

ÍNDICE

2.2.2.2 -	Sismicidade.....	1/6
-----------	------------------	-----

Legendas

Figura 2.2.2.2-1 - Províncias geoestruturais do Brasil.....	2/6
Figura 2.2.2.2-2 - Mapa de Sismos do Brasil. Fonte: OBSIS.	4/6
Quadro 2.2.2.2-1 - Lista de Sismos Ocorridos na Área de Estudo do empreendimento.....	5/6

2.2.2.2 - Sismicidade

A maior parte dos terremotos ocorre ao longo de estreitas faixas que dividem a litosfera em aproximadamente 12 grandes regiões, as chamadas placas litosféricas. Nas bordas das placas litosféricas, ocorre um grande acúmulo de esforços pela interação entre elas, originando os terremotos, quando esses esforços ultrapassam o limite de ruptura das rochas. De acordo com Suguio (1998), terremotos são súbitos tremores ocasionados pelo repentino alívio de esforço lentamente acumulado, associado, frequentemente, a falhamentos ou atividades vulcânicas.

No interior das placas, os esforços normalmente não são suficientes para gerar uma grande quantidade de terremotos. É o que ocorre, por exemplo, no Brasil, situado no meio da placa Sul-Americana, que vai da região dos Andes, a oeste, até o centro do oceano Atlântico Sul, a leste. O Brasil está longe das bordas e, portanto, distante dos grandes terremotos, mas isso não significa que não ocorram sismos no Brasil.

Os tremores, no País, são reflexos de fortes terremotos ocorridos principalmente na Cordilheira dos Andes, no Chile, e também pela reativação e movimentação de falhas geológicas antigas na borda leste da plataforma. De qualquer forma, a probabilidade de o Brasil ser atingido por um terremoto catastrófico é remota. A grande parte dos sismos brasileiros é de pequena magnitude (<5mb) (Haberlehner, 1978).

Os sismos da Região Nordeste, onde se localiza a LT 500 kV Bacabeira - Pecém II, registrados nos bancos de dados oficiais, quando comparados às demais regiões do Brasil, apresentam uma intensidade considerável. Essa realidade é decorrente do fato da Região Nordeste ser a principal região de atividade sísmica no Brasil, sobretudo no que diz respeito à Província Borborema. Entretanto, cabe destacar que a maior parte desses sismos não ultrapassa a magnitude 5,0 e, normalmente, acarretam poucos efeitos observáveis na superfície.

2.2.2.2.1 - Metodologia

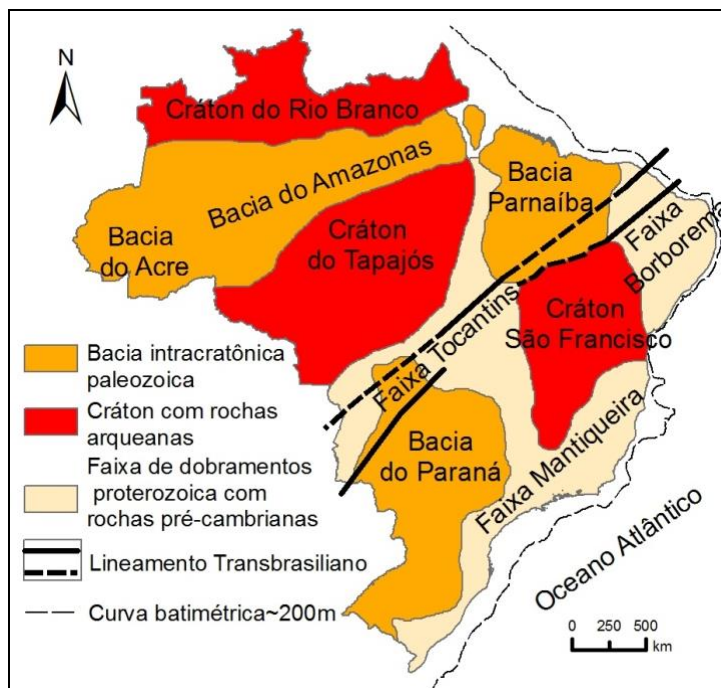
O levantamento sismológico da área de estudo da Linha de Transmissão 500 kV Bacabeira - Pecém II foi realizado visando à caracterização da sismicidade e suas relações com a tectônica, de forma a obter a avaliação do potencial sísmico da região.

Dessa forma, a caracterização dos aspectos sismológicos foi realizada com base no levantamento de dados bibliográficos, assim como na análise e compilação do histórico de sismicidade natural e induzida utilizando os dados dos principais observatórios e estações sismográficas existentes no país (UNB, IAG/USP, IPT), que possuem dados desde 1.800 até os dias atuais.

Nessa listagem, a data e as coordenadas geográficas informadas são as do epicentro, quando foi possível determiná-lo, da localidade mais afetada, ou da principal localidade onde o sismo foi sentido. O erro na determinação dos epicentros foi estimado de acordo com os dados microsísmicos disponíveis, levando-se em conta que o epicentro está na região de maior intensidade. A ausência de um valor para o erro de epicentro indica que não existem dados para tal estimativa.

2.2.2.2.2 - Caracterização da Sismicidade da Região de Inserção da Área de Estudo

O arcabouço estrutural da área de influência do empreendimento é complexo e é composto pelas Províncias Estruturais Parnaíba (Almeida et al. 1977; Hasui et al. 1984a) e Borborema (Almeida et al. 1981), conforme pode ser observado na **Figura 2.2.2.2-1**. A Província Estrutural Parnaíba é caracterizada pelo predomínio de rochas sedimentares e vulcânicas não deformadas, com presença de rochas pré-cambrianas aflorantes, em janelas erosivas e tectônicas, em meio à cobertura sedimentar. A província Borborema, por sua vez, é marcada por terrenos Pré-Cambrianos que foram retrabalhados em ciclos termotectônicos Neoproterozóicos, que remobilizaram e rejuvenesceram as rochas pré-existentes por migmatização, granitização, falhamentos e dobramentos.



Fonte: Adaptado de Hasui (2012).

Figura 2.2.2.2-1 - Províncias geostruturais do Brasil.

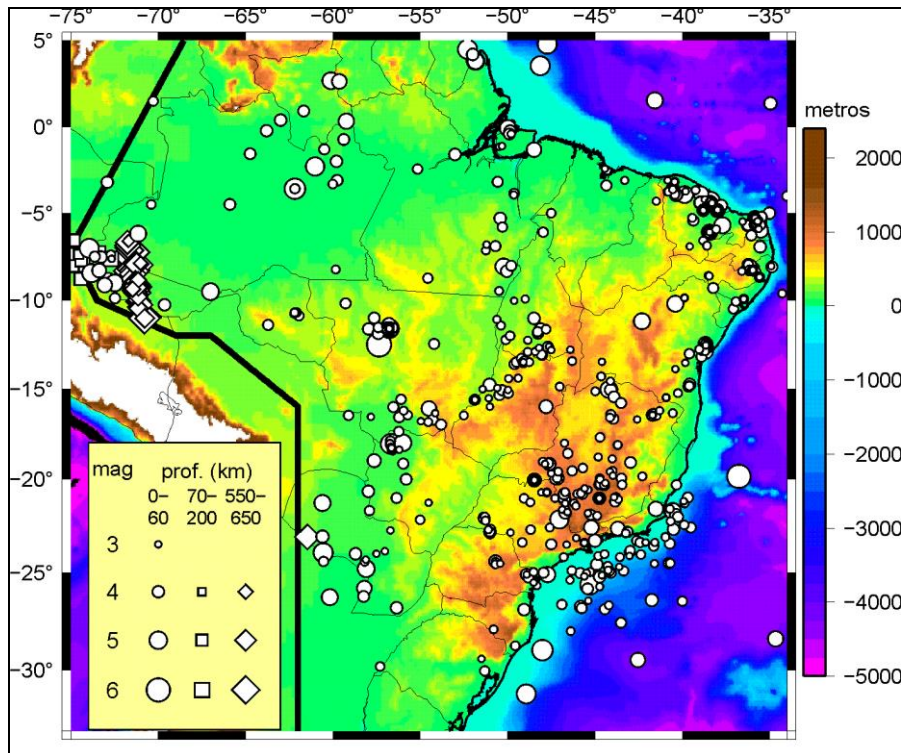
Soma-se a este arcabouço estrutural, o processo de rifteamento que fragmentou o supercontinente Gondwana, separando a África da América do Sul. Esse processo foi marcado por fraturamentos e falhamentos que deslocaram blocos, abatendo e soerguendo o substrato geológico, reativando falhas do Pré-Cambriano. As reativações dessa zona de fraqueza da crosta fizeram-se presentes até o Cretáceo Superior e Paleógeno. Hoje, a atividade crustal na placa litosférica americana está concentrada na cordilheira andina e na dorsal meso-oceânica do Atlântico. Obviamente, as relações entre a geologia e a sismicidade regional são existentes, porém, os eventos mais contundentes do passado não estão ocorrendo hoje em dia.

Na **Figura 2.2.2.2-1** também é possível observar a influência da faixa sísmica Tocantins na área de estudo. Nesta faixa, há um paralelismo entre a direção geral dos epicentros e a orientação dos lineamentos Transbrasiliano. Apesar desta correlação, os epicentros não coincidem diretamente com os lineamentos, indicando uma relação indireta entre a sismicidade e a estrutura que originou os lineamentos (Teixeira et al., 2004).

O Mapa de Sismos do Brasil apresenta as áreas de ocorrência de sismos e suas intensidades (**Figura 2.2.2.2-2**). Nele, podemos observar zonas de concentração de sismos, sendo notáveis as zonas no interior dos estados de Goiás e Minas, na zona marinha da região Sudeste, mais precisamente no Rift da bacia sedimentar de Santos e na província Borborema.

A localização dos epicentros sísmicos, na área de estudo, evidencia que estes compõem um padrão fortemente alinhado, possivelmente respeitando a estruturação do embasamento local, sobretudo no município de Uruoca. Dados históricos, no Brasil, indicam que a maioria dos sismos apresenta baixa magnitude, com valores entre 0,8 e 3,7 e valor médio de 2,8. Tais dados permitem associar a origem dos tremores com eventos localizados, envolvendo pequenas movimentações e reajustes de blocos crustais. Ou seja, a atividade sísmica, que historicamente atinge a região, sugere um controle estrutural, em que a liberação de energia sísmica, em geral, ocorre em áreas afetadas por falhamentos ou convergência de estruturas.

Além das informações contidas no catálogo de sismos do IAG, a caracterização da sismicidade natural (tectônica) da região é baseada também nos dados observacionais de sismicidade existentes na base de dados sísmicos criada, mantida e atualizada pelo Observatório Sismológico - SIS da Universidade de Brasília - UnB. Esta análise abrange a caracterização sismotectônica da região.



Fonte: OBSIS.

Figura 2.2.2.2-2 - Mapa de Sismos do Brasil.

De acordo com a **Figura 2.2.2.2-2** também é possível observar que a Região Nordeste é uma das principais regiões de atividade sísmica no Brasil, principalmente na Província da Borborema, com destaque para a Borda da Bacia Potiguar (Rio Grande do Norte e leste do Ceará), o Noroeste do Ceará e a região no entorno da Zona de Cisalhamento Pernambuco (FERREIRA et al., 2013).

Dessa forma, os sismos registrados nos bancos de dados oficiais da Região Nordeste, dentro da área de estudo da LT 500 kV Bacabeira - Pecém II, apresentam uma intensidade e recorrência superior às demais regiões do Brasil, sendo os sismos classificados como do tipo intraplaca, que não são tão destrutivos quanto os das regiões de borda de placa.

De acordo com Nogueira (2008):

“As causas da sismicidade intraplaca são pouco conhecidas e muitas hipóteses têm sido propostas. Os sismos intraplacas podem ser causados pela reativação de planos de fraqueza crustal pré-existentes, como falhas e fraturas, ‘fabric’ tectônico pré-existente, heterogeneidades de materiais, movimento de placas, limite de paleoplasas e variações de temperatura na Moho.”

A região Nordeste tem registrado sismos de magnitude próxima ou superior a 5,0 e a borda da Bacia Potiguar é a única área sísmica fora da influência dos Andes que aparece no mapa global de ameaça sísmica (Shedlock & Tanner, 1999 apud FERREIRA, 2013).

De acordo com NOGUEIRA (2008), o Nordeste do Brasil tem um regime sísmico que pode estar associado à sua posição intraplaca que, por sua vez, promoveria uma compressão NE-SW sub-horizontal. A migração da placa onde encontra-se o Brasil favoreceria uma compressão EW que, associada à movimentação da placa na direção W, converge com a placa de Nazca.

Os sismos registrados na Região Nordeste são de grande intensidade quando comparados ao resto do território brasileiro, fator diretamente relacionado à distância entre o hipocentro e a superfície: quanto menor a distância, maior a intensidade do sismo, independentemente de sua magnitude. A relação entre intensidade e distância entre o hipocentro e a superfície, é que determina a dimensão do estrago promovido por um evento sísmico.

2.2.2.2.3 - Listagem de Sismos para a Região Nordeste do Brasil

A listagem apresentada no Quadro 2.2.2.2-1 é uma síntese de todas as informações relevantes relativas a cada evento sísmico ocorrido nos estados da Região Nordeste, reunidas e atualizadas desde 1830 até 2016. A caracterização dos aspectos sismológicos foi realizada com base no levantamento, análise e recopilação do histórico de sismicidade natural e induzida, utilizando os dados dos principais observatórios e estações sismográficas existentes, principalmente da UnB e do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo - IAG/USP.

Quadro 2.2.2.2-1 - Lista de Sismos Ocorridos na Área de Estudo do empreendimento

Ano	LAT	LONG	UF	MAG	LOCAL	Distância à LT (km)
1830	-3.1	-40.84	CE	3	Granja	4,7
1919	-3.87	-38.92	CE	4.5	Caucaia	23,9
1993	-3.25	-40.45	CE	2.1	Senador Sá	0,8
2008	-3.19	-40.43	CE	1.8	Marco	5,3
2009	-3.07	-40.73	CE	2.6	Granja	1,9
2012	-3,00	-41,14	CE	2,5	Barroquinha	8,2
2014	-3.88	-40.98	CE	3.5	Ubajara	1,8
2015	-3.25	-40.55	CE	2.3	Uruoca	4,6
2015	-3.28	-40.55	CE	2.2	Uruoca	1,4
2015	-3.3	-40.58	CE	1.3	Uruoca	1,8
2015	-3.33	-40.52	CE	2.6	Uruoca	4,9

Fonte: IAG/USP - Instituto de Astronomia e Geofísica da Universidade de São Paulo (2016) e OBSIS/UnB - Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (2016).

A coluna Ano informa o ano de ocorrência do sismo. As coordenadas geográficas (colunas LAT e LONG) são as do epicentro, quando foi possível determiná-lo, da localidade mais afetada, ou da principal localidade onde o sismo foi sentido. A coluna MAG aponta as magnitudes mb. A coluna local informa o município de ocorrência do sismo e a coluna distância à LT comunica a quilometragem estimada entre o epicentro do sismo e o empreendimento.

2.2.2.2.4 - Considerações Finais

As características sismotectônicas da região sugerem que o maior potencial sísmico está associado à província Borborema, onde o trecho LT 500 kV Acaraú III - Pecém II e o seccionamento LT 500 kV Acaraú III - Tianguá II estão inseridos. Do total de sismos ocorridos e registrados na área de estudo do empreendimento, muitos não foram instrumentados. Entretanto, com os dados disponíveis, é possível considerar uma média da sismicidade natural na região, com intensidade sísmica de 3 MM, podendo chegar a intensidades máximas de 5,0 MM. A escala Mercalli Modificada (MM) correspondente à maior intensidade observada e possui doze graus no total.

O sismo de intensidade 4 é sentido por quase todos, produzindo vibrações parecidas com as da passagem de caminhões pesados, em que janelas, louças e portas são sacudidas. Em relação ao sismo de intensidade 5, as pessoas acordam; pequenos objetos tombam e caem das prateleiras; venezianas e quadros se movem; objetos suspensos oscilam e podem ocorrer eventuais danos em construções comuns de má qualidade.

A partir das informações compiladas, pode-se avaliar que a sismicidade na região em estudo é pouco expressiva em se tratando de projetos de LTs, entretanto as vibrações provocadas pelos sismos também devem ser consideradas nos projetos de engenharia para prevenir possíveis danos nas estruturas das torres, bem como nos condutores de transmissão de energia.