

ÍNDICE

2 - Conteúdo Técnico Descritivo	1/33
2.1 - Estudo de Alternativas Tecnológicas e Locacionais.....	1/33
2.1.1 - Metodologia para Avaliação das Alternativas Locacionais	4/33
2.1.2 - Alternativas.....	7/33
2.1.3 - Temas Avaliados	7/33
2.1.3.1 - Acessibilidade e Necessidade de Abertura de Estradas de Acessos.....	7/33
2.1.3.2 - Extensão das Alternativas da Linha e Previsão de Número de Torres	8/33
2.1.3.3 - Interferência em Áreas de Importância Biológica.....	8/33
2.1.3.4 - Interferência na Paisagem	9/33
2.1.3.5 - Áreas Legalmente Protegidas	9/33
2.1.3.6 - Cobertura Vegetal Passível de ser Suprimida.....	10/33
2.1.3.7 - Cursos Hídricos Atravessados	10/33
2.1.3.8 - Mata Atlântica	11/33
2.1.3.9 - Proximidade com Adensamentos Populacionais.....	11/33
2.1.3.10 - Interferência em Terras Indígenas	11/33
2.1.3.11 - Interferência Direta em Projetos de Assentamento	12/33
2.1.3.12 - Interferência Indireta em Projetos de Assentamento	12/33
2.1.3.13 - Interferência com Comunidades Quilombolas	13/33
2.1.3.14 - Interferência com Comunidades Tradicionais	13/33
2.1.3.15 - Interferência em Patrimônio Arqueológico, Histórico, Cultural, e Áreas de Beleza Cênica	13/33
2.1.3.16 - Interferência com Patrimônio Espeleológico	13/33
2.1.3.17 - Variação Hipsométrica- Zonas de Elevada Declividade e Quebras Abruptas do Relevo.....	14/33
2.1.3.18 - Interferência com Empreendimentos Lineares	14/33
2.1.3.19 - Interferência com Processos Minerários.....	15/33

2.1.4 -	Matriz de Avaliação	15/33
2.1.5 -	Descrição do Traçado Selecionado e Identificação de Determinantes	19/33
2.1.6 -	Hipótese de Não Instalação do Empreendimento	29/33
2.1.7 -	Considerações Finais	33/33

Legendas

Figura 2.1-1 - Esquema de ligação da LT 500 kV Bacabeira - Pecém II	3/33
Quadro 2.1-1 - Quantidade (n) de rodovias atravessadas ou próximas da diretriz por alternativa de traçado (km)	8/33
Quadro 2.1-2 - Extensão das alternativas (km).....	8/33
Quadro 2.1-3 - Quantidade (n) de torres estimada	8/33
Quadro 2.1-4 - Extensão da secção sobre Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (ha).....	9/33
Quadro 2.1-5 - Extensão da secção sobre unidades de conservação (ha).....	9/33
Quadro 2.1-6 - Número de unidades de conservação interceptadas.	9/33
Quadro 2.1-7 - Estimativa de Supressão de Cobertura Vegetal.	10/33
Quadro 2.1-8 - Cursos Hídricos Atravessados (n).....	10/33
Quadro 2.1-9 - Extensão sobre definições do Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428/2006 (km)	11/33
Quadro 2.1-10 - Número de Localidades em raios de até 2,5 km.....	11/33
Quadro 2.1-11 - Número de Terras Indígenas a menos de 5 km.....	12/33
Quadro 2.1-12 - Área de Assentamentos Interceptados (ha)	12/33
Quadro 2.1-13 - Número de Projetos Assentamento em raios de até 2,5 km	12/33
Quadro 2.1-14 - Área de alto e muito alto potencial espeleológico (ha).	14/33
Quadro 2.1-15 - Quantidade de empreendimentos existentes interceptados pelas alternativas de traçado.	14/33
Quadro 2.1-16 - Número de Processos minerários atravessados pela faixa de servidão das alternativas de traçado (em fase de lavra).....	15/33

Quadro 2.1-17 - Número de Processos minerários atravessados pela faixa de servidão das alternativas de traçado (total).	15/33
Quadro 2.1-18- Matriz de Avaliação das Alternativas.	17/33
Figura 2.1-2 - Macro visualização do trecho de saída da SE Bacabeira	20/33
Figura 2.1-3 - Macro visualização do trecho de paralelismo com a MA-402	21/33
Figura 2.1-4 - Macro visualização do trecho de passagem pelo rio Parnaíba.....	22/33
Figura 2.1-5 - Macro visualização do trecho de passagem da região de Uruoca	23/33
Figura 2.1-6 - Macro visualização do trecho de passagem da região de Tianguá	24/33
Figura 2.1-7 - Macro visualização do trecho de passagem de alto potencial espeleológico próximo à região de Tianguá	25/33
Figura 2.1-8 - Macro visualização do trecho de passagem pelos Projetos de Assentamento - PA Bom Jesus e PA Tucuns.	26/33
Figura 2.1-9 - Macro visualização do trecho de chegada à existente LT 500 kV Teresina II - Sobral III.	27/33
Figura 2.1-10 - Macro visualização do trecho de passagem pelos Projetos de Assentamento e Terras Indígenas próximos à Itarema.	28/33
Figura 2.1-11 - Macro visualização das diversas alternativas de chegada à SE Pecém II.	29/33
Figura 2.1-12 - Composição da Matriz Energética Brasileira em Dezembro/2015.	30/33

2 - CONTEÚDO TÉCNICO DESCRITIVO

2.1 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS

O estudo de alternativas tecnológicas e locais de empreendimentos lineares permite a incorporação de fatores socioambientais no planejamento do empreendimento, equiparando, nesta análise, critérios construtivos e de segurança aos aspectos socioambientais e de planejamento territorial. Em muitos casos, a análise de alternativas permite minimizar as interferências do empreendimento sobre elementos de sensibilidade no ambiente. Em outros casos, a análise de alternativas permite a ponderação sobre que fatores os efeitos serão menos severos (ex.: a passagem por um trecho de remanescente florestal ou a aproximação de estruturas residenciais).

Este Capítulo atende à Resolução CONAMA nº 001/1986 que, em seu Artigo 5º, exige que o Estudo de Impacto Ambiental, além de atender aos critérios técnicos e à legislação vigente, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, também contemple todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as inclusive com a hipótese de não execução do projeto.

Para tanto, este capítulo está dividido em 02 (dois) tópicos: primeiro, as alternativas tecnológicas e locais, onde são comparadas 03 (três) propostas de traçado contendo as principais alterações de projeto, e segundo, a apresentação da hipótese de não execução do projeto.

Na elaboração dos projetos básicos de empreendimentos lineares, a seleção do melhor traçado de localização se dá, ao menos, em 03 (três) etapas. Primeiro, devem ser observados os objetivos primários do projeto e os pontos de ligação que o justificam. Uma vez consideradas a origem e o destino do traçado, pode-se deduzir que, a princípio, a rota mais recomendada é uma reta, percurso que possui a menor extensão, portanto, aquela que, hipoteticamente, exigiria as menores intervenções socioambientais.

Em uma segunda etapa, diante de um território ambientalmente complexo e socialmente ocupado, cabe considerar as diversas feições territoriais impeditivas e de elevada sensibilidade, visando a compatibilização do empreendimento com o espaço onde se insere. Neste caso, as intervenções ambientais decorrentes do traçado em linha reta, podem ser minimizadas por meio da proposição de alternativas de traçado desviando de feições como unidades de conservação, aglomerados urbanos, dentre outras.

No caso específico de linhas de transmissão, durante a elaboração do projeto básico, os ajustes de traçado se dão por meio de alterações na localização dos vértices. Eles representam pontos de angulação do traçado e exigem tecnologias construtivas especiais, como torres de maior porte e maior complexidade estrutural. Esta condição exige, em paralelo, locais com melhores bases construtivas e maior estabilidade do terreno para a fundação.

A partir da localização dos vértices, o ajuste de traçado se dá em uma terceira etapa. Nesta etapa, são consideradas as interferências com outras feições tais como cruzamento de rios, terrenos com maior suscetibilidade à erosão ou com processos erosivos instalados, habitats raros para a vida silvestre e territórios produtivos especiais. Com base no conhecimento preliminar destes aspectos, as alternativas propostas podem ser comparadas, resultando, como objetiva este item, na identificação da alternativa que apresente a menor intervenção socioambiental.

Na elaboração do projeto executivo para a alternativa escolhida, são adotadas tecnologias construtivas específicas, que podem mitigar algumas das intervenções adversas. Como exemplo, a escolha do tipo de torre (estaiada ou autoportante), pode reduzir as intervenções no solo pela implantação de fundações, ou na vegetação, pela redução do corte raso.

Assim, a escolha da alternativa de traçado foi criteriosa, optando-se por aquela que apresentou o melhor equilíbrio entre 04 (quatro) fatores (ambiental, fundiário, econômico e tecnologia de engenharia) possíveis ao longo do eixo de passagem.

O projeto totaliza 1.152,48 km de LTs, a construção de 04 (quatro) novas subestações e a ampliação de 01 (uma) subestação existente. A **Figura 2.1-1** ilustra a distribuição espacial das LTs e das subestações.

O trabalho efetivo para o desenvolvimento de alternativas locais de traçado foi iniciado com a análise do traçado originalmente contemplado no R3. Os relatórios ambientais (R3) da Caracterização Socioambiental - Estudo de Corredor, desenvolvidos por empresa de consultoria ambiental para a EPE e aprovado pela ANEEL, compuseram a documentação oficial do Edital do Leilão de Transmissão por ela executada. Este traçado já estaria, segundo a metodologia aqui descrita, equiparado ao que seria a segunda etapa, pois pressupõe-se o esforço em se desviar das principais interferências socioambientais, ainda que, majoritariamente, baseado em fontes de dados secundários.

Cabe destacar que há uma tolerância relativamente grande para o ajuste do traçado da LT a partir da diretriz proposta no leilão, diferentemente das subestações. Estas devem estar contidas em um raio de 5 km a partir da locação inicial, devido ao fato de que as subestações conectarão outras linhas e deverão atender centros geradores ou consumidores de energia, estes por sua vez com localização definida. Outro ponto importante neste projeto é o atendimento à recomendação para a manutenção de uma distância mínima entre as linhas dos circuitos 1 e 2, do trecho Bacabeira-Parnaíba III, de 5 km na maior extensão possível, excetuando-se, por exemplo, a partida e chegada da linha nas subestações e áreas de travessia de rios. Isso se deve ao fato de que a presença de 02 (dois) circuitos visa aumentar o grau de segurança da função de transmissão e, sendo assim, devem estar suficientemente distantes para que um evento que possa desligar uma linha não afete a outra.

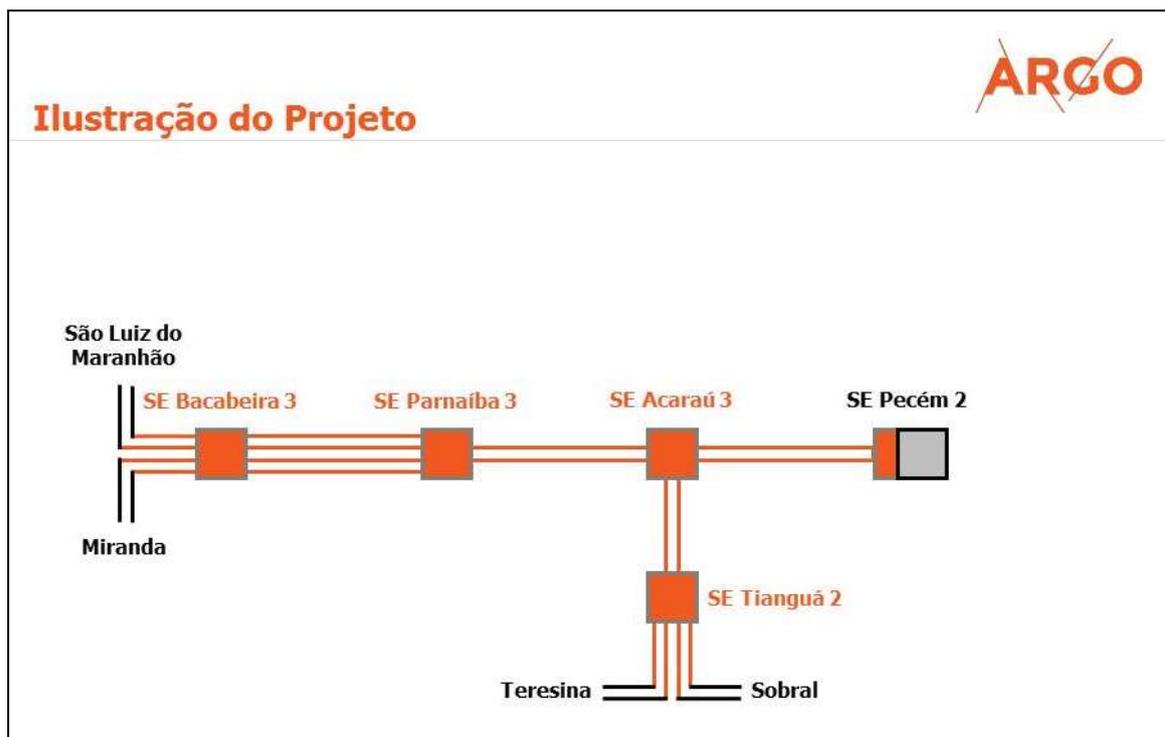


Figura 2.1-1 - Esquema de ligação da LT 500 kV Bacabeira - Pecém II

Para estudo das alternativas locacionais do empreendimento foram estudadas 03 (três) alternativas de traçado, as quais podem ser visualizadas no **Mapa de Alternativas Locacionais - 3182-00-EIA-MP-1006**, no **Caderno de Mapas**. A metodologia utilizada para a realização da escolha da melhor alternativa é apresentada a seguir.

2.1.1 - Metodologia para Avaliação das Alternativas Locacionais

Para a elaboração do presente Capítulo foram consultados exclusivamente dados secundários, principalmente bases cartográficas e imagens de satélite de domínio público.

Embora tenham sido gerados dados primários com maior detalhe de informações para o item de Diagnóstico, os mesmos não foram utilizados para a comparação entre as alternativas, visto que, tais dados somente têm representação para uma das alternativas. Entretanto, estes dados foram utilizados, juntamente com os dados de topografia, engenharia e fundiário, para otimizar a microlocalização da alternativa final selecionada através de ajustes pontuais. No Diagnóstico estão apresentadas as informações coletadas acerca da alternativa escolhida durante as vistorias/trabalhos de campo realizados na região de implantação do empreendimento.

Para a análise foram consultados bancos de dados públicos que possuem informações espaciais, quais sejam:

- Adensamentos Urbanos e Rurais: Base Cartográfica Contínua - 1:250.000 (IBGE, 2015)¹;
- Áreas Prioritárias para Conservação: Revisão das Áreas para Conservação da Biodiversidade (PROBIO, MMA, 2007)²;
- Áreas Legalmente Protegidas: Unidades de Conservação do Brasil - Federal e Estadual (Departamento de Áreas Protegidas - ICMBio/MMA, 2015)³.
- Projeto de Assentamentos: (INCRA - Instituto Nacional de reforma Agrária, MDA, 2016)⁴;
- Patrimônio Espeleológico: Registro de Cavidades Naturais (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas CECAV. ICMBio, MMA, 2016)⁵ e (banco de dados da SBE)⁶;
- Comunidades Quilombolas: Pontos de Registros (Fundação Cultural Palmares, SCDC/MinC, 2016)⁷;

¹ Base dados georeferenciada do IBGE, 2015, consultada em 2016.

² Base dados georeferenciada PROBIO/MMA, 2007, consultada em 2016.

³ Base dados georeferenciada ICMBio/MMA, 202015, consultada em 2016

⁴ Base dados georeferenciada INCRA, 2016.

⁵ Base dados georeferenciada CECAV/MMA, 2016.

⁶ Base dados georeferenciada da SBE - Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2016;

⁷ Fundação Cultural Palmares, 2016;

- Hidrografia e Corpos D'água: Base Cartográfica Contínua - 1:250.000 (IBGE, 2015)⁸;
- Empreendimentos Lineares Existentes: Base Cartográfica Contínua - 1:250.000 (IBGE, 2015)⁹ e (ANEEL, 2016)¹⁰;
- Processos Minerários: Base cartográfica (SIGMINE, DNPM, MME, 2016)¹¹;
- Modelo Digital do Terreno: (*Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM, NASA, 2000);
- Relatório R3: (Caracterização Socioambiental - Estudo de corredor LT 500 kV Bacabeira - Pecém, ANEEL/MME, 2015)¹²;
- Rodovias e Estradas: Base Cartográfica Contínua - 1:250.000 (IBGE, 2016)¹³;
- Terras Indígenas: (Coordenação Geral de Demarcação e Proteção - CGGEO/FUNAI, 2015);

Para determinar a escolha da alternativa de menor impacto, cada tema avaliado teve um valor determinado. As medidas de distância ou de interferência foram feitas em *ArcMap 10.1* considerando o *datum* SIRGAS-2000, em dois fusos UTM: 23S e 24S.

Os critérios analisados foram os seguintes:

- Unidades de Conservação atravessadas (Área - ha);
- Unidades de Conservação atravessadas (Nº);
- Estimativa de Supressão de Cobertura Vegetal (Área - ha);
- Projetos de Assentamentos Atravessados (Área - ha);
- Sobreposição com polígonos de Mata Atlântica (Área - ha);
- Áreas de Importância Biológica para a Conservação Atravessadas (Área - ha);

⁸ Base dados georeferenciada do IBGE, 2015, consultada em 2016.

⁹ Base dados georeferenciada do IBGE, 2015, consultada em 2016.

¹⁰ Base dados georeferenciada da ANEEL 2016.

¹¹ Base dados georeferenciada SIGMINE, DNPM, MME, 2016

¹² Conjunto de relatórios de Caracterização Socioambiental - Estudo de corredor - ANEEL/MME, 2015

¹³ Base dados georeferenciada do IBGE, 2015, consultada em 2016

- Zonas de elevada declividade e quebras abruptas do relevo - (Área - ha);
- Áreas Prioritárias para a Conservação Atravessadas (Área - ha);
- Corpos d'água interceptados pela faixa de servidão (Nº total);
- Nascentes interceptados pela faixa de servidão (Nº total);
- Área de alto e muito alto potencial espeleológico interceptados (Área interceptada - ha);
- Proximidade com Terras Indígenas (menos de 5 km);
- Proximidade Adensamentos Urbanos (menos de 2,5 km);
- Acessibilidade (Nº de rodovias interceptadas);
- Acessibilidade (Nº de rodovias a menos de 1 km do eixo do traçado);
- Proximidade com Projetos de Assentamentos (2,5 km);
- Poligonais de áreas de processos minerários interceptadas (Nº total);

Vale destacar que foram descartadas as secções de zonas urbanas e outros adensamentos de residências, desviadas desde a composição do R3, usando para tanto, a proximidade com pontos de representação deste.

Em relação às possíveis interferências com Áreas e Elementos Produtivos, embora venha ocorrendo a atualização das bases de dados estabelecida a partir da Lei nº 12.651/2012, não é disponível a informação da locação das Reservas Legais para consulta pública, como informado após consulta aos órgãos estaduais. A não disponibilidade para o público, em geral, é justificada pelos órgãos em função do conteúdo privado associado à posse da terra. Dados fundiários, inclusive relacionados à delimitação da Reserva Legal, farão parte do projeto executivo exigido para o estudo da alternativa escolhida.

Para a avaliação das alternativas (1, 2 e 3) utilizou-se matriz, na qual foram atribuídos pesos para cada critério analisado de acordo com a dimensão e importância de cada parâmetro apresentado. Os resultados indicam uma maior ou menor viabilidade técnica e ambiental de cada alternativa avaliada. Os maiores valores indicam que há um número maior de restrições associados a cada critério avaliado e assim uma menor viabilidade da alternativa. Dessa forma, a alternativa que apresentou o menor valor foi considerada, aqui, como sendo a mais indicada.

2.1.2 - Alternativas

- **Alternativa 1:** refere-se àquela apresentada nos relatórios ambientais (R3) da Caracterização Socioambiental - Estudo de Corredor disponibilizados para o leilão da LT 500 kV Bacabeira - Pecém II (2015, ANEEL/MME)¹⁴;
- **Alternativa 2:** refere-se ao traçado preliminar de engenharia, composto para desvio de elementos de evidente sensibilidade;
- **Alternativa 3:** refere-se à incorporação de feições socioambientais, com desvios dos locais de cavernas, terras indígenas e residenciais, dentre outras feições.

A alternativas locacionais estão representadas cartograficamente no **Mapa de Alternativas Locacionais (3182-00-EIA-MP-1006 no Caderno de Mapas)**.

2.1.3 - Temas Avaliados

Para a análise em questão, foram assumidas premissas para avaliar as feições impeditivas e sensíveis verificadas ao longo do eixo de passagem de cada uma das três (03) alternativas.

2.1.3.1 - Acessibilidade e Necessidade de Abertura de Estradas de Acessos

Uma das principais intervenções para a instalação de empreendimentos lineares é a necessidade de abertura de acessos, tanto pela necessidade de aumento da acessibilidade às áreas remotas, quanto pelas intervenções diretas no meio. Desta forma, assume-se que uma LT torna-se mais impactante quanto maior for o distanciamento da mesma até o sistema viário existente.

Observando ser esta uma fase de planejamento, e visto que novos acessos somente serão traçados para a alternativa final, para a determinação da necessidade de abertura de acessos foram usados, como indicado no **Quadro 2.1-1**, dois critérios: (i) a quantidade de rodovias e acessos existentes que apresentam interseção com a diretriz de cada uma das alternativas, e; (ii) as rodovias e acessos existentes a menos de 1 km da diretriz do traçado.

¹⁴ Conjunto de relatórios de Caracterização Socioambiental - Estudo de Corredor - ANEEL/MME, 2015

Para estudo deste tema, foram analisados os dados disponíveis pelo IBGE (2009) para o sistema viário existente, com apresentados no **Quadro 2.1-1**.

Quadro 2.1-1 - Quantidade (n) de rodovias atravessadas ou próximas da diretriz por alternativa de traçado (km)

Critério	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rodovias e Acessos Interceptados	224	213	214
Rodovias e Acessos a menos de 1 km da diretriz	338	346	384

2.1.3.2 - Extensão das Alternativas da Linha e Previsão de Número de Torres

Observando a necessidade de ligação das sucessivas subestações e, paralelamente, a despeito da a necessidade de desvios das feições de elevada sensibilidade, nota-se que a extensão da LT tem um grau de impacto, tanto maior quanto maior for sua extensão. Na mesma proporção que cresce a extensão da alternativa, crescem também os impactos diretos, envolvendo aumento no número de vértice e de torres. O **Quadro 2.1-2** mostra a seguir a extensão das alternativas, distintas pelas sucessivas LTs, enquanto o **Quadro 2.1-3**, por sua vez, estima a quantidade de torres considerando uma distância média entre as torres de 490 metros.

Quadro 2.1-2 - Extensão das alternativas (km)

Critério	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Extensão do traçado	1.103,53	1.710,56	1.152,48

Quadro 2.1-3 - Quantidade (n) de torres estimada

Critério	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Número de torres	2.252	3.491	2.352

2.1.3.3 - Interferência em Áreas de Importância Biológica

A Portaria MMA nº 126/2004, do Ministério do Meio Ambiente, estabelece Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Na região, tais áreas são sobrepostas também pela delimitação das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade. Com base na delimitação das mesmas, foi estimada a interferência imposta pelas respectivas alternativas de traçado da LT sobre o tema, considerando, para tanto, a extensão atravessada.

Quadro 2.1-4 - Extensão da secção sobre Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (ha).

Critério	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Área Interceptada	3.031,42	2.890,40	3.166,91

2.1.3.4 - Interferência na Paisagem

Quanto às possíveis interferências na paisagem, considerando a dinâmica regional e uso do solo, entende-se que esta análise será feita indiretamente através de outros componentes ambientais utilizados na presente análise de alternativas, como: áreas passíveis de supressão, Unidades de Conservação e adensamentos populacionais.

2.1.3.5 - Áreas Legalmente Protegidas

A interferência da LT sobre áreas legalmente protegidas atende ao SNUC (Lei Nº 9.985 de 2000), sendo medida através da delimitação de Unidades de Conservação e das Áreas de Preservação Permanente no entorno de corpos hídricos. A análise não considera a delimitação de Reservas Legais e APPs de declividade e topo de morros, visto que não estão disponíveis dados públicos precisos para estes temas nas abrangências das Alternativas.

Para medir a secção sobre unidades de conservação foi usada a base cartográfica disponibilizada pelo ICMBio/MMA e considerados os trechos de secção da LT sobre UC de Proteção Integral e de Uso Sustentável interceptadas (**Quadro 2.1-5**). Adicionalmente foi considerado o número de Unidades de Conservação interceptadas (**Quadro 2.1-6**).

Quadro 2.1-5 - Extensão da secção sobre unidades de conservação (ha).

Critério	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Área de UCs atravessadas	2.254,91	2.422,70	2.497,53

Quadro 2.1-6 - Número de unidades de conservação interceptadas.

Critério	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Nº de UCs atravessadas	3	4	3

2.1.3.6 - Cobertura Vegetal Passível de ser Suprimida

A vegetação ao longo da LT é representada por diversas fitofisionomias, que incluem formações de restinga, Cerrado, caatinga, floresta estacional e enclaves da Mata Atlântica. O estabelecimento da LT exige a necessidade de supressão da cobertura vegetal, sendo esta interferência, potencialmente, tão maior quanto maior for sua extensão. Cabe pontuar que tal estimativa baseia-se em um cenário no qual toda a faixa de servidão seria suprimida e toda acessibilidade seria feita através desta faixa. Entretanto, como será discutido mais adiante, para empreendimentos desta natureza, usualmente obtém-se significativos ganhos ambientais relacionados à redução de supressão de vegetação através da utilização e otimização de acessos já existentes.

Para a estimativa, foi usado o cruzamento com polígonos de vegetação nativa passível de supressão, sendo os trechos atravessados apresentados no **Quadro 2.1-7**. Os dados apresentados foram extraídos da Base cartográfica disponível.¹⁵

Quadro 2.1-7 - Estimativa de Supressão de Cobertura Vegetal.

Critério	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Cobertura Vegetal	4.753,20	4.915,11	5.014,14

2.1.3.7 - Cursos Hídricos Atravessados

Para estimativa da intervenção sobre Áreas Preservação Permanente (APP), foi usado o número de secção sobre corpos hídricos, considerando que esta feição tem relação numérica direta com a extensão de APP atravessada. Foi usada a base cartográfica contínua do IBGE (2015), no entanto, considerando a escala dos dados (1:250.000), não se pode determinar as áreas de preservação permanente, considerando que rios com distância de margem a margem inferior a 50 metros são sempre representados no formato de linhas, logo, para fins de análise, foi considerada a quantidade de corpos d'água transpostos por cada alternativa, sendo os dados apresentados no **Quadro 2.1-8**.

Quadro 2.1-8 - Cursos Hídricos Atravessados (n)

Cursos Hídricos Atravessados	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Número (n)	230	247	247

¹⁵ Base dados georeferenciada PROBIO/MMA, 2007, consultada em 2016.

2.1.3.8 - Mata Atlântica

A Lei nº 11.428/2006 e o Decreto nº 6.660/2008 definem as bases legais para proteção e utilização da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Para aferir a intervenção nas abrangências definidas pelos respectivos regulamentadores pelas alternativas da LT, foi usada a secção sobre polígonos definidos no Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428/2006, disponibilizados pelo MMA em seu sitio de dados, independentes nesta secção da presença de fragmentos de vegetação nativa relacionados ao bioma, elementos essencialmente protegidos pela respectiva Lei.

Quadro 2.1-9 - Extensão sobre definições do Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428/2006 (km)

Fator/Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Extensão (km)	69,55	72,07	34,33

2.1.3.9 - Proximidade com Adensamentos Populacionais

Uma das premissas centrais na composição do eixo de passagem da LT foi o desvio de cidades e outros aglomerados residenciais. Entretanto, as alternativas atravessam uma região de variável ocupação, estando presentes cidades, vilas rurais e outros aglomerados residenciais.

Para aferir a proximidade da LT com adensamentos residenciais, foi considerada a malha de localidades para o território nacional (IBGE, 2015), sendo contado o número de pontos (cidades, lugarejos, povoados e vilas) presentes em sucessivos raios de distanciamento ($D = 2,5$ km) (Quadro 2.1-10).

Quadro 2.1-10 - Número de Localidades em raios de até 2,5 km

Fator/Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Proximidade Adensamentos Urbano	7	10	11

2.1.3.10 - Interferência em Terras Indígenas

A partir de pesquisa realizada na base de dados da FUNAI, verificou-se que há Terras Indígenas situadas próximas às alternativas estudadas, com distância menor que 5 km, distância estabelecida pela Portaria Interministerial nº 60/2015 (Quadro 2.1-11).

Quadro 2.1-11 - Número de Terras Indígenas a menos de 5 km

Fator/Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Terras Indígenas	1	1	0

2.1.3.11 - Interferência Direta em Projetos de Assentamento

Os projetos de assentamento (PA) possuem uma peculiar dinâmica de ocupação espacial, envolvendo, dentre outros aspectos, o parcelamento do espaço em pequenas glebas e a definição de áreas comunitárias. A interferência da LT com tais projetos pode implicar, portanto, relações fundiárias complexas e ocupação significativa da gleba pela faixa de servidão, aspectos que implicam em potencial vulnerabilidade a esta forma de ocupação.

O **Quadro 2.1-12**, apresenta os Projetos de Assentamentos (PA) atravessados pelas Alternativas estudadas. Para análise dos efeitos das Alternativas com os PA, foi analisada a extensão atravessada, com base em dados do INCRA (2016)¹⁶.

Quadro 2.1-12 - Área de Assentamentos Interceptados (ha)

Fator/Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Área Interceptada dos Projetos de Assentamento Interceptados	442,58	393,35	250,83

2.1.3.12 - Interferência Indireta em Projetos de Assentamento

Entendendo-se que a proximidade da LT com tais projetos também pode implicar em interferências na dinâmica territorial, o **Quadro 2.1-13** apresenta os Projetos de Assentamentos (PA) próximos às Alternativas estudadas (2,5 km de distância). Para análise dos efeitos das Alternativas com os PA, foi analisado o número de assentamentos interceptados, com base em dados do INCRA (2015).

Quadro 2.1-13 - Número de Projetos Assentamento em raios de até 2,5 km

Fator/Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Número de Projetos de Assentamento em raios de até 2,5 km	32	35	31

¹⁶ Base dados georeferenciada INCRA, 2016.

2.1.3.13 - Interferência com Comunidades Quilombolas

De acordo com consulta feita aos dados secundários disponibilizados pela ANEEL (2011), foi constatada a presença de comunidades quilombolas nos municípios atravessados, mas sem a indicação da localização das mesmas. A consulta feita à Fundação Cultural Palmares (FCP) também indicou a presença de comunidades quilombolas em alguns dos municípios atravessados, mas não indicou a sua localização precisa. Cabe destacar que não há uma base de dados pública que consolide as informações sobre as Comunidades Quilombolas no território nacional, o que limita as análises. Entretanto, como poderá ser verificado no item **2.2.4.5 - Populações Tradicionais**, a partir de levantamento de dados primários, foram verificadas comunidades quilombolas nas proximidades do traçado. Dessa forma, cabe observar que, segundo a Portaria Interministerial nº 60/2015, as comunidades quilombolas que possuem RTID localizadas a menos de 5 km das linhas de transmissão em áreas fora da Amazônia Legal e 8 km na área da Amazônia Legal devem ser estudadas de forma específica.

2.1.3.14 - Interferência com Comunidades Tradicionais

Com base em dados secundários georreferenciados, dentre as comunidades tradicionais mapeadas na região, foram identificadas somente populações indígenas e comunidades quilombolas, as quais já foram contempladas em itens específicos da presente análise.

2.1.3.15 - Interferência em Patrimônio Arqueológico, Histórico, Cultural, e Áreas de Beleza Cênica

Quanto às possíveis interferências em patrimônio arqueológico, histórico e cultural, essas não puderam ser analisadas em virtude da indisponibilidade de dados públicos georeferenciados que permitissem o cruzamento das alternativas com esses critérios de análise.

2.1.3.16 - Interferência com Patrimônio Espeleológico

Visando atender à Portaria MMA nº 421/2011 e os Decretos nº 99.556/1990 e 6.640/2008, a intervenção das alternativas de traçado com o potencial espeleológico foi composta com base em duas referências geográficas: (i) áreas de potencial espeleológico, e; (ii) proximidade das alternativas com cavidades naturais registradas.

Para aferir a extensão da alternativa sobre áreas de potencial espeleológico, foi usada a secção da LT sobre polígonos relacionados ao potencial Alto e Muito Alto do Mapa de Potencialidade de Cavernas no Brasil (Cavalcanti, 2012, Revista Brasileira de Espeleologia, ICMBIO/MMA), sendo os dados apresentados no **Quadro 2.1-14**.

Quadro 2.1-14 - Área de alto e muito alto potencial espeleológico (ha).

Fator	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Área com potencial espeleológico	158,56	170,93	79,78

2.1.3.17 - Variação Hipsométrica- Zonas de Elevada Declividade e Quebras Abruptas do Relevo

O estabelecimento de torres em trechos declivosos do relevo implica em riscos geotécnicos para as torres, além de maior propensão ao desenvolvimento de processos erosivos. Nesta condição, a travessia de serras e planaltos representa contrariedade à condição ótima para o estabelecimento da LT. Para estimativa das variações do relevo, foi usada a extensão de travessia das alternativas sobre declividades acima de 45°, tendo estas feições sido extraídas do modelo digital de elevação SRTM (2000), disponibilizado pela Embrapa. Entretanto, a análise dos dados disponíveis não detectou feições com declividades acima de 45° em nenhuma das alternativas.

2.1.3.18 - Interferência com Empreendimentos Lineares

A instalação de uma LT normalmente resulta em procedimentos conflitantes com outros empreendimentos lineares, exigindo neste cruzamento, condições construtivas específicas, como ângulo de travessia, distanciamento entre cabos, interrupção do funcionamento para obras, dentre outros. Entretanto, entende-se que este não é um elemento crítico na análise das alternativas. Para esta análise, os empreendimentos lineares foram distintos em ferrovias, dutos e linhas de transmissão. O **Quadro 2.1-15** apresenta o número de cruzamentos por alternativa estudada.

Quadro 2.1-15 - Quantidade de empreendimentos existentes interceptados pelas alternativas de traçado.

Empreendimento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ferrovia	4	4	4
Duto	3	4	3
Linha de Transmissão de Energia	5	6	7
Total	12	14	14

2.1.3.19 - Interferência com Processos Minerários

Linhas de transmissão são incompatíveis com atividades minerárias sob a faixa de servidão. Para estabelecimento da LT, cabe, portanto, a extinção dos processos minerários ao longo da mesma. Para análise das alternativas de traçado, foi utilizada a base disponibilizada pelo DNPM (SIGMINE, setembro de 2016), conforme **Quadro 2.1-16**. Para identificação das diferenças entre as alternativas, foi medido o número de polígonos com processos minerários, em fase de requerimento ou concessão de lavra, interceptados. A análise não faz distinção da substância ou fase relacionada à lavra, mas não inclui polígonos da fase 'Disponibilidade'.

Quadro 2.1-16 - Número de Processos minerários atravessados pela faixa de servidão das alternativas de traçado (em fase de lavra).

Processo Minerário	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Poligonais de áreas de processos minerários (em fase de requerimento ou concessão de lavra) interceptados	7	3	5

Haja visto o potencial minerário da região, reconhecido pelo Ministério de Minas e Energia, e ainda sobre este tema, foi feita uma análise sobre o número global de polígonos de áreas de processos minerários interceptados, independente da fase do processo junto ao DNPM. Neste caso, atribuiu-se um valor de importância menor durante a ponderação. Os valores brutos do número de polígonos de áreas de processos minerários interceptados são apresentados no **Quadro 2.1-17**

Quadro 2.1-17 - Número de Processos minerários atravessados pela faixa de servidão das alternativas de traçado (total).

Processo Minerário	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Poligonais de áreas de processos minerários interceptados	85	77	72

2.1.4 - Matriz de Avaliação

Todas as alternativas apresentam algum grau de interferência com todos os critérios selecionados. Foi notável também que, para alguns critérios, as diferenças eram bastante acentuadas enquanto para outros não. Assim, fez-se necessário o estabelecimento de um sistema de diferenciação que permitisse inferir sobre o grau de diferenciação entre as alternativas. O **Quadro 2.1-18** apresenta os resultados da análise das alternativas consolidando-a em uma Matriz de Avaliação das Alternativas.

Quadro 2.1-18- Matriz de Avaliação das Alternativas.

Critérios	Importância	RESULTADOS			DIFERENCIAÇÃO			SOMATÓRIO		
		ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT 1	ALT 2	ALT 3
Área de UCs atravessadas (Área - ha)	10	2.254,91	2.422,70	2.497,53	1	2	3	10	20	30
UCs Atravessadas (N°)		3	4	3	1	2	1	10	20	10
Estimativa de Supressão de Cobertura Vegetal		4.753,20	4.915,11	5.014,14	1	3	3	10	30	30
Projetos de Assentamentos Atravessados (Área - ha)		442,58	393,35	250,83	3	2	1	30	20	10
Sobreposição com polígonos de Mata Atlântica		69,55	72,07	34,33	3	3	1	30	30	10
Áreas de Importância Biológica para a Conservação Atravessadas	7	3.031,42	2.890,40	3.166,91	2	1	3	14	7	21
Corpos d'água interceptados pela faixa de servidão (N° total)		230	247	247	1	2	2	7	14	14
Área de alto e muito alto potencial espeleológico interceptados (Área interceptada - ha)		158,56	170,93	79,78	3	3	1	21	21	7
Proximidade TI (menos de 5 km)		1	1	0	2	2	1	14	14	7
Proximidade Adensamentos Urbanos (2,5 km)		7	10	11	1	2	2	7	14	14
Acessibilidade (N° de rodovias interceptadas)		224	213	214	2	1	1	14	7	7
Poligonais de áreas de processos minerários (em fase de lavra) interceptados (N° total)		7	3	5	3	1	2	21	7	14
Acessibilidade (N° de rodovias a menos de 1 km do eixo do traçado)	338	346	384	3	2	1	21	14	7	
Projetos de Assentamentos no raio de 2,5 km	5	32	35	31	1	2	1	5	10	5
Poligonais de áreas de processos minerários. N° total		85	77	72	3	2	1	15	10	5
Extensão total (km)		1.103,53	1.710,56	1.152,48	1	3	2	5	15	10
Empreendimentos lineares interceptados		12	14	14	1	2	2	5	10	10
TOTAL								239	263	211

A partir dos dados expostos no **Quadro 2.1-18**, pode-se aferir que a alternativa locacional mais adequada é a **Alternativa 3**. Esta alternativa apresentou menor interferência do que as demais nas avaliações das variáveis relacionadas à socioeconomia, como pode-se observar. A **Alternativa 3** tem a menor interceptação e o menor número de aproximações com Projetos de Assentamento. Além disso, esta alternativa é a única com afastamento maior que 5 km de Terras Indígenas.

Nos parâmetros relacionados ao biótico, a **Alternativa 3** apresenta a maior interferência com áreas de importância biológica e com a maior estimativa preliminar de cobertura vegetal passível de supressão, considerando exclusivamente a acessibilidade pela faixa de servidão. Entretanto, como visto anteriormente, a facilidade de acessos existentes é um determinante importante para evitar a necessidade de supressão de vegetação. Com relação à extensão estimada de Mata Atlântica, a **Alternativa 3** apresenta intervenção consideravelmente inferior que as outras alternativas.

Nas análises relacionadas aos fatores físicos, verifica-se que a **Alternativa 3** é a que apresenta menor extensão da área de alto e muito alto potencial espeleológico interceptados.

Considerando todos os critérios supracitados, a **Alternativa 3** mostrou-se a mais socioambientalmente favorável, sendo assim, selecionada pelo empreendedor e estudada como objeto deste EIA.

2.1.5 - Descrição do Traçado Selecionado e Identificação de Determinantes

O traçado da alternativa selecionada inicia-se na locação da SE Bacabeira, onde no sentido Oeste ocorre o seccionamento para conexão na já existente LT 500 kV Miranda II - São Luís II C1 e C2 e para leste evolui todo o corpo principal do empreendimento. No sentido leste, os 02 (dois) circuitos que saem da SE Bacabeira (LT 500 kV Bacabeira - Parnaíba III C1 e C2) seguem em paralelismo por cerca de 6,5 km. Este paralelismo inicial visava reduzir as interferências com os meandros do rio Itapecuru. A partir deste ponto, buscou-se o afastamento dos circuitos C1 e C2 para atender à solicitação do Leilão, que orientou este afastamento para que a redundância do sistema fosse efetiva e que eventos externos (ex.: ventos ou incêndios) não atingissem ambos os circuitos simultaneamente.

Para orientar a direção e o alcance da locação da SE Parnaíba III, as 02 (duas) principais premissas, para estes trechos, a serem seguidas foram: (i) utilizar a infraestrutura existente visando reduzir a necessidade de abertura de acessos e (ii) buscar a passagem pela menor extensão de área periodicamente alagável. Assim, o Circuito 1 do trecho Bacabeira - Parnaíba III seguiu mais a norte buscando o máximo de paralelismo oferecido pela presença da MA-402, mas respeitando as limitações impostas pelos ângulos construtivos desse tipo de empreendimento. Enquanto isso, o Circuito 2 seguiu cerca de 5 km mais ao sul até a altura do quilômetro 50, quando há uma ligeira redução do afastamento de forma a buscar a passagem pela menor extensão de área periodicamente alagável (**Figura 2.1-2**).

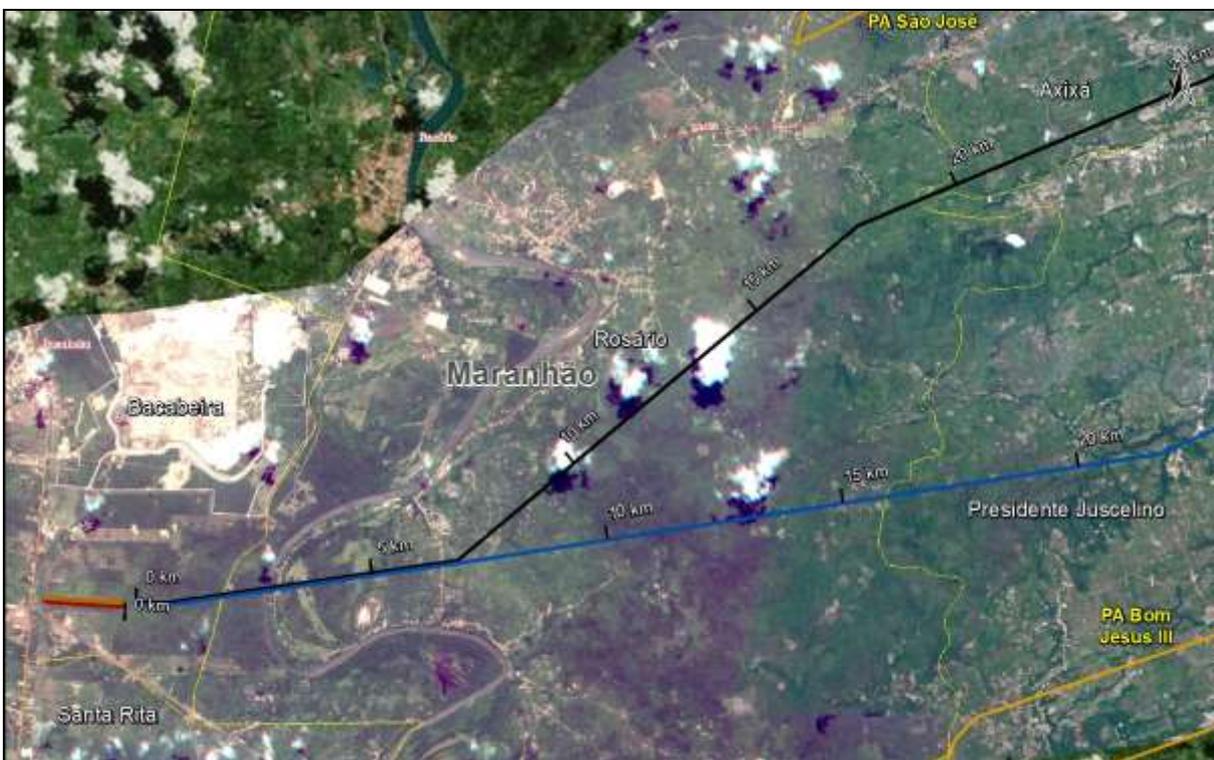


Figura 2.1-2 - Macro visualização do trecho de saída da SE Bacabeira

Até a altura do quilômetro 120, o Circuito 1 segue praticamente paralelo à rodovia MA-402, havendo pontuais intercepções. A partir desse ponto, o Circuito 2, que até então seguia mais ao sul, passa a contar com maior proximidade da rodovia MA-402. Neste trecho, também ocorre a passagem por Projetos de Assentamentos e a evitação de estrutura existente, principalmente casas, com a inclusão de ângulos mais acentuados e curtos na proposta da LT (**Figura 2.1-3**).



Figura 2.1-4 - Macro visualização do trecho de passagem pelo rio Parnaíba

A partir da SE Parnaíba III, a LT segue em sentido nordeste, por cerca de 25 km, até alcançar e seguir em paralelismo às rodovias BR-402, PI-210 e CE-085. Ainda na proximidade do rio Parnaíba, as manchas de vegetação de cerrado são presentes, onde formações de vegetação típicas de Cerrado Senso Restrito podem ser observadas. A medida que se desloca em direção oeste, o ambiente deixa de ter influência lacustre e a presença de restingas e passa a caracterizar-se pela presença de áreas antropizadas, especialmente pela conversão do uso do solo para cultivo de caju. Há também presença de agricultura de subsistência margeando as rodovias supracitadas.

Após passar pelas proximidades de Chaval, a LT passa pela parte mais ao sul de 03 (três) Projetos de Assentamentos - PA Lagoa do Mato, PA Carnaúba Furada e PA Novo Jabuti, evitando a aproximação com edificações. A passagem mais ao sul foi evitada objetivando não passar tão próximo de açudes e pequenas lagoas presentes na região.

O traçado segue contornado a parte sul do centro urbano de Granja e volta a seguir no sentido nordeste, buscando o paralelismo da CE-085. A partir do quilômetro 135 do trecho Parnaíba III - Acaraú II a região passa ser servida por diversas vias não pavimentadas em função da presença das áreas de cultivo de caju. A LT segue sem obstáculos significativos até a aproximação com o centro urbano de Cruz, quando passa a seguir em paralelismo com o trecho Acaraú III - Tianguá II e alcançar a SE Acaraú III. Este paralelismo acontece por pouco menos de 10 km.

Após o breve trecho de paralelismo supracitado, a Acaraú III - Tianguá II apresenta um ângulo acentuado para seguir na direção sul. Essa descida tem como principais desafios a passagem por uma das áreas com maior potencial espeleológico, além da evitação de áreas de Mata Atlântica e zonas urbanizadas.

Partindo do município de Acaraú no sentido de Tianguá, estado do Ceará, este trecho de LT caracteriza-se por estar inicialmente inserido nas várzeas do rio Acaraú, onde extensas áreas são destinadas à agricultura, especialmente caju. Formações naturais de áreas alagáveis com presença de carnaubais, formando as denominadas Savanas Estépicas Parque se estendem até as proximidades do município de Uruoca, a partir de onde, no sopé da serra de Ibiapaba, a vegetação já passa a apresentar porte mais denso, variando entre as Savanas Estépicas Florestadas e Arborizadas que ainda persistem nas áreas mais escarpadas.

Optou-se por buscar algum paralelismo em um curto trecho com a BR-402. Em seguida a LT segue em um leve ângulo a sudoeste evitando o PA Torrões. Segue-se uma leve aproximação de Uruoca para obtenção de paralelismo com a CE-362 e a evitação do PA Pedro Preta. Para evitar a Serra da Gameleira, a LT apresenta novo ângulo até interceptar a CE-364 (Figura 2.1-5).

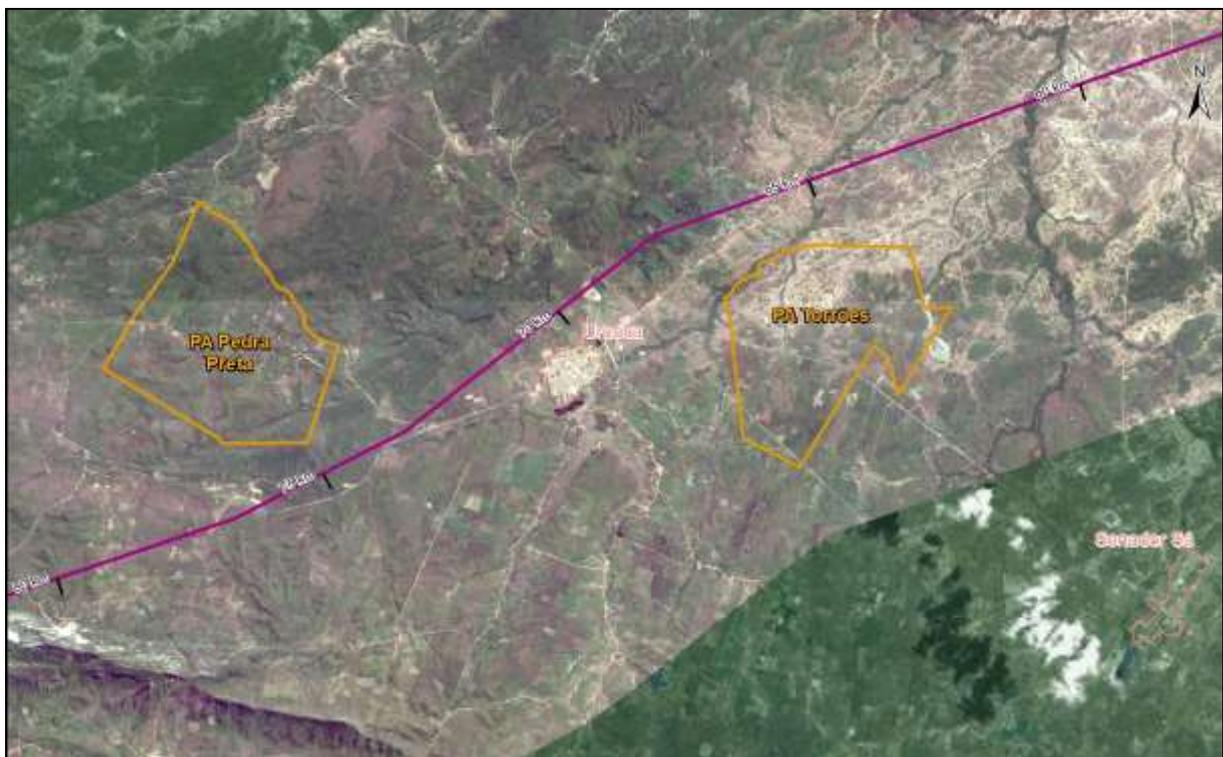


Figura 2.1-5 - Macro visualização do trecho de passagem da região de Uruoca

Com o objetivo de alcançar a SE Tianguá II, localizada um pouco a sudoeste do centro urbano de Tianguá, contorna-se o PA Puxa pela face oeste, evitando assim a aproximação do Parque Nacional de Ubajara assim como da Serra de Ubajara (Figura 2.1-6). A Serra do Uruoca é reconhecida por conservar remanescentes significativos de Mata Atlântica, espécies endêmicas e um elevado número de feições espeleológicas.



Figura 2.1-6 - Macro visualização do trecho de passagem da região de Tianguá

Mesmo evitando a Serra do Uruoca, a LT passou por um trecho de alto potencial espeleológico, onde foram identificadas várias cavidades, cujas descrições e localizações são detalhadas no item 2.2.2.9 - Espeleologia. A passagem por este trecho envolvia a manutenção de afastamento de pelo menos 250 m das cavidades e a evitação de interferência com residências na região (Figura 2.1-7). Um outro elemento considerado pela passagem foi garantir a manutenção do afastamento da rampa de voo livre localizada nas coordenadas 271305,096 E / 9602669,106 N, Fuso 24S.

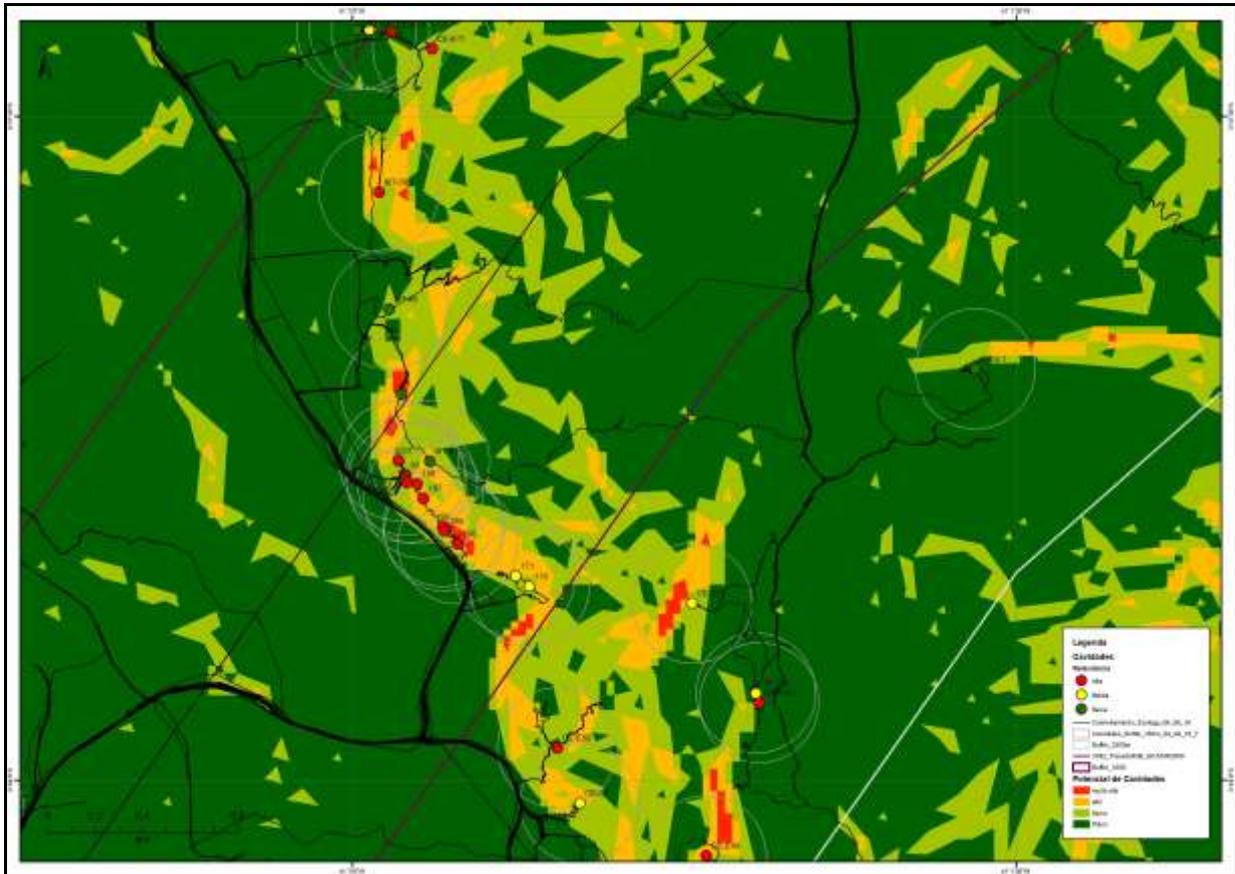


Figura 2.1-7 - Macro visualização do trecho de passagem de alto potencial espeleológico próximo à região de Tianguá

Já na chegada da SE Tianguá III, a LT passa por área não edificada de 02 (dois) Projetos de Assentamento - PA Bom Jesus e PA Tucuns. Este último é interceptado também pelo Seccionamento da SE Tianguá II na LT 500 kV Teresina II - Sobral III (Figura 2.1-8).



Figura 2.1-8 - Macro visualização do trecho de passagem pelos Projetos de Assentamento - PA Bom Jesus e PA Tucuns.

Em função da alta densidade populacional, margeando os cursos d'água locais, há poucas opções de chegada à LT 500 kV Teresina II - Sobral III. Na região verifica-se também um intenso parcelamento de solo que a caracteriza pela presença de pequenas propriedades rurais com produção de agricultura de subsistência (Figura 2.1-9).



Figura 2.1-9 - Macro visualização do trecho de chegada à existente LT 500 kV Teresina II - Sobral III.

O trecho final do empreendimento é representado pela ligação Acaraú III - Pecém II. O trecho inicia-se na SE Acaraú III, segue em paralelismo com a LT existente e evita a aproximação com edificações até o quilômetro 15, quando apresenta acentuado ângulo para evitação de Terras Indígenas e Projetos de Assentamento adiante. Entre os quilômetros 20 e 65, a LT contorna os assentamentos presentes na região (Figura 2.1-10).



Figura 2.1-10 - Macro visualização do trecho de passagem pelos Projetos de Assentamento e Terras Indígenas próximos à Itarema.

Retomando a facilidade relativa de rodovias existentes, a LT segue ao longo deste trecho sem maiores impeditivos até a aproximação com São Gonçalo do Amarante (CE). A aproximação norte da SE Pecém II foi descartada pela presença de diversos loteamentos em fase de implantação, além da tendência de crescimento de São Gonçalo do Amarante utilizando como eixo a CE-085. Adicionalmente, verificou-se uma limitação operacional uma vez que os barramentos de 500 kV desta subestação localizam-se ao sul e os barramentos de 230 kV ao norte, demandando contorno de chegada que era limitado também pela presença da Companhia Siderúrgica do Pecém III.

Para a alternativa ao sul, o ponto mais crítico tornou-se os últimos 4 km, próximos à lagoa do Gereraú. No entorno da lagoa verificou-se a presença de LTs existentes, edificações e o Condomínio Industrial do Pecém em fase de planejamento e pré-instalação. A Figura 2.1-11 abaixo apresenta as diversas alternativas locais analisadas para esta chegada. A opção de encaminhamento linear a partir do vértice 31, mantendo o afastamento da lagoa demandava maior aproximação em áreas edificadas em função das LTs já existentes, sendo assim descartada. Foram estabelecidos então 06 (seis) vértices contornando marginalmente a lagoa e evitando tanto o condomínio industrial quanto as edificações.

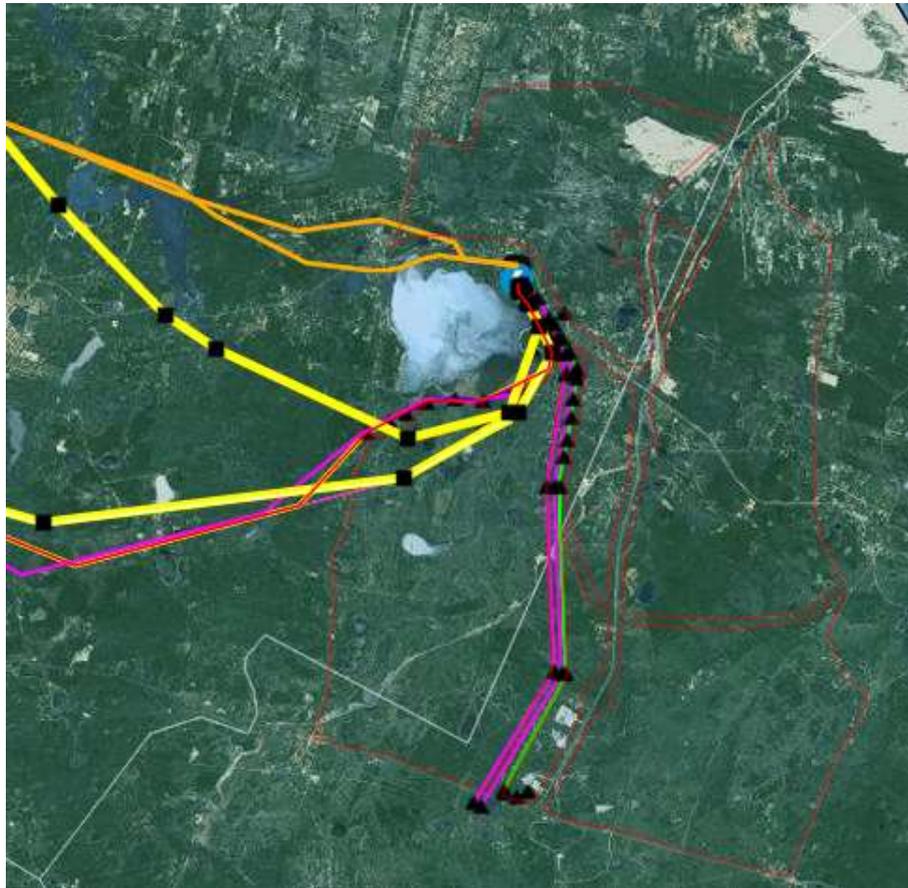


Figura 2.1-11 - Macro visualização das diversas alternativas de chegada à SE Pecém II.

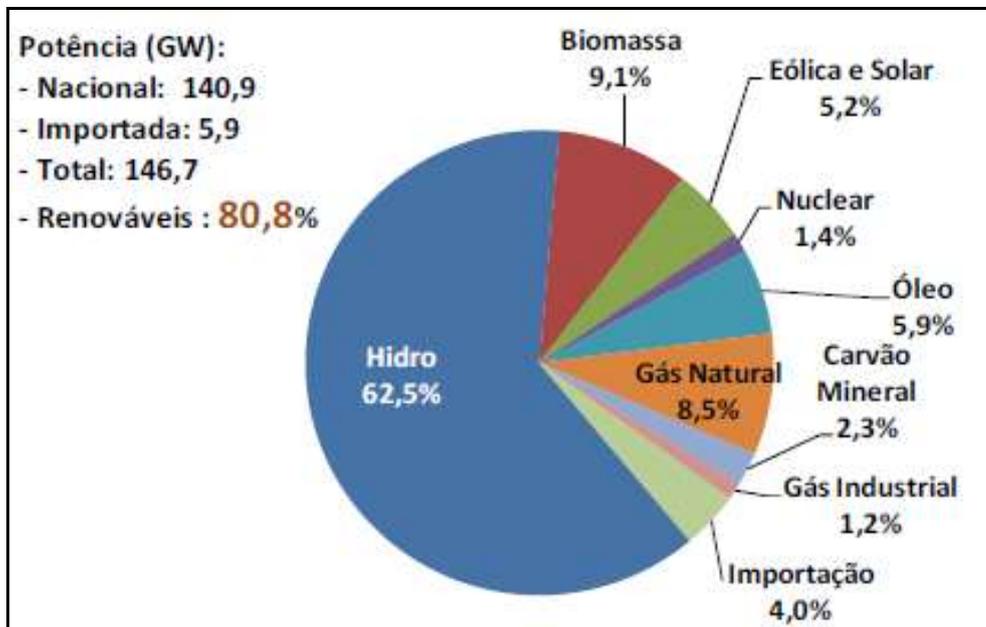
2.1.6 - Hipótese de Não Instalação do Empreendimento

A Política Energética Nacional (PEN) instituída pela Lei nº 9.478/1997, divide o setor elétrico em 03 (três) sistemas: Geração, Transmissão e Distribuição. No que tange à geração, a PEN define, como estratégia primária, a exploração do amplo potencial hidroenergético brasileiro, que se apresenta como a principal forma de geração projetada. Nos últimos anos, as fontes alternativas de energia ganharam força significativa, com destaque para a geração eólica. Tal fato em parte relaciona-se com os esforços de redução das emissões de gases contribuintes ao efeito estufa e, em parte com as limitações impostas por condições climáticas nacionais, onde destaca-se a redução de chuvas e consequente redução de disponibilidade de energia elétrica de origem hidráulica (EPE, 2016)¹⁷. Neste contexto, a produção eólica vem sendo fomentada, tanto por ações federais, com a Lei nº 10.438/2002, regulamentada pelo Decreto nº 5.025/2004 do

¹⁷ EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Resenha Energética Brasileira: Exercício de 2015. 31 p. 2016.

Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), quanto por diversas ações estaduais. O uso complementar de fontes alternativas é ainda incorporado ao Plano Nacional de Energia - 2030 e contemplado nos Planos Decenais de Expansão de Energia, sendo sucessivamente contratada através dos leilões energéticos, desde 2013.

Diante deste fato, verifica-se a crescente representatividade da geração de fonte eólica para a matriz energética. De acordo com EPE (2016), a potência instalada brasileira em dezembro de 2015 era da ordem de 140 GW, dos quais cerca de 5,4% eram ofertados pela geração eólica (Figura 2.1-12).



Fonte: EPE, 2016¹⁸

Figura 2.1-12 - Composição da Matriz Energética Brasileira em Dezembro/2015.

No supracitado cenário, os estados do Nordeste têm especial destaque. Os Leilões LER 2013, A-5 2013 (a), A-3 2013 e A-5 2013 (b), por exemplo, realizados no 2º semestre de 2013, foram responsáveis pela contratação de 7.145,7 MW em potência instalada, dentre os quais 4.121,5 MW estão localizados na região Nordeste. O crescimento do aproveitamento do potencial de energia eólica, com significativa predominância na região do Nordeste brasileiro, torna necessário o adequado dimensionamento da Rede Básica dessa região a fim de escoar a energia das usinas já

¹⁸ EPE - Empresa de Pesquisa Energética. *Resenha Energética Brasileira: Exercício de 2015*. 31 p. 2016.

licitadas e provimento de folga ao sistema elétrico de transmissão para conexão de novos empreendimentos. As regiões do litoral dos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, apesar de apresentarem expressivo potencial eólico, tiveram poucos parques eólicos viabilizados, principalmente devido à ausência de uma rede de transmissão adequada para conexão desses empreendimentos. Dessa forma, mostrou-se necessária a realização de estudos para o redimensionamento das redes de transmissão, de forma a não haver empecilhos para o pleno escoamento dos potenciais eólicos previstos para essas regiões (EPE, 2015)¹⁹.

Os estudos consolidaram várias possibilidades de expansão da Rede Básica dos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, com linhas de transmissão em 230 kV e 500 kV. Todas as alternativas avaliadas atendem aos critérios de planejamento e às premissas estabelecidas para os estudos pré-leilão. O detalhamento das alternativas foi consolidado no conjunto de relatórios "R" que subsidiou o Leilão nº 013/2015, promovido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), em 13/04/2016.

A partir da base de dados de empreendimentos cadastrados na EPE, foi estimado um potencial eólico de 6.240 MW no litoral dos estados do Maranhão, Piauí e Ceará. Vale ressaltar que essa distribuição foi adotada como premissa para o dimensionamento do sistema elétrico proposto, não sendo ela fixa, mas dependente dos resultados dos futuros leilões de energia e também dos empreendimentos que optarem pelo ambiente livre de contratação. Para o desenvolvimento dos estudos, considerou-se ainda 03 (três) cenários: (i) Cenário de Intercâmbio Nordeste Máximo Exportador Seco (predominantemente eólico); (ii) Cenário de Intercâmbio Nordeste Máximo Importador; (iii) Cenário de Intercâmbio Zero.

No Cenário de Intercâmbio Nordeste Máximo Exportador Seco (predominantemente eólico), considera-se um elevado carregamento das linhas de transmissão de interligação entre as regiões Norte e Nordeste, fato este que torna este cenário crítico para o dimensionamento do sistema no tocante ao controle de tensão. Neste cenário, foi considerada uma exportação máxima da região Nordeste em torno de 11.500 MW, incluindo a geração de energia hidráulica, eólica e térmica nordestina. Foi considerado ainda, nesse cenário, o despacho pleno do potencial eólico vislumbrado para a região nordeste do Maranhão, litoral do Piauí e litoral oeste do Ceará, (6.240 MW).

¹⁹ EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Estudos para a licitação da expansão da transmissão. Análise técnico-econômica de alternativas: relatório R1. Estudo para Escoamento do Potencial Eólico dos Estados do Maranhão, Piauí e Ceará. 319 p. 2015.

No Cenário de Intercâmbio Nordeste Máximo Importador considerou-se um elevado carregamento das linhas de transmissão de interligação entre as regiões Norte e Nordeste, fato este que novamente torna este cenário crítico para o dimensionamento do sistema no tocante ao controle de tensão, principalmente no patamar de carga pesada. Neste cenário, foi simulada a importação máxima da região Nordeste em torno de 9.100 MW, com geração mínima das usinas hidráulicas do rio São Francisco (1300 m³/s), geração eólica em torno de 10% da capacidade instalada das usinas contratadas e geração térmica inflexível (570 MW). Foi considerado ainda nesse cenário o despacho pleno do potencial eólico vislumbrado para a região nordeste do Maranhão, litoral do Piauí e litoral oeste do Ceará, (6.240 MW). Na região Norte, foi considerado um despacho em torno de 95% da capacidade instalada das usinas de Tucuruí e Belo Monte.

Por último, considerou-se o Cenário de Intercâmbio Zero, no qual haveria baixo carregamento das linhas de transmissão de interligação entre as regiões Norte e Nordeste, fato este que torna este cenário crítico para o dimensionamento do sistema no tocante ao controle de tensão, principalmente no patamar de carga leve.

Com base nestes cenários, realizou-se estudos que evidenciaram que o sistema elétrico da região nordeste do Maranhão, litoral do Piauí e litoral oeste do Ceará é composto por redes de distribuição que atendem à carga de consumidores locais. Mas, esta rede é considerada inadequada para escoar o potencial eólico caso este tenha o crescimento projetado, superior a 6.000 MW.

Este arranjo, em sua demanda projetada, configurou o Lote A, apresentado no Edital do Leilão nº 013/2015 da ANEEL, objeto deste estudo, conforme descreve o **Capítulo 1.4 - Caracterização do Empreendimento**.

Em suma, para continuidade da migração da matriz energética brasileira para fontes mais limpas, assim como para garantir a manutenção e ampliação do SIN, mostra-se fundamental a implantação do projeto em tela, não sendo factível o cenário de não implantação do empreendimento.

2.1.7 - Considerações Finais

A diretriz primária do eixo da LT 500 kV Bacabeira - Pecém II foi apresentada no Relatório de Caracterização e Análise Socioambiental (R3), levada ao Leilão ANEEL nº 013/2015. O traçado R3, tratado neste estudo como **Alternativa 01**, apresentou-se como o mais curto, entretanto com alto potencial de interferência em feições críticas como a passagem por Projetos de Assentamentos e remanescentes de Mata Atlântica.

Avaliando estas e outras potenciais interferências, foram realizadas análises de múltiplas alternativas, consolidadas em 03 (três) principais, objeto da presente comparação. Ponderando-se 04 (quatro) fatores (ambiental, fundiário, econômico e tecnologia de engenharia) para a identificação do eixo de passagem, verifica-se que, para um empreendimento linear, especialmente uma linha de transmissão, a acessibilidade é um determinante. Historicamente, a abertura de acessos tem se mostrado uma das ações mais impactantes para a implantação de linhas de transmissão, assim a seleção da alternativa prioriza a utilização de acessos e facilidades já existentes.

O aprimoramento do traçado, visando redução dos impactos, é um processo que envolve a conjugação de diversos critérios, dentre os quais aqueles de caráter de engenharia, de segurança, econômicos, ambientais e sociais. A composição do traçado final é, portanto, resultado de olhares progressivos que analisam o meio em escalas cada vez maiores, garantindo desta forma, a melhor inserção do empreendimento no meio, tanto para aspectos construtivos, quanto operacionais.

Este capítulo sumarizou o processo de análise de alternativas locais, indicando de forma comparativa para aspectos socioambientais a **Alternativa 3** como aquela de menor intervenção frente às mais evidentes vulnerabilidades do meio. Em princípio, este resultado era esperado, visto que a proposição desta alternativa é resultado do processo deste aprimoramento do traçado, o qual incorpora otimizações, propostos como parte do Diagnóstico realizado para este EIA/RIMA. A incorporação destas melhorias traduz-se em um traçado de 1.152,48 km que, em termos comparativos, pode ser medido pela economia de necessidade de abertura de novos acessos.

Ao fim, mesmo diante do conjunto de esforços, verifica-se que a LT 500 kV Bacabeira -Pecém II representa empreendimento que impõe impactos ao meio, portanto exigindo uma criteriosa identificação e avaliação dos impactos ambientais, assim como correta gestão daquelas adversidades inevitáveis, estudo apresentado no Capítulo 3 - Análise dos Impactos Ambientais.

