - Localização das Ilhas do Torotama e do Marinheiro

O trajeto subaquático na cor verde fica situado próximo da saída do canal de Rio Grande ao mar aberto, paralelamente ao local onde a CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica implantou uma linha de distribuição para interligar os municípios de São José do Norte e de Rio Grande. Ressalta-se que essa linha de distribuição subaquática foi instalada em substituição a uma linha aérea de grande porte existente no local. A mudança se deu em função de tratativas com o Porto da região de Rio Grande. As razões dessa alteração podem ser confirmadas nesta notícia do site do Porto de Rio Grande, apresentada no Anexo C.

Sendo assim, determinou-se que a Linha de Transmissão Bojuru – Povo Novo seguiria a concepção do traçado em verde. A partir disto e das informações disponíveis na época (2013/2014), elaborou-se um trajeto que evitasse ao máximo as áreas sensíveis ambiental e também as áreas mais urbanizadas. Este trajeto pode ser visto em branco na figura abaixo.

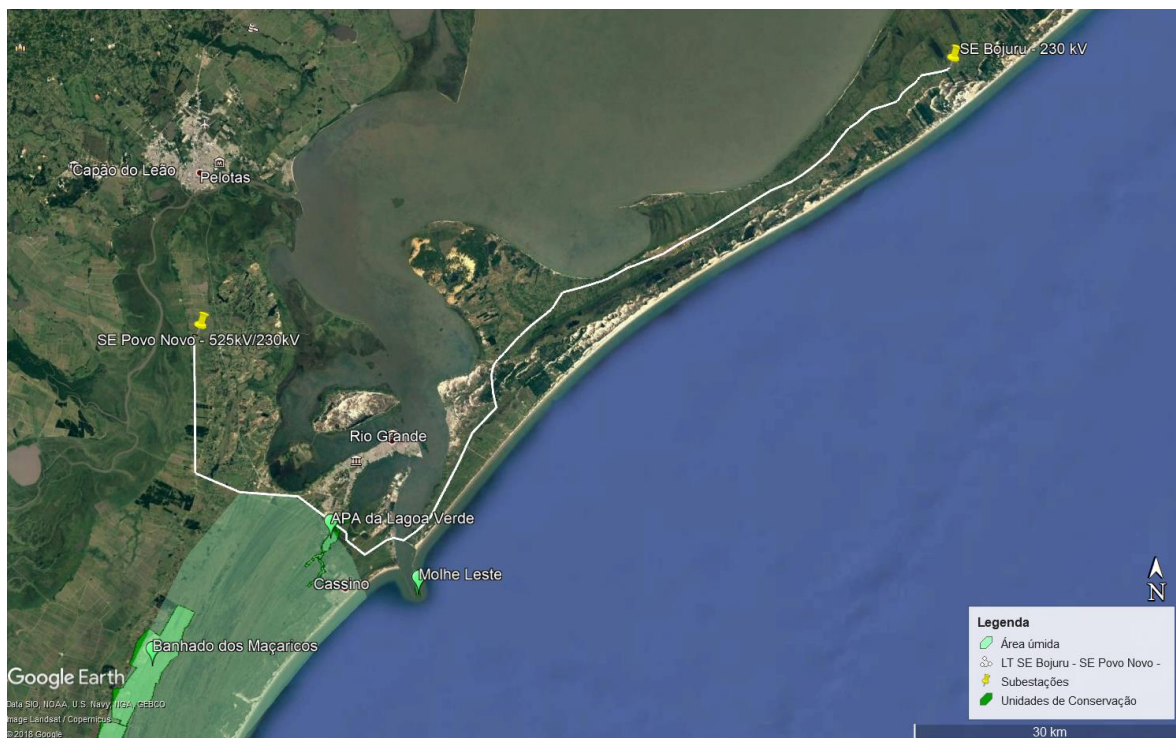


Figura A.3 - Traçado Inicial da LT Bojuru – Povo Novo

Este traçado foi elaborado antes da criação da Reserva Biológica Estadual Banhado do Maçarico, que aconteceu em Dezembro de 2014, e a informação que se tinha é que toda a área em verde (no canto inferior esquerdo Figura A.3) era uma área ambientalmente sensível. Sendo assim, tentou-se desviar dessa área ao máximo, bem como da área urbana da cidade de Rio Grande e da vila da Quinta, resultando no trajeto mostrado. Este traçado foi criado para ser a referência para os estudos posteriores, para as inspeções de campo e estudos ambientais.

b) Revisão 1

Utilizando o traçado da revisão 0 como base, foi feita uma visita a campo em Janeiro de 2017 para verificação de alguns pontos do traçado. Juntamente com a equipe do IBAMA, percorreu-se a grande parte do trajeto planejado da Linha de Transmissão. Também nesta ocasião, foram identificados e vistoriados os pontos de transição (aérea-subaquática) da Linha de Distribuição da CEEE no canal do Rio Grande. Foram identificados pontos de eventuais conflitos para a passagem da Linha de Transmissão, como a área do Presídio, e foram recebidas sugestões dos técnicos do IBAMA.

Na Figura abaixo pode-se ver a localização dos pontos de Transição da rede aérea para a rede subterrânea/subaquática, dos dois lados do canal. Também é possível ver a localização do ponto em que os cabos partem do solo para o canal no lado esquerdo da margem.

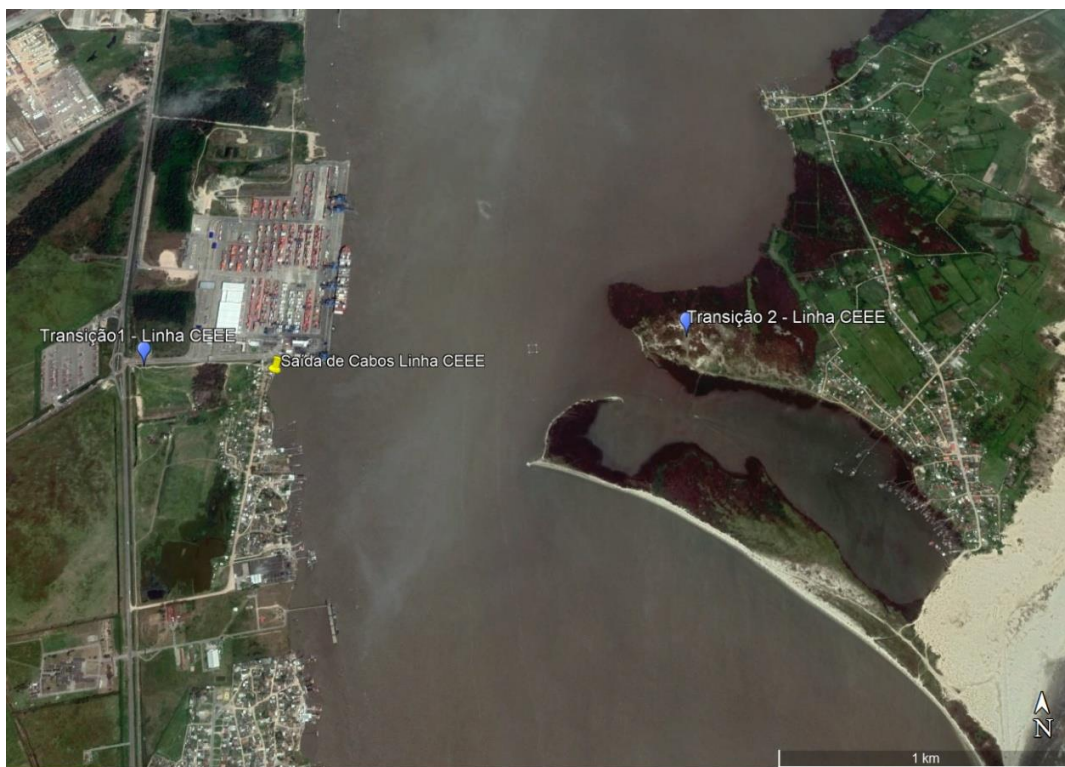


Figura A.4 - Localização dos pontos de Transição dos cabos subterrâneos para aéreos da Linha de Distribuição da CEEE e do ponto de saída dos cabos do solo para o canal



Figura A.5 - Estrutura de Transição existente (Área-Subterrânea) da Linha de Distribuição CEEE em Rio Grande – Margem Esquerda



Figura A.6 - Ponto em que os Cabos da Linha da CEEE passam de subterrâneos para subaquáticos, na margem esquerda do canal de Rio Grande



Figura A.7 - Estrutura de Transição existente (Subterrânea-Aérea) da Linha de Distribuição CEEE em São José do Norte – Margem direita

Com as informações obtidas na visita, e com a utilização de imagens de satélite atualizadas, o traçado da Linha de Transmissão Bojuru-Povo Novo sofreu alterações, resultando no traçado mostrado na Figura A.9.

Para esta atualização foram consideradas, além das informações da revisão 0, a posição da Linha da CEEE no canal do Rio Grande; as linhas de transmissão existentes na região, mostradas no item 5.1 deste relatório; e a posição do Presídio de Rio Grande. Ainda, observando as imagens atualizadas de satélite, percebeu-se que o trajeto da Linha Bojuru – Povo Novo estava passando sobre de algumas edificações ao longo do trajeto. Então o traçado foi novamente modificado para que mantivesse a maior distância possível das edificações existentes.



Figura A.8 - Localização de Pontos na Cidade de Rio Grande Verificados na Inspeção de Janeiro/2017

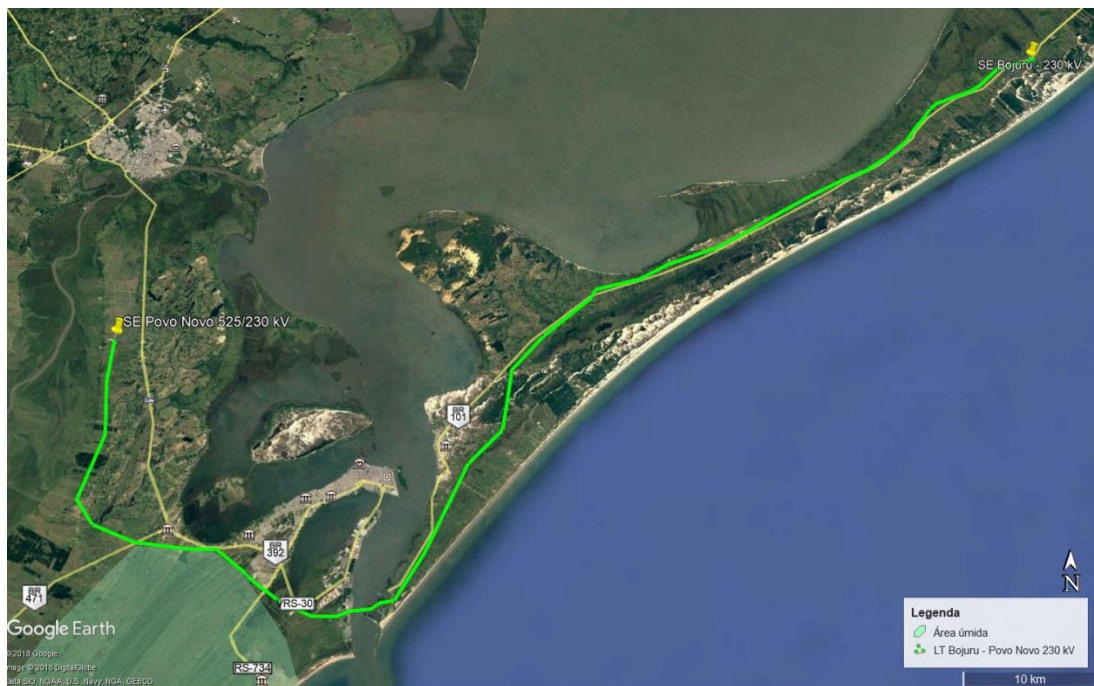


Figura A.9 - Traçado Resultante da Linha de Transmissão Bojuru – Povo Novo, após a Revisão 1

c) Revisão 2

A motivação da elaboração da Revisão 2 foi o atendimento às seguintes solicitações:

1. Apontamentos realizados pelo Arquiteto e Urbanista Joziel Bonato da Secretaria Municipal de Coordenação e Planejamento da Prefeitura Municipal do Rio Grande – RS, via e-mail do dia 31 de agosto de 2018 às 14h56min em resposta ao pedido de viabilidade sob o número de ordem PD 26.628/18. O e-mail pode ser encontrado no Anexo D;
2. Nova revisão do mapa de Sensibilidade Ambiental de outubro de 2018 (versões 1.16.10.18, 17:26 e 1.10.10.18, 14:56) elaborado pela empresa Bioimagens, considerando os resultados das campanhas de fauna realizadas no trajeto da Linha de Transmissão, durante 1 (Agosto de 2017 a Agosto de 2018);
3. Mapa de Uso do Solo realizado pela Bioimagens para o trajeto da Versão anterior da Linha de Transmissão Bojuru – Povo Novo;
4. Atualização das delimitações das unidades de conservação ambiental e respectivas áreas de amortecimento da região.

A figura abaixo mostra o posicionamento relativo das Unidades de Conservação, suas respectivas zonas de amortecimento, e da Linha de Transmissão Bojuru - Povo Novo (em azul). É possível perceber que não é viável desviar da APA da Lagoa Verde.

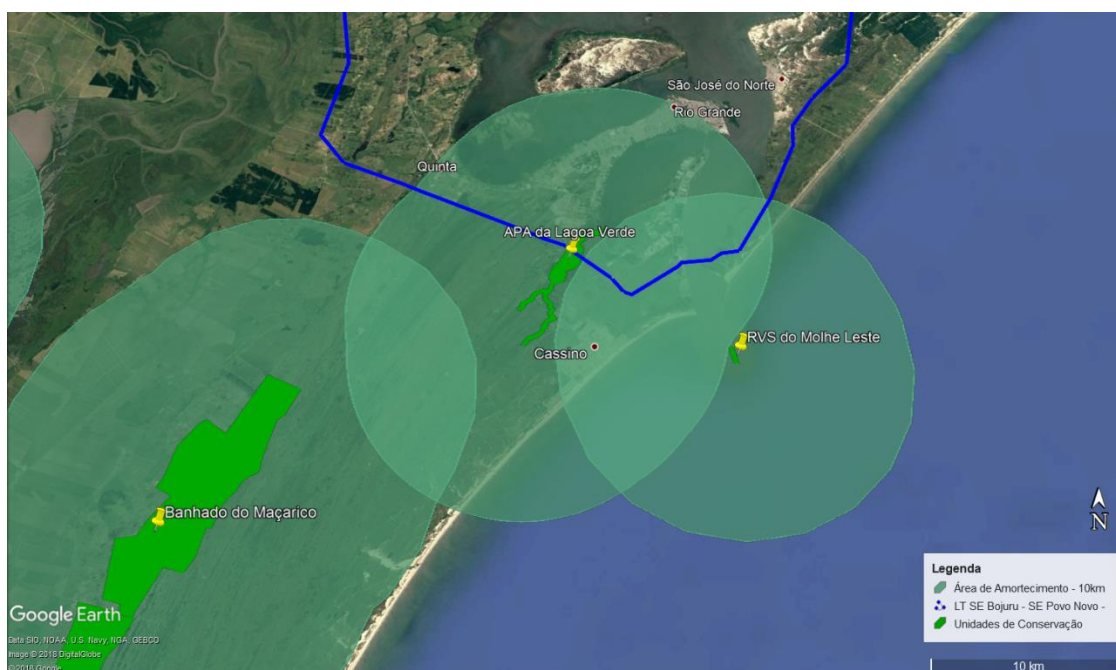


Figura A.10 - Posição das Unidades de Conservação

O traçado resultante das novas alterações pode ser visto abaixo, que é o mesmo traçado descrito detalhadamente no Item 3.7 deste relatório.



COMPLEXO DE GERAÇÃO
EÓLICA BOJURU

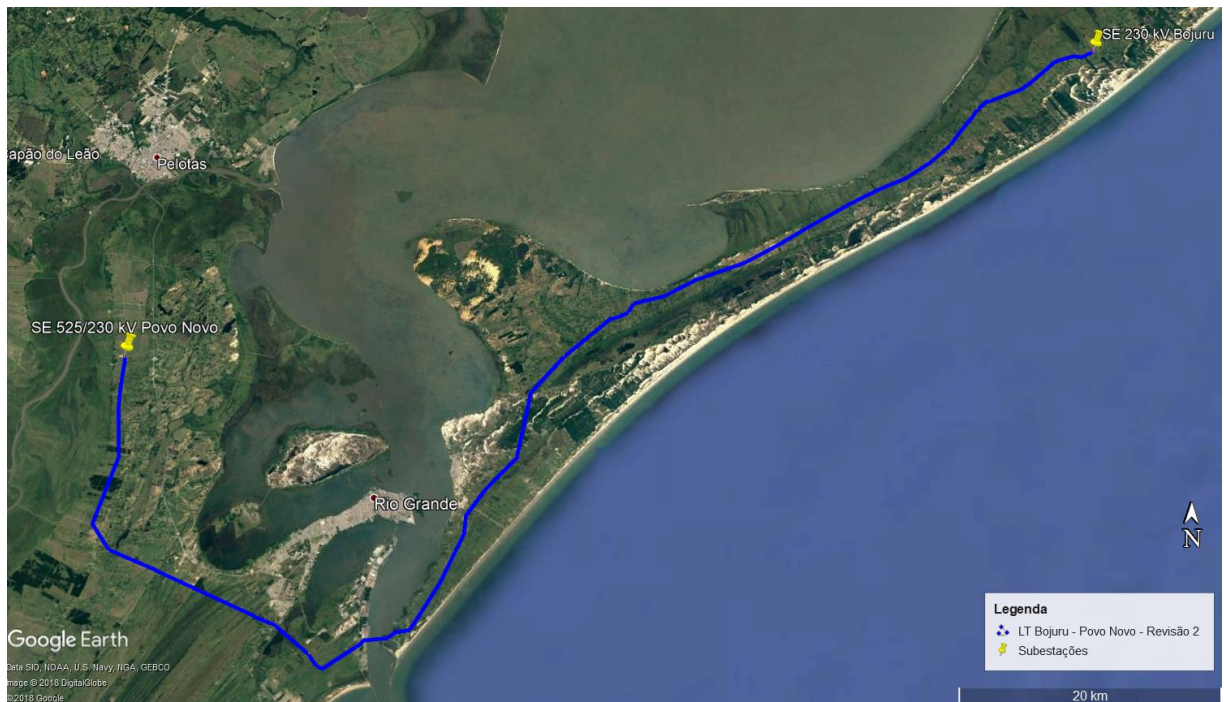


Figura A.11 - Traçado da Linha de Transmissão Bojuru – Povo Novo – Revisão 2

Na figura seguinte é possível ver uma comparação entre os três traçados da Linha de Transmissão Bojuru-Povo Novo. Em branco está a revisão 0, em verde a revisão 1 e em azul a revisão 2, que é a última versão.

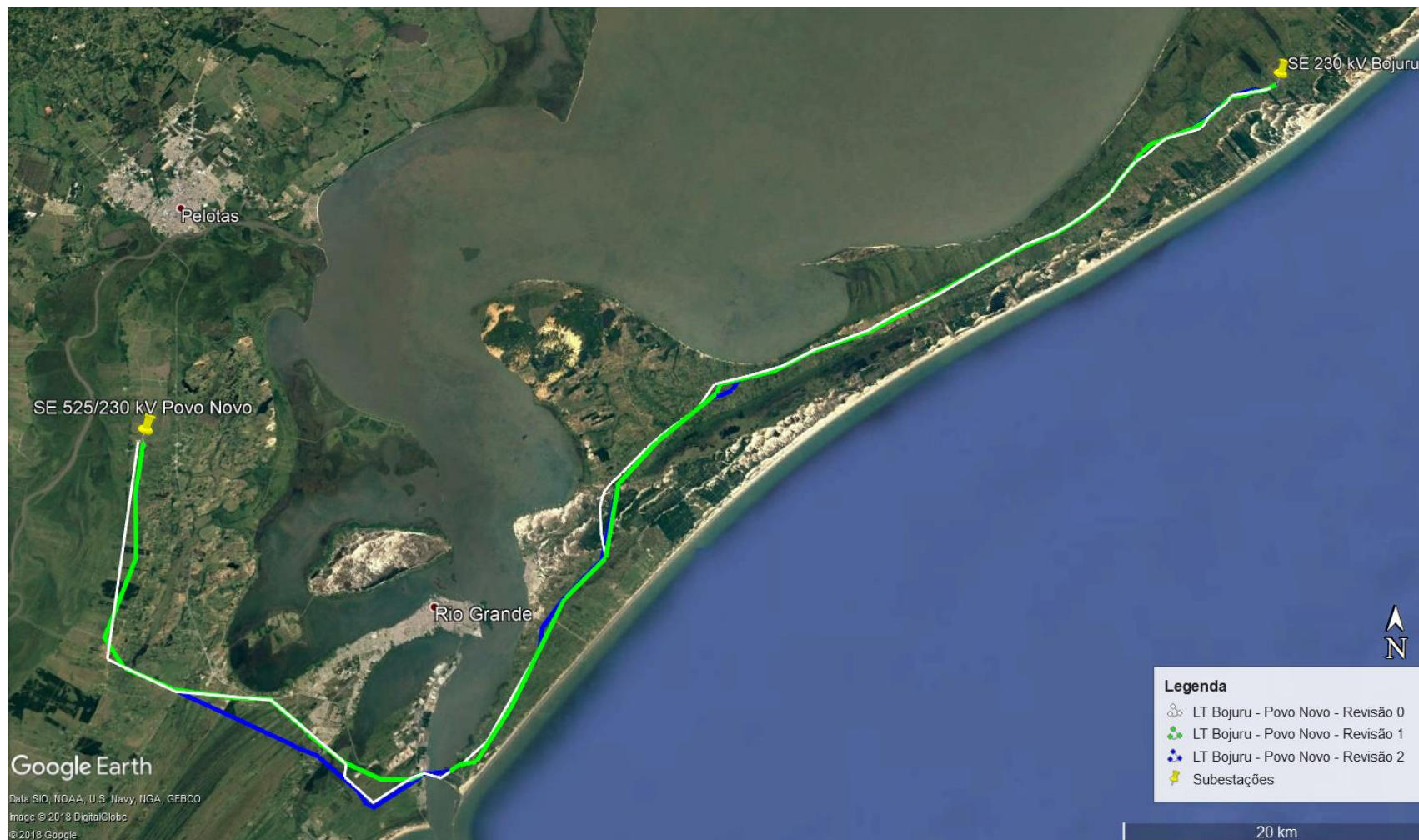
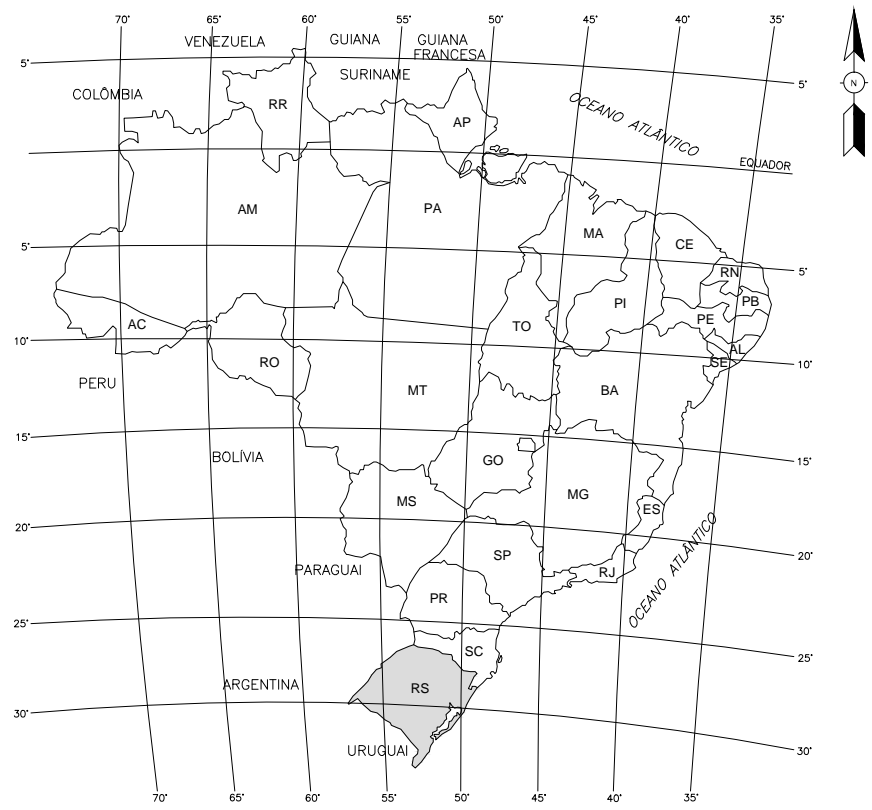


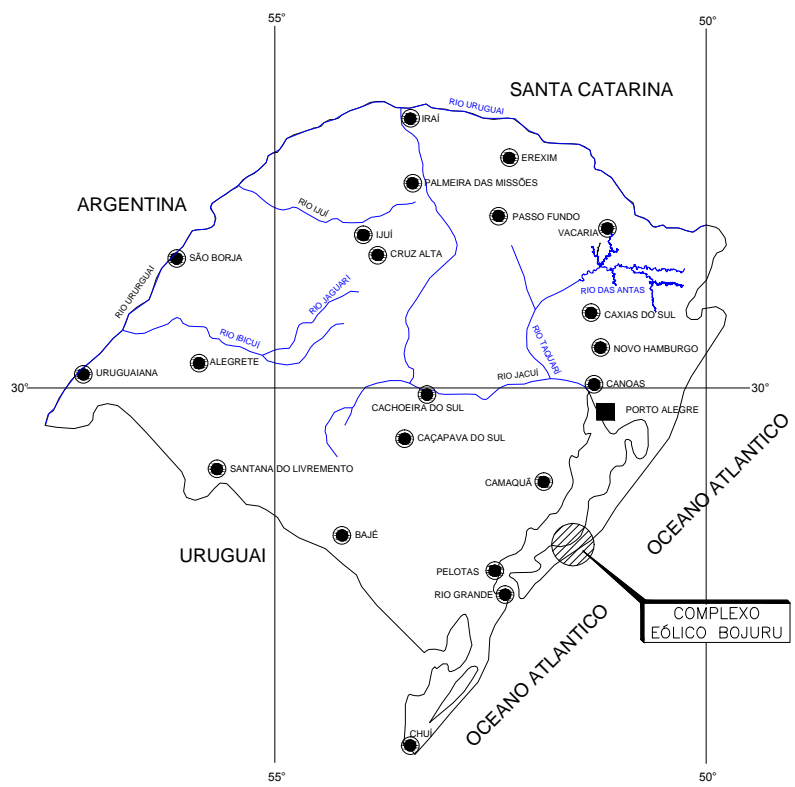
Figura A.12 - Comparação das Diferentes Revisões do Traçado da LT 230kV Bojuru – Povo Novo



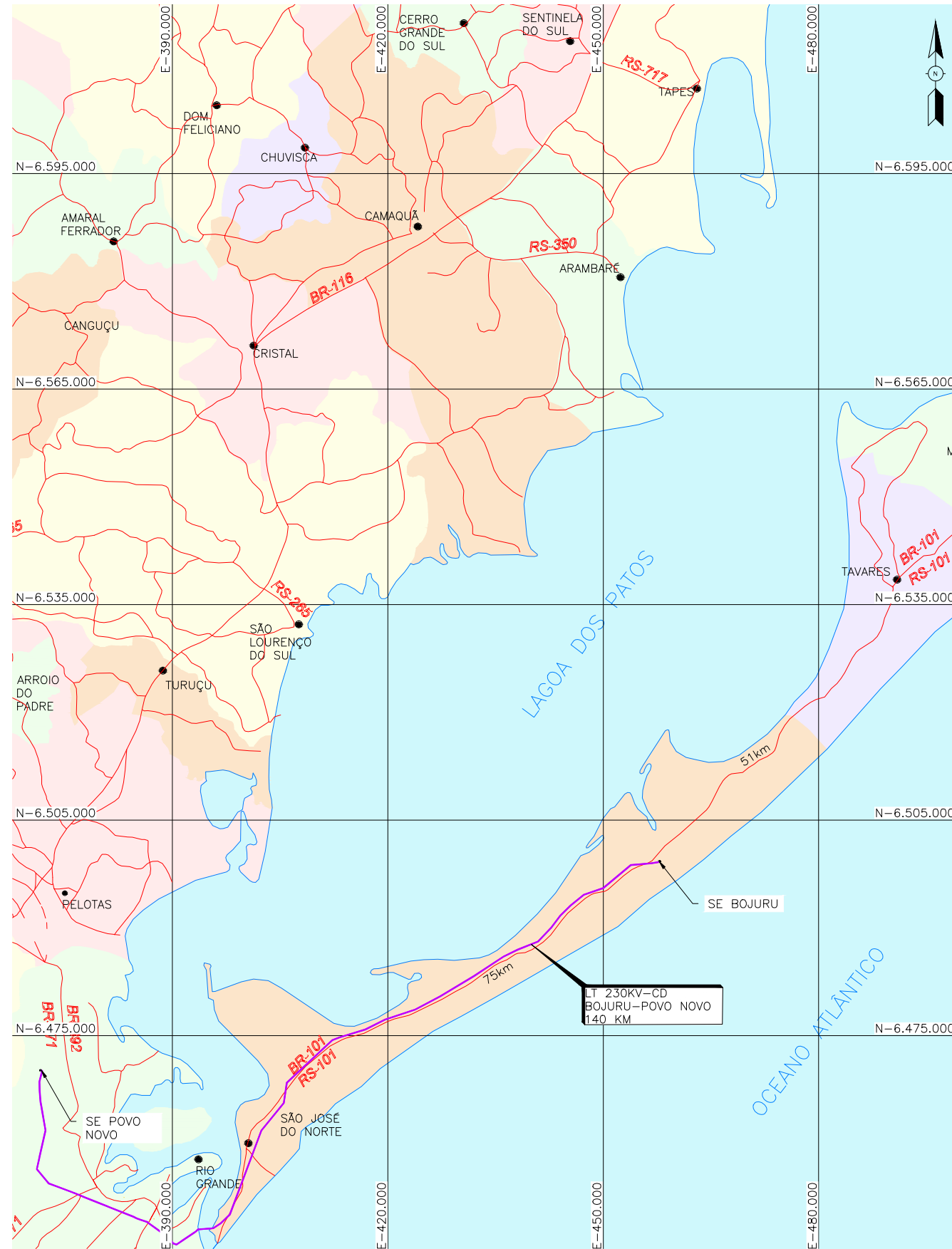
APÊNDICE 7 - LINHA DE TRANSMISSÃO 230 KV SE BOJURU – SE POVO NOVO - MAPA DE LOCALIZAÇÃO



MAPA DO BRASIL S/ESC.



MAPA DO RIO GRANDE DO SUL S/ESC.



PLANTA – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS ESC. 1:750.000

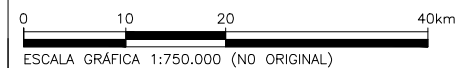
PLANTA CHAVE

LEGENDA

- CIDADES
- LOCALIDADES
- RIOS E AFLUENTES
- ESTRADAS/CAMINHOS
- RODOVIAS
- DISTÂNCIA ENTRE PONTOS
- LT 230 KV – BOJURU/POVO NOVO

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.



1	REVISÃO GERAL	SMZ	POC	JUNHO/18
0	EMIÇÃO INICIAL	SMZ	POC	ABRIL/18
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data



Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU ANTEPROJETO

Título
MAPA DE LOCALIZAÇÃO LT 230 KV BOJURU - POVO NOVO ESTUDO DO TRAÇADO

Projetista: EJR Verificação: SMZ

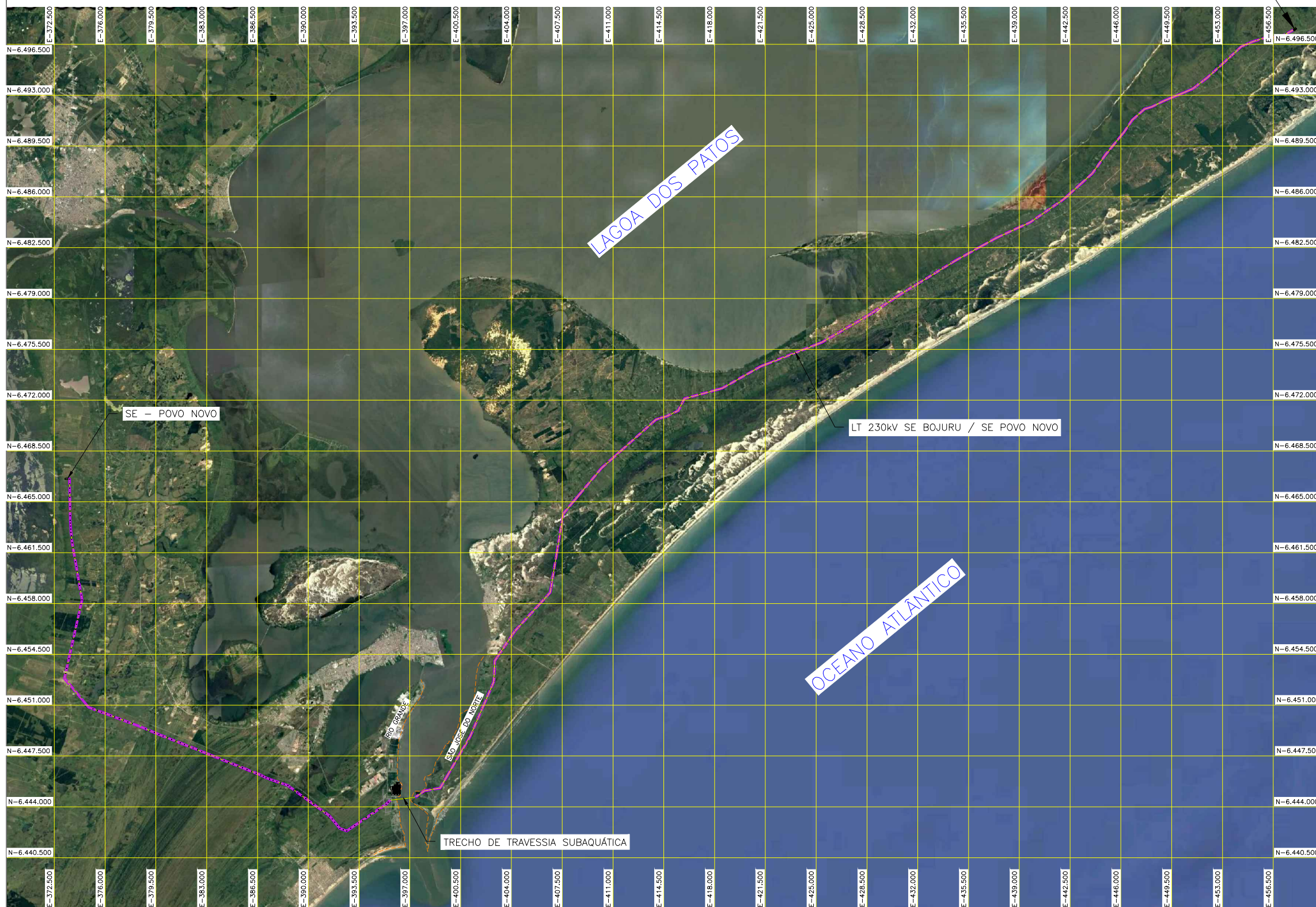
Nº Documento: EOL111-BOJ-05-ELDE-009 Revisão: 01

Escala: 1:750.000 Data: NOV/19

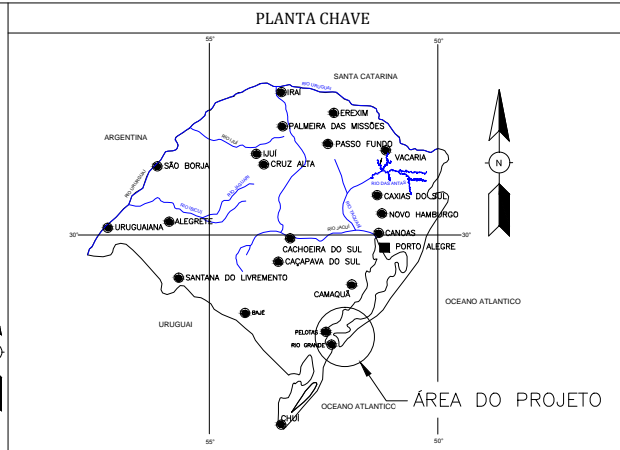
Resp. Técnico: Stela Maris Zanchettin Eng. -CREA/SC 124305-0 Folha: 1/1



**APÊNDICE 8 - LINHA DE TRANSMISSÃO 230 KV SE BOJURU – SE POVO NOVO - PLANTA DO
TRAÇADO**



PLANTA GERAL
ESC. 1:300.000

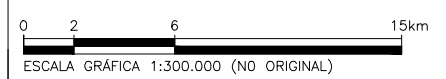


LEGENDA

- ESTRUTURAS METÁLICAS (E000)
- LT 230 kV BOJURU - POVO NOVO
- FAIXA DE SERVIÇÃO

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
2-PARA MEMORIAL DESCRITIVO DO TRAÇADO VER, EOL111-BOJ-05-GRMD-003.



1	REVISÃO GERAL	SMZ	POC	NOV/19
0	EMIÇÃO INICIAL	SMZ	POC	MAIO/18
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data



Projeto
COMPLEXO DE GERAÇÃO EÓLICA BOJURU ANTEPROJETO

Título
TRAÇADO PRELIMINAR LT 230 kV BOJURU - POVO NOVO ESTUDO DO TRAÇADO

Projetista	EJR	Verificação	SMZ
------------	-----	-------------	-----

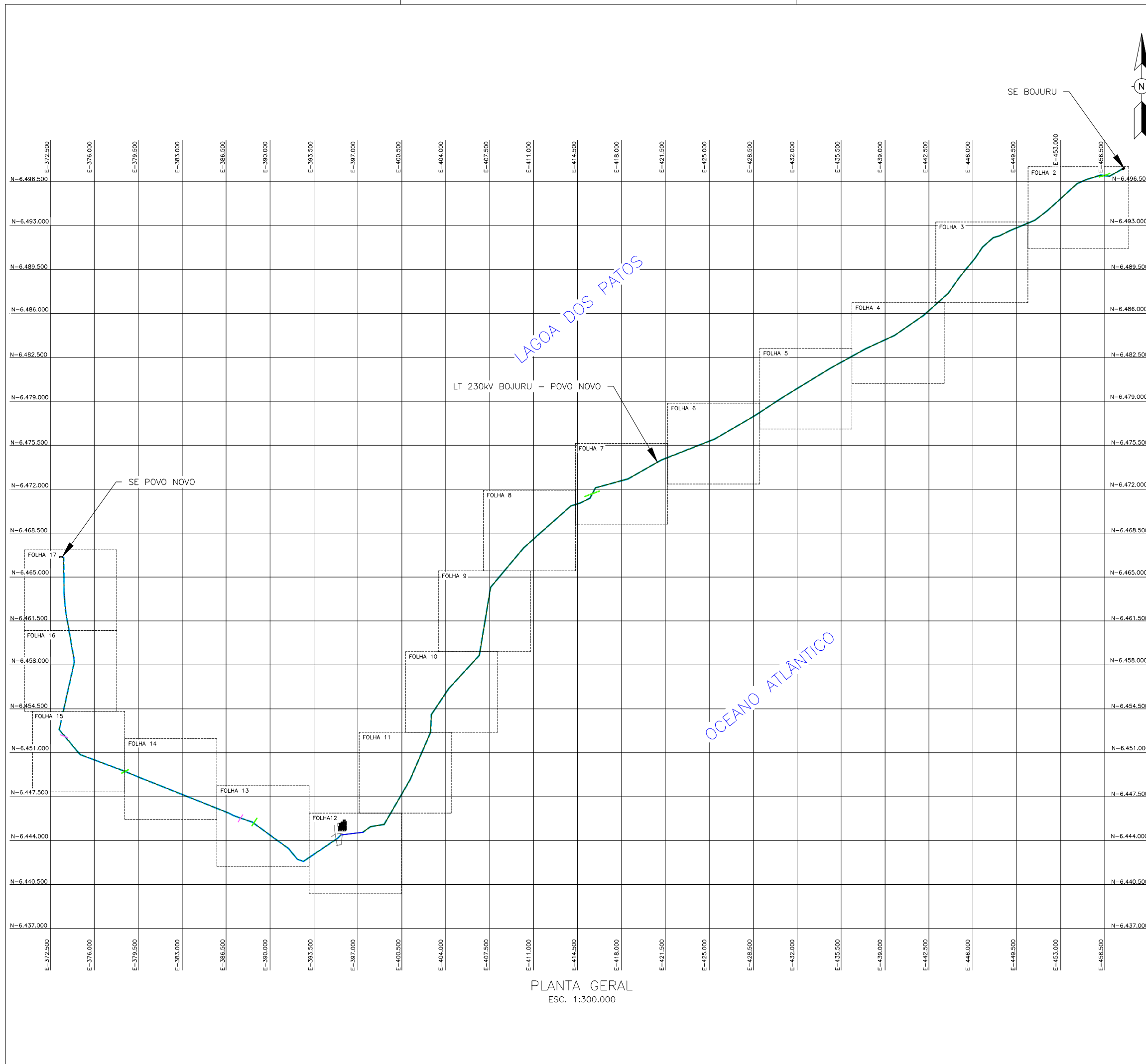
Nº Documento	EOL111-BOJ-05-ELDE-010	Revisão	01
--------------	------------------------	---------	----

Escala	1:300.000	Data	NOV/19
--------	-----------	------	--------

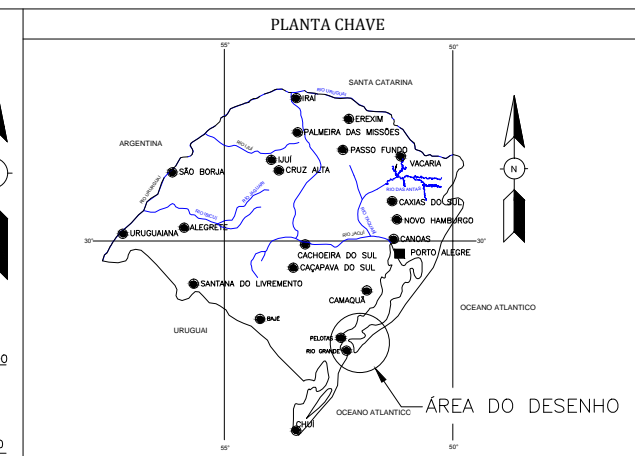
Resp. Técnico	Stela Maris Zanchettin Eng. -CREA/SC 124305-0	Folha	1/1
---------------	--	-------	-----



**APÊNDICE 9 - LINHA DE TRANSMISSÃO 230 kV SE BOJURU – SE POVO NOVO – TRAÇADO
PRELIMINAR**



PLANTA GERAL
ESC. 1:300.000

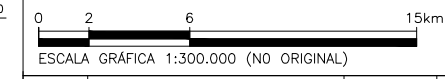


LEGENDA

- ESTRUTURAS METÁLICAS (E000)
- LT 230 kV BOJURU - POVO NOVO
- TRAVESSIAS DE LT EXISTENTES
- TRAVESSIAS DE RODOVIAS
- FAIXA DE SERVIÇÃO

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.
2-PARA MEMORIAL DESCRITIVO DO TRAÇADO VER, EOL111-BOJ-05-GRMD-003.



Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data
1	REVISÃO GERAL	SMZ	POC	NOV/19
0	EMISSÃO INICIAL	SMZ	POC	MAR/18



Projeto
COMPLEXO DE GERAÇÃO EÓLICA BOJURU ANTEPROJETO

Título
ESTUDO DO TRAÇADO LT 230 kV BOJURU - POVO NOVO PLANTA

Projetista	EAJ	Verificação	SMZ
------------	-----	-------------	-----

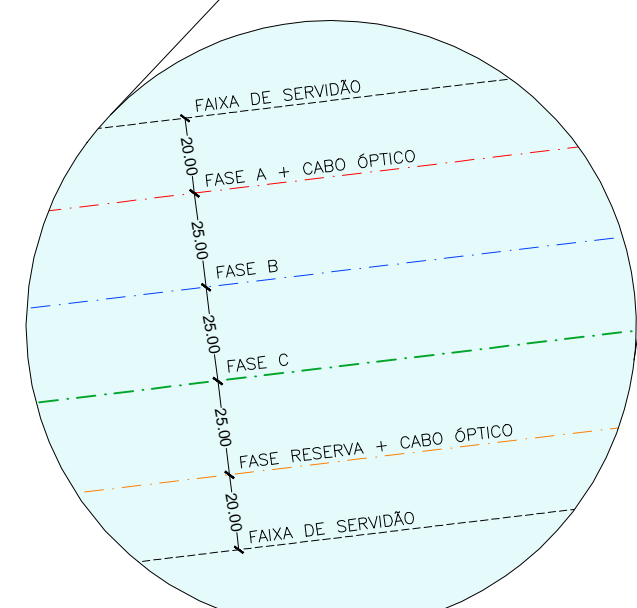
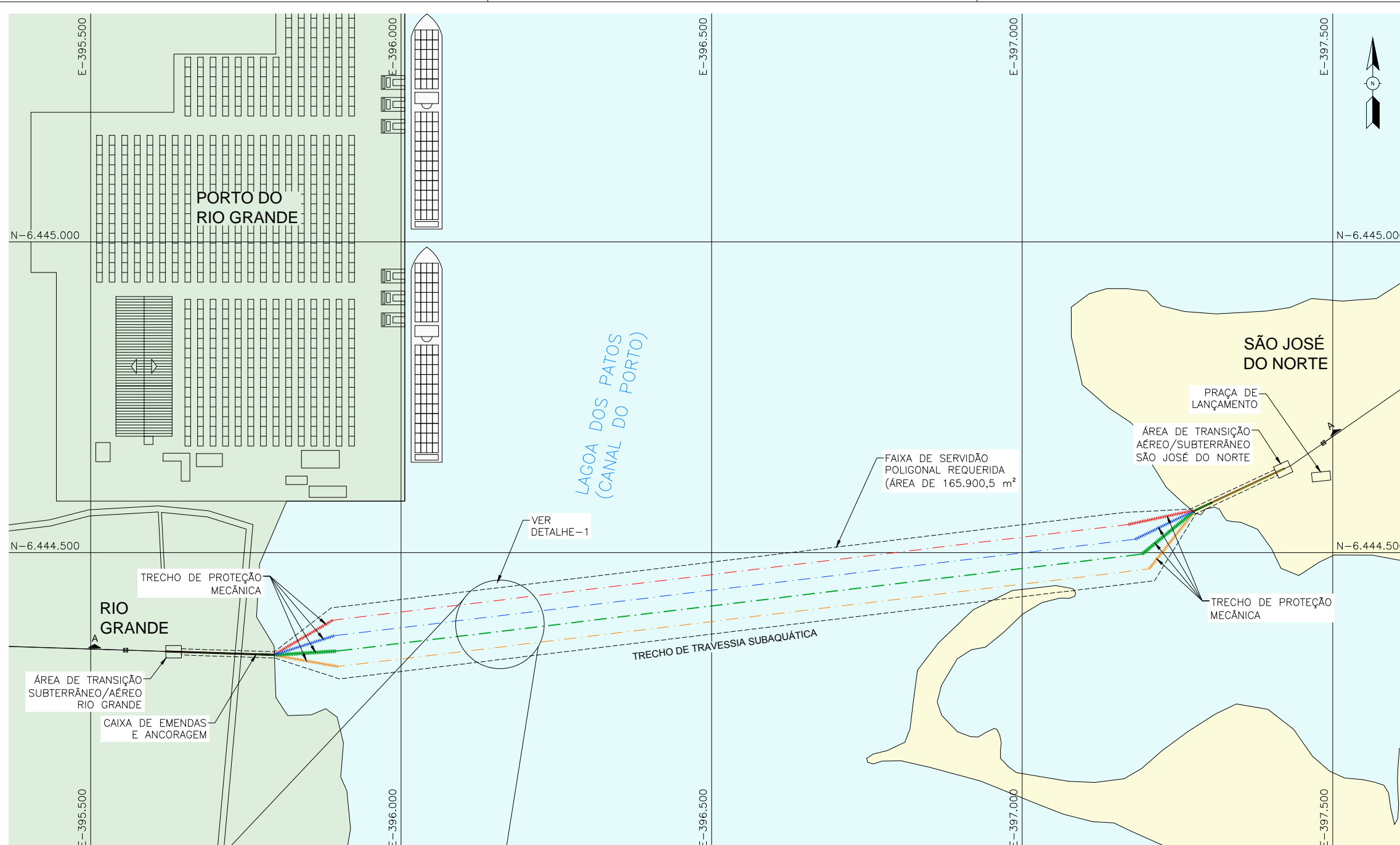
Nº Documento	EOL111-BOJ-05-ELDE-001	Revisão	01
--------------	------------------------	---------	----

Escala	1:300.000	Data	NOV/19
--------	-----------	------	--------

Resp. Técnico	Stela Maris Zanchettin Eng. -CREA/SC 124305-0	Folha	1/17
---------------	--	-------	------

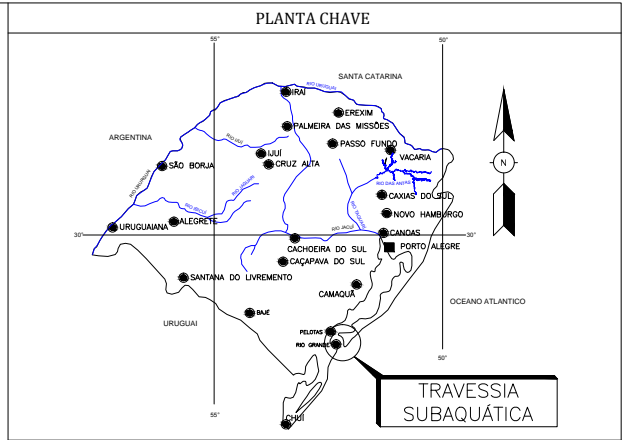


APÊNDICE 10 - DETALHAMENTO DO TRECHO SUBAQUÁTICO - PLANTA



PLANTA - TRECHO SUBAQUÁTICO
ESC. 1:7.500

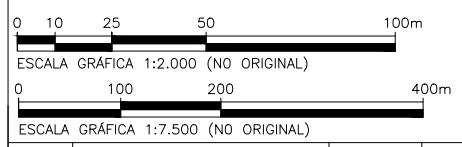
DETALHE - 1
ESC. 1:2.000



LEGENDA

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.



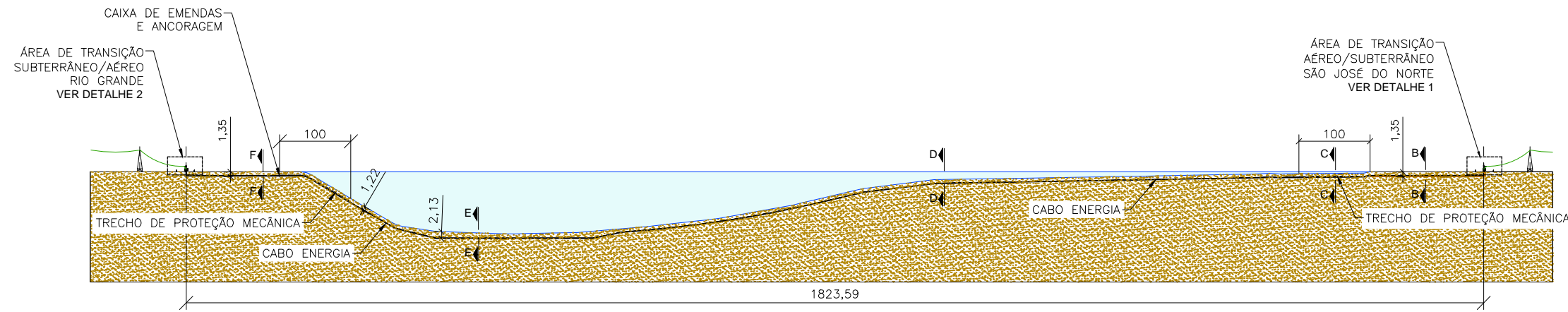
Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data
1	REVISÃO GERAL	JPC	SMZ	NOV/19
0	EMIÇÃO INICIAL	JPC	SMZ	MAI/18



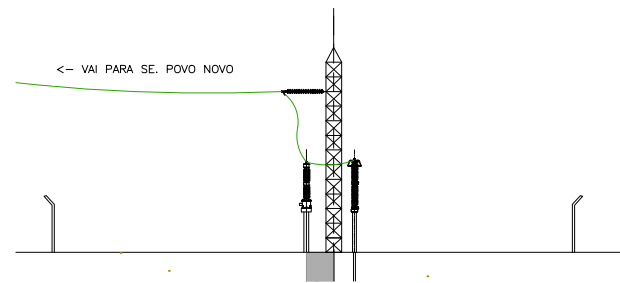
Projeto				
COMPLEXO DE GERAÇÃO EÓLICA PROJETO BÁSICO				
Título				
DETALHAMENTO DO TRECHO SUBMARINO LT 230 kV BOJURU - POVO NOVO ESTUDO DO TRAÇADO - PLANTA				
Projetista		Verificação		
EAJ		SMZ		
Nº Documento				Revisão
EOL111-BOJ-05-ELDE-012				0
Escala		Data		
INDICADA		NOV/19		
Resp. Técnico				Folha
Stela Maris Zanchettin Eng. -CREA/SC 124305-0				1/1



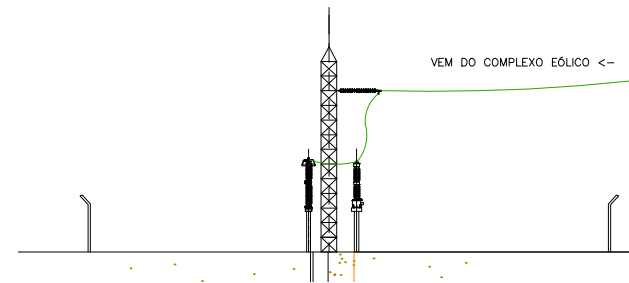
APÊNDICE 11 - DETALHAMENTO DO TRECHO SUBAQUÁTICO - CORTES E SEÇÕES



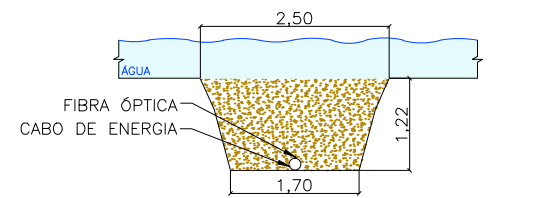
TRECHO SUBAQUÁTICO SEÇÃO A-A (ref. EOL111-BOJ-05-ELDE-012)
ESC. 1:1.000



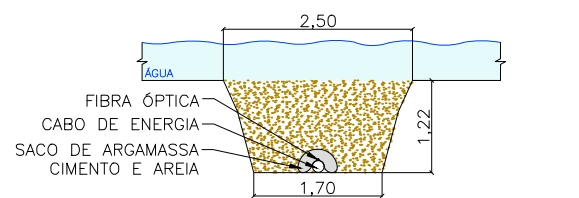
DETALHE 2 - TRANSIÇÃO
LADO RIO GRANDE
S/ESC.



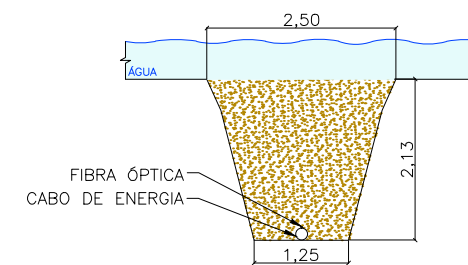
DETALHE 1 - TRANSIÇÃO
LADO SÃO JOSÉ DO NORTE
S/ESC.



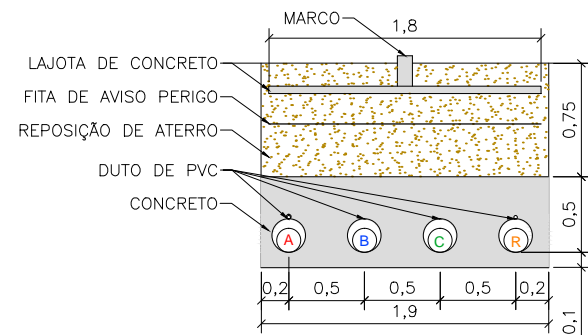
SEÇÃO D-D
(TRECHO SEM PROTEÇÃO MECÂNICA)
ESC. 1:100



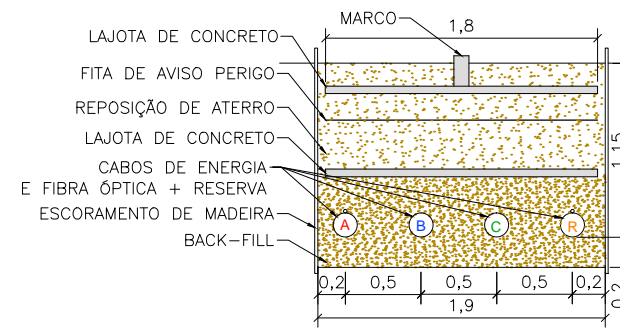
SEÇÃO C-C
(TRECHO COM PROTEÇÃO MECÂNICA)
ESC. 1:100



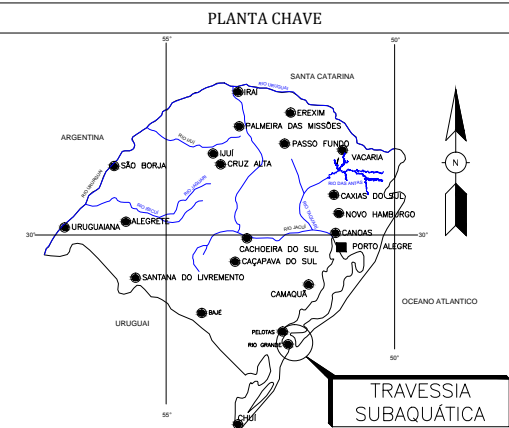
SEÇÃO E-E
(TRECHO DO CANAL)
ESC. 1:100



SEÇÃO F-F
(VALA SUBTERRÂNEA TÍPICA)
LADO RIO GRANDE
ESC. 1:50



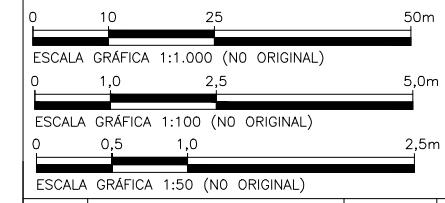
SEÇÃO B-B
(VALA SUBTERRÂNEA TÍPICA)
LADO SÃO JOSÉ DO NORTE
ESC. 1:50



LEGENDA

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.



Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data
1	REVISÃO GERAL	JPC	SMZ	NOV/19
0	EMIÇÃO INICIAL	JPC	SMZ	MAI/18



Projeto
COMPLEXO DE GERAÇÃO EÓLICA ANTEPROJETO

Título
DETALHAMENTO DO TRECHO SUBMARINO LT 230 kV BOJURU - POVO NOVO ESTUDO DO TRAÇADO - SEÇÕES

Projetista: EAJ
Verificação: SMZ

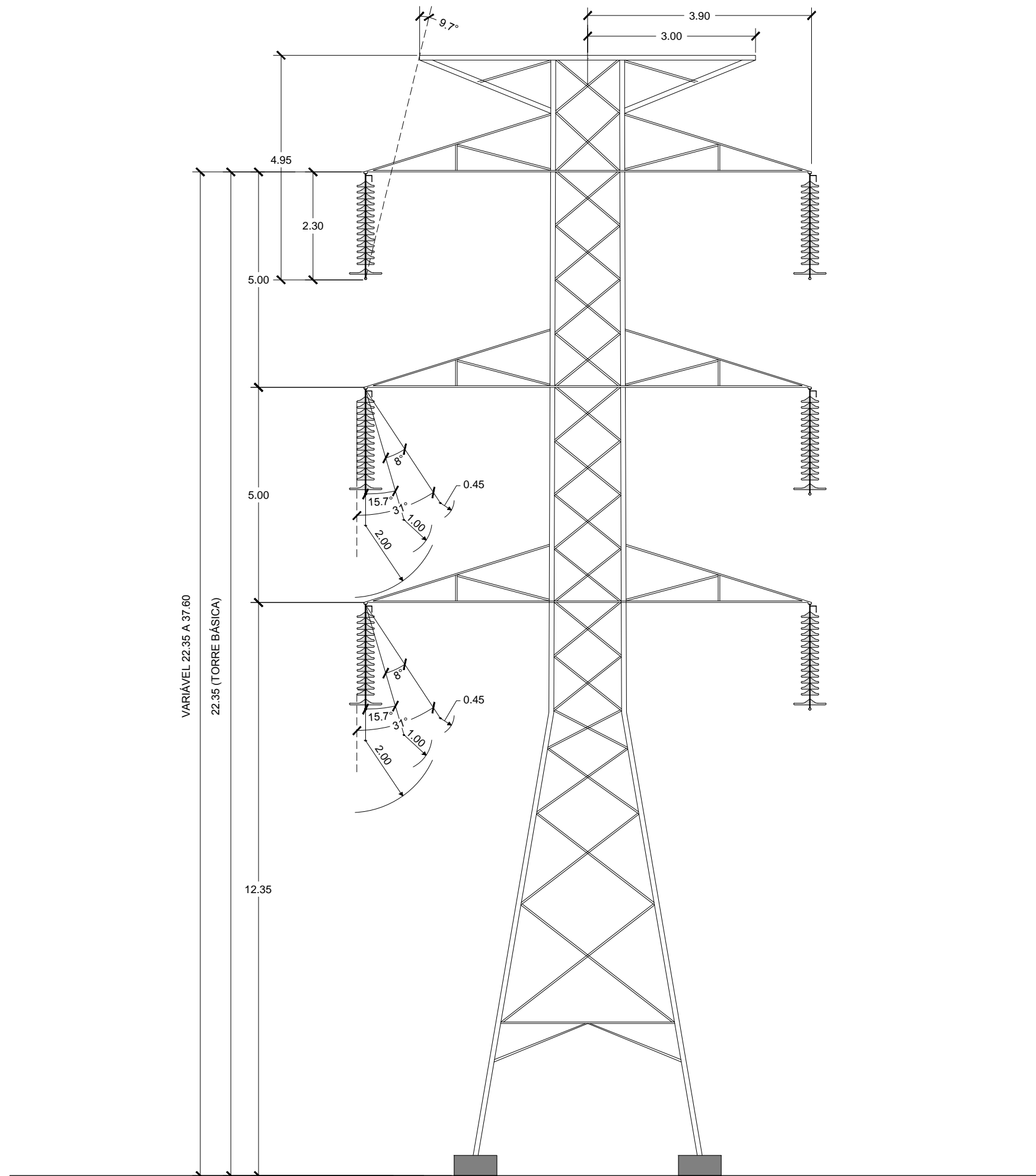
Nº Documento: EOL111-BOJ-05-ELDE-013
Revisão: 01

Escala: INDICADA
Data: NOV/19

Resp. Técnico: Stela Maris Zanchettin
Eng. -CREA/SC 124305-0
Folha: 1/1



APÊNDICE 12 - LINHA DE TRANSMISSÃO 230 KV SE BOJURU – SE POVO NOVO - TORRE TÍPICA



VISTA – TORRE METÁLICA
S/ESC.

PLANTA CHAVE

LEGENDA

NOTAS

1-DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO.

Nº	Revisão	Verif	Aprov	Data
1	REVISÃO GERAL	JPC	SMZ	NOV/19
0	EMIÇÃO INICIAL	JPC	SMZ	ABR/18



Projeto
COMPLEXO EÓLICO BOJURU
ANTEPROJETO

Título
TORRE TÍPICA
LT 230 kV BOJURU - POVO NOVO
ESTUDO DO TRAÇADO

Projetista: EAJ Verificação: SMZ

Nº Documento: EOL111-BOJ-05-ELDE-011 Revisão: 01

Escala: - Data: NOV/19

Resp. Técnico: Stela Maris Zanchettin
Eng. -CREA/SC 124305-0 Folha: 1/1



ANEXOS

ANEXO A – ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA PARQUE EÓLICO

ANEXO B – ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA LINHA DE TRANSMISSÃO

ANEXO C – NOTÍCIA DO SITE DO PORTO DE RIO GRANDE

ANEXO D – E-MAIL COM SOLICITAÇÕES DA PREFEITURA DE RIO GRANDE



ANEXO A - ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA PARQUE EÓLICO



1. Responsável Técnico

SERGIO AUGUSTO COSTA

Título Profissional: Engenheiro Mecânico

RNP: 2502664896
 Registro: 064999-1-SC

Empresa Contratada: VILCO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

Registro: 107034-0-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: COMPLEXO DE GERACAO EOLICA BOJURU LTDA
 Endereço: RUA VERA LINHARES DE ANDRADE
 Complemento:
 Cidade: FLORIANOPOLIS
 Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 600.000,00

CPF/CNPJ: 14.763.333/0001-87
 Nº: 2845
 Bairro: ITACORUBI
 UF: SC
 CEP: 88034-700

Ação Institucional:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: COMPLEXO DE GERACAO EOLICA BOJURU LTDA
 Endereço: BR 101, km 340
 Complemento:
 Cidade: SAO JOSE DO NORTE
 Data de Início: 01/04/2012

CPF/CNPJ: 14.763.333/0001-87
 Nº: S/N
 Bairro: Área rural Bojuru
 UF: RS
 CEP: 96225-000

Data de Término: 01/02/2018

Coordenadas Geográficas: -31.645013 -51.435972

4. Atividade Técnica

Projeto	Estudo	Estudo de Viabilid. Téc.	Dimensionamento
Geração eólica de energia elétrica			
	Dimensão do Trabalho:	462.00	Megawatt(s)

5. Observações

Elaboração de Projeto Básico do Complexo Eólico BOJURU com uma capacidade instalada de 462 MW, a ser implantado em São José do Norte-RS.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

SENGE/SC - 13

8. Informações

- A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
- Situação do pagamento da taxa da ART em 11/09/2017:
 TAXA DA ART A PAGAR NO VALOR DE R\$ 214,82 VENCIMENTO: 21/09/2017
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 11 de Setembro de 2017

SERGIO AUGUSTO COSTA
 006.313.289-39

Contratante: COMPLEXO DE GERACAO EOLICA BOJURU LTDA
 14.763.333/0001-87

Descrição de Débitos:

- Profissional SERGIO AUGUSTO COSTA
- Nro. ART.... 6308396-1
- Proprietário COMPLEXO DE GERACAO EOLICA BOJURU LTDA
- Localizacao. BR 101, KM 340 S N
- Cidade..... SAO JOSE DO NORTE

CREA-SC 104-0				Recibo do Sacado	
Cedente CREA-SC CNPJ 82.511.643/0001-64					Vencimento 21/09/2017
Nosso Número 9064999630839600003	Número do Documento 6308396-1	Espécie Doc. GUIA	Data Documento 11/09/2017	Agência / Cod. Cedente 1011 / 051159-5	
(=) Valor Documento 214,82	(-) Deduções	(+) Acréscimos		(=) Valor Cobrado	
Sacado VILCO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA					
Autenticação Mecânica					

CAIXA 104-0 1049105115 59906499963 30839600001 4 72890000021482					
Local de Pagamento CASAS LOTÉRICAS, AGÊNCIAS DA CAIXA E REDE BANCÁRIA					Vencimento 21/09/2017
Cedente CREA-SC CNPJ 82.511.643/0001-64					Agência / Cod. Cedente 1011 / 051159-5
Data Documento 11/09/2017	Número do Documento 6308396-1	Espécie Doc. GUIA	Aceite NÃO	Data Processamento	Nosso Número 9064999630839600003
Uso do Banco .	Carteira SR	Esp. Moeda R\$	Quantidade	Valor Moeda	(=) Valor Documento 214,82
Instruções Profissional SERGIO AUGUSTO COSTA Nro. ART.... 6308396-1 Proprietário COMPLEXO DE GERACAO EOLICA BOJURU LTDA Localizacao. BR 101, KM 340 S N Cidade..... SAO JOSE DO NORTE					(-) Descontos
					(-) Outras Deduções
					(+) Mora / Multa
					(+) Outros Acréscimos
					(=) Valor Cobrado
Sacado VILCO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA					

Sacador/Avalista



Ficha de Compensação

Autenticação Mecânica



Comprovante de Transação Bancária

Boletos de Cobrança

Data da operação: 11/09/2017 - 11h12

Nº de controle: 590.577.470.832.126.032 | Documento: 0000243

Conta de débito: **Agência: 7238 | Conta: 0001433-8 | Tipo: Conta-Corrente**

Empresa: **VILCO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA | CNPJ: 011.755.004/0001-04**

Código de barras: **10491 05115 59906 499963 30839 600001 4 72890000021482**

Banco destinatário: **104 - CAIXA ECONOMICA FEDERAL**

Razao Social **Não informado**
Beneficiário:

Nome Fantasia **Não informado**
Beneficiário:

CPF/CNPJ Beneficiário: **Não informado**

Nome do Pagador: **Não informado**

CPF/CNPJ do pagador: **Não informado**

Razao Social Sacador **Não informado**
Avalista:

CPF/CNPJ Sacador **Não informado**
Avalista:

Instituição Reecedora: **237 - BANCO BRADESCO S.A.**

Data de débito: **11/09/2017**

Data de vencimento: **21/09/2017**

Valor: **R\$ 214,82**

Desconto: **R\$ 0,00**

Abatimento: **R\$ 0,00**

Bonificação: **R\$ 0,00**

Multa: **R\$ 0,00**

Juros: **R\$ 0,00**

Valor total: **R\$ 214,82**

Descrição: **ART 6308396-1**

A transação acima foi realizada por meio do Bradesco Net Empresa.

Autenticação

G?vbw?pj 221dkOD# IYGbBRm5 E@lwmmAr yCOZ4*2R APvxmcZ8 2rEu8dzq ?Di5JNgN
sgmqcZyV bWpoe*5y LbqCX9QA GB#octMo hpB823QL xIaB9Eco IhNIWSTQ wOp2@Zik
aqh2zvWN kPoHf3VO tHp4QdPL C7eGy6p* jJmOZTUE kX2SF@9t 01340187 12142001

**SAC - Serviço de
Apoio ao Cliente**

Alô Bradesco
0800 704 8383

Deficiente Auditivo ou de Fala
0800 722 0099

Cancelamentos, Reclamações e
Informações.
Atendimento 24 horas, 7 dias por semana.

Demais telefones
consulte o site
Fale Conosco

Ouvidoria **0800 727 9933** Atendimento de segunda a sexta-feira, das 8h às 18h, exceto feriados.



ANEXO B - ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA LINHA DE TRANSMISSÃO



1. Responsável Técnico

STELA MARIS ZANCHETTIN

Título Profissional: Engenheira Eletricista

RNP: 2512664490
Registro: 124305-0-SC

Empresa Contratada: VILCO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

Registro: 107034-0-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: COMPLEXO DE GERAÇÃO EÓLICA BOJURU LTDA

Endereço: RUA VERA LINHARES DE ANDRADE

Complemento:

Cidade: FLORIANOPOLIS

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 39.206,97

Bairro: ITACORUBI

UF: SC

CPF/CNPJ: 14.763.333/0001-87
Nº: 2845

CEP: 88034-700

Ação Institucional:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: COMPLEXO DE GERAÇÃO EÓLICA BOJURU LTDA

Endereço: BR 101, km 340

Complemento:

Cidade: SAO JOSE DO NORTE

Data de Início: 03/08/2017

Data de Término: 03/08/2018

Bairro: Área rural Bojuru

UF: RS

CPF/CNPJ: 14.763.333/0001-87
Nº: S/N

CEP: 96225-000

Coordenadas Geográficas: -31.657079 -51.443168

4. Atividade Técnica

Estudo **Linha de transmissão de energia elétrica** Anteprojeto

Memorial Descritivo

Desenho Técnico

Dimensão do Trabalho:

137,00

Quilômetros(s)

5. Observações

Estudo Preliminar do Traçado da Linha de Transmissão, em circuito duplo e tensão de 230 kV, que interligará a Subestação do Complexo Eólico Bojuru à Subestação Povo Novo.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

SENGE/SC - 13

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 17 de Maio de 2018

8. Informações

A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART em 17/05/2018:

TAXA DA ART A PAGAR NO VALOR DE R\$ 218,54 VENCIMENTO: 28/05/2018

A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

STELA MARIS ZANCHETTIN

010.177.159-20

Contratante: COMPLEXO DE GERAÇÃO EÓLICA BOJURU LTDA

14.763.333/0001-87

Descrição de débitos

- PROFISSIONAL STELA MARIS ZANCHETTIN
- PROPRIETARIO COMPLEXO DE GERACAO EOLICA BOJURU LTDA
- LOCALIZACAO BR 101, KM 340 S N
- CIDADE SAO JOSE DO NORTE RS

Linha digitável

10490 51152 95001 180447 00047 021407 1 75380000021854

CREA-SC 104-0				Recibo do Sacado	
Cedente CREA-SC Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina (CNPJ 82.511.643/0001-64) Rodovia Admar Gonzaga, 2125 - Caixa Postal: 125 - CEP: 88034-001 - Itacorubi - Florianópolis / SC				Vencimento 28/05/2018	
Nosso Número 140018040004702142	Número do Documento 465693686	Espécie Doc. GUIA	Data Documento 17/05/2018	Agência / Cod. Cedente 1011 / 051159-5	
(=) Valor Documento 218,54	(-) Deduções	(+) Acréscimos		(=) Valor Cobrado	
Sacado VILCO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA (CNPJ 11.755.004/0001-04)					
Autenticação Mecânica					

CAIXA 104-0				10490.51152 95001.180447 00047.021407 1 75380000021854	
Local de Pagamento PREFERENCIALMENTE NAS CASAS LOTÉRICAS ATÉ O VALOR LIMITE				Vencimento 28/05/2018	
Cedente CREA-SC Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina (CNPJ 82.511.643/0001-64)				Agência / Cod. Cedente 1011 / 051159-5	
Data Documento 17/05/2018	Número do Documento 465693686	Espécie Doc. GUIA	Aceite N	Data Processamento 17/05/2018	Nosso Número 140018040004702142
Uso do Banco	Carteira RG	Esp. Moeda R\$	Quantidade	Valor Moeda	(=) Valor Documento 218,54
Instruções (Texto de Responsabilidade do Cedente): NUM. ART 6569368-6 PROFISSIONAL 124305-0					(-) Descontos
					(-) Outras Deduções
					(+) Mora / Multa
					(+) Outros Acréscimos
					(=) Valor Cobrado
Sacado VILCO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA (CNPJ 11.755.004/0001-04) RUA VERA LINHARES DE ANDRADE, 2845 - ITACORUBI - FLORIANOPOLIS - SC CEP: 88034700					
Sacador/Avalista					

Ficha de Compensação

Autenticação Mecânica



17/05/2018

11:34:04

UNICRED FLORIANOPOLIS
OUVIDORIA UNICRED 0800-940-0602

Comprovante de Pagamento de Título

Conta: 1006274

Usuário: SERGIO

Código de Barras: 10490.51152 95001.180447
00047.021407 1 75380000021854

ID do Documento: ART 6569368-6

Data de Vencimento: 28/05/2018

Data do Pagamento: 17/05/2018

Valor do Título: R\$ 218,54

Valor dos Acréscimos: R\$ 0,00

Valor dos Descontos: R\$ 0,00

Valor Recebido: R\$ 218,54

Autenticação Documento:
267246125141272398251238611

Cooperado Unicred, utilize o Débito
Automático para pagamento de suas contas



ANEXO C – NOTÍCIA SITE DO PORTO DE RIO GRANDE

Cabos subaquáticos vão facilitar travessia de navios

2009-12-17

A governadora Yeda Crusius assinou, na tarde desta quinta-feira (17), ordem de serviço de instalação de cabos subaquáticos para levar energia elétrica de Rio Grande a São José do Norte. O projeto será viabilizado através da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), com investimento de aproximadamente R\$ 20 milhões. Atualmente, a transmissão de energia é feita por linhas aéreas que cruzam o canal de acesso ao Porto do Rio Grande, o que ocasiona transtornos ao ingresso de grandes embarcações .

"O potencial da região exige que o governo se ajuste para promover um investimento como este. É uma demanda histórica, e a nossa parte está sendo feita. Vamos levar energia e modernidade para São José do Norte dentro dos critérios do modelo de energia limpa", afirmou Yeda.



A substituição da rede aérea pela subaquática para o fornecimento de energia de Rio Grande para São José do Norte é uma necessidade das duas comunidades. Em Rio Grande, com a ampliação do porto, os cabos aéreos, atrapalham o ingresso e a saída de embarcações, principalmente as destinadas ao polo naval, cujos tamanhos ficam limitados à altura dos cabos. Com a modificação, fica resolvido este problema e ainda melhora-se a qualidade da energia levada aos clientes de São José do Norte.

A linha de transmissão será de 69 kV. Atualmente, a população da cidade recebe luz através da linha de transmissão aérea, de 69 mil volts, isolada para 69 kV. Ela opera em 23 kV, há cerca de 15 anos, e atravessa o canal de acesso ao porto rio-grandino desde o Tecon, em Rio Grande, até São José do Norte, a 72 metros do nível da água. Até os anos 90, o abastecimento era realizado através de duas usinas, que utilizavam como combustível o óleo diesel.

O crescimento do Porto de Rio Grande e a expansão industrial e de serviços demandaram, em 2008, a retirada, em três momentos, dos cabos da linha de transmissão. O investimento atende as atuais e futuras necessidades da área portuária, permitindo a livre navegação de embarcações no canal, sem a atual restrição de calado aéreo. Este será o terceiro maior empreendimento no Brasil com estas características. A colocação da linha de transmissão de energia elétrica subaquática cruzará o canal de acesso ao porto. Depois, os atuais cabos aéreos (condutores e cobertura) serão retirados e as estruturas metálicas serão desmontadas.

Últimas notícias

VER TODAS

Na Petrobras, governador discute projetos para o desenvolvimento da indústria naval no RS

Comitiva Gaúcha visita 1º Distrito Naval

Governador do Estado e Portos RS debatem concessões da hidrovía com o BNDES

Justiça Federal reconhece legalidade da rescisão de contrato entre governo do Estado e Cais Mauá do Brasil

PORTOS RS trabalha pela revitalização do Porto Velho



ANEXO D - E-MAIL COM SOLICITAÇÕES DA PREFEITURA DE RIO GRANDE

Projeto Linha de Transmissão Bojuru - Povo Novo

joziel.bonato@riogrande.rs.gov.br <joziel.bonato@riogrande.rs.gov.br>

28 de agosto de 2018 15:16

Para: sergio.vosta@vilco.com.br

Cc: paula.chaves@vilco.com.br

Prezado Sergio,

Conforme contato telefônico, encaminho os seguintes apontamentos do pedido de viabilidade protocolizado na Prefeitura Municipal do Rio Grande sob número de ordem PD 29.628/18:

FIGURA 47: Verificar junto à Superintendência do Porto do Rio Grande se há sobreposição entre a linha de transmissão e projetos de expansão do porto;

FIGURA 49: a gleba entre os pontos MV 25 e MV 26 é uma APP;

FIGURA 50: até o ponto MV 28 sugerimos verificar a viabilidade locacional junto ao Governo do Estado - SDECT;

FIGURA 54: ponto MV 31 se localiza em área urbana e conflita com projeto de loteamento aprovado pela PMRG;

FIGURA 56: trecho entre os pontos MV 32a e MV 32B é área funcional de expansão da Penitenciária Estadual do Rio Grande, e a linha se projeta sobre o local de implantação da penitenciária feminina;

FIGURA 57: trecho entre os pontos MV 32b e MV 33 se localiza em área urbana e conflita com projeto de loteamento aprovado pela PMRG;

Encaminho anexos dois arquivos que detalham o perímetro urbano do município.
Ficamos a disposição.

att.,

Joziel Bonato

Arquiteto e Urbanista CAU A611875

Supervisor de Planejamento Urbano | Secretaria Municipal de Coordenação e Planejamento

(53) 3233 6084

2 anexos



MAPA-02 PERÍMETRO URBANO CIDADE.pdf

961K



PERÍMETRO URBANO DA QUINTA.kmz

3K