



ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

ANÁLISE DE INTEGRIDADE DOS DADOS PARA TESTE DE CONFORMIDADE

*Pregão Eletrônico PE.EPE.010/2020 – Primeiro Conjunto de
Dados - Licitante: Figener Engenheiros Associados Ltda.*

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministério de Minas e Energia
Ministro

Bento Albuquerque

Secretário-Executivo do MME
Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Paulo César Magalhães Domingues

Secretário de Energia Elétrica

Rodrigo Limp Nascimento

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis

José Mauro Ferreira Coelho

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

ANÁLISE DE INTEGRIDADE DOS DADOS OS PARA TESTE DE CONFORMIDADE

*Pregão Eletrônico PE.EPE.010/2020 –
Primeiro Conjunto de Dados -
Licitante: Figener Engenheiros
Associados Ltda.*



Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Erik Eduardo Rego

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

SCN, Qd. 01, Bl. C, nº 85, Sl. 1712/1714
70711-902 - Brasília - DF

Escritório Central

Praça Pio X, n.54
20091-040 - Rio de Janeiro - RJ

Coordenação Geral

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira
Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva

José Marcos Bressane
Thiago de Faria Rocha Dourado Martins

Equipe Técnica

Bruno Scarpa Alves da Silveira
Carolina Moreira Borges
Rafael Theodoro Alves e Mello
Rodrigo Rodrigues Cabral
Sérgio Felipe Falcão Lima

Nº EPE-DEE-NT-075/2020-rev0

Data: 19/11/2020

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

	<p><i>Contrato</i> _____</p> <p><i>Data de assinatura</i> _____</p>					
<p><i>Projeto</i></p> <p align="center">ESTUDOS PARA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO</p>						
<p><i>Área de estudo</i></p> <p align="center">Estudos do Sistema de Transmissão</p>						
<p><i>Sub-área de estudo</i></p> <p align="center">Análise de dados</p>						
<p><i>Produto (Nota Técnica ou Relatório)</i></p> <p>EPE-DEE-NT-075/2020-rev0</p>	<p align="center">Pregão Eletrônico PE.EPE.010/2020 – Primeiro Conjunto de Dados - Licitante: Figener Engenheiros Associados Ltda.</p>					
<table border="0"> <thead> <tr> <th data-bbox="209 1234 470 1276"><i>Revisões</i></th> <th data-bbox="470 1234 718 1276"><i>Data</i></th> <th data-bbox="718 1234 1414 1276"><i>Descrição sucinta</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="209 1276 470 1404">Rev0</td> <td data-bbox="470 1276 718 1404">19/11/2020</td> <td data-bbox="718 1276 1414 1404">Avaliação técnica sobre a integridade dos dados contidos no conjunto de arquivos enviado pela licitante Figener Engenheiros Associados Ltda., em 17/11/2020</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Revisões</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição sucinta</i>	Rev0	19/11/2020	Avaliação técnica sobre a integridade dos dados contidos no conjunto de arquivos enviado pela licitante Figener Engenheiros Associados Ltda., em 17/11/2020
<i>Revisões</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição sucinta</i>				
Rev0	19/11/2020	Avaliação técnica sobre a integridade dos dados contidos no conjunto de arquivos enviado pela licitante Figener Engenheiros Associados Ltda., em 17/11/2020				

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica tem como objetivo apresentar a avaliação técnica sobre a integridade dos dados contidos no conjunto de arquivos enviado em 17/11/2020 pela licitante Figener Engenheiros Associados Ltda, para participação da sessão de testes de verificação de conformidade, de acordo com o que foi estabelecido no item 5 do Anexo I do Edital do pregão eletrônico PE.EPE.010/2020. O conjunto de arquivos de que trata essa nota técnica corresponde ao primeiro conjunto de arquivos disponibilizados pela licitante.

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	0
SUMÁRIO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. RELAÇÃO DE ITENS A SEREM VERIFICADOS	3
3. VERIFICAÇÃO DE INTEGRIDADE	5
3.1. Tabela 2-1 – Dados de Barra	5
3.2. Tabela 2-2 e Tabela 2-3 – Dados de Linha de Transmissão	7
3.3. Tabela 2-5 – Dados de transformadores de geradores	11
3.4. Tabela 2-6 – Dados de transformadores de carga.....	12
3.5. Tabela 2-7 – Dados de transformador da rede	14
3.6. Item 2.1.3 – Dados de Capacitor Shunt.....	15
3.7. Tabela 2-8 – Dados de Geradores.....	16
3.8. Tabela 2-9 – Dados de Regulador de Tensão	17
3.9. Tabela 2-10 – Dados Regulador de Velocidade.....	18
3.10. Tabela 2-11 – Dados de PSS	18
3.11. Tabela 2-12 – Dados de carga	19
3.12. Tabela 2-13 – Solução do fluxo de potência do sistema teste	20
3.13. Tabela 8 Edital – Anexo I – Roteiro para Testes de Conformidade – Dados dos geradores do sistema de referência.....	21
3.14. Análise dos Dados para Co-Simulação	21
3.14.1. Modelagem das Linhas de Transmissão	22
3.14.2. Modelagem dos esquemas de ligação dos transformadores.....	23
3.14.3. Tabela 2-4 – Característica de saturação dos transformadores	24
3.14.4. Integração de Base de Dados.....	25
4. CONCLUSÃO	27
5. REFERÊNCIA	28

1. INTRODUÇÃO

A presente Nota Técnica é parte integrante do processo referente ao pregão eletrônico PE.EPE.010/2020, cujo objeto é "Aquisição de ferramentas computacionais (e treinamento no uso destas ferramentas) para estudos de planejamento da expansão do sistema de transmissão considerando integração entre as diversas análises elétricas". A sessão pública do referido pregão teve início em 19 de outubro de 2020, sendo que no presente momento a referida sessão encontra-se na fase de Testes de Verificação de Conformidade, conforme detalhado no item 5 do Anexo I do Edital.

No âmbito dos testes, a licitante Figener Engenheiros Associados Ltda. disponibilizou, em 17 de novembro de 2020, os arquivos a serem utilizados durante a sessão de testes de verificação de conformidade. Trata-se do primeiro conjunto de dados disponibilizados, sendo possível um segundo envio caso sejam verificadas inconsistências, segundo previsto no item 5 do Anexo I do Edital.

Portanto, na presente análise será verificado se os arquivos e ajustes realizados não violam a integridade dos dados originais, que correspondem ao sistema teste "*Modified IEEE-39 base case*" e que constam no *Technical Brochure* (TB) do Cigré 736, de agosto de 2018. É importante salientar que os dados originalmente disponibilizados foram fornecidos no formato do programa computacional *Power Factory* e sabe-se que cada fabricante de software adota um formato distinto e adequado às especificidades de cada ferramenta. Nesse sentido, algumas diferenças na representação dos dados podem ser necessárias, sem contudo, alterar a sua integridade original. As alterações devem estar relacionadas apenas a adequações de formato, devendo estar em conformidade com as demais especificações do Termo de Referência do Edital. Ressalta-se que o objetivo da verificação do conjunto de arquivos previamente à realização dos testes é de garantir que os testes sejam realizados em um ambiente similar ao qual as ferramentas serão efetivamente utilizadas.

2. RELAÇÃO DE ITENS A SEREM VERIFICADOS

Nesta etapa de verificação de integridade da base de dados para testes foram verificados o conjunto de dados apresentados abaixo, agrupados em função do tipo de análise a ser realizada. A base enviada será confrontada com os dados constantes no item 2.1 do TB do Cigré, que contém o sistema elétrico de referência para utilização na sessão de testes de conformidade em si, etapa subsequente à verificação da base de dados para os testes. Cabe ressaltar que a licitante também enviou o relatório "Conformity Tests - Data Validation" [1], o qual documenta os dados considerados para o teste e as considerações assumidas nos itens onde há ambiguidade ou omissão no conjunto de dados fornecidos no item 2.1 no TB 736 e/ou Rotina de Testes do Edital. Os dados a serem verificados são basicamente os itens seguintes:

- i. Dados de Barra
 - a. Número
 - b. Nome
 - c. Tensão Nominal;
 - d. Tipo (PQ, PV, Swing);
 - e. Limites de tensão;
 - f. Ponto de Operação (Tensão e ângulo);
 - g. Cargas Ativa (MW) e Reativa (Mvar);
- ii. Dados de Linha de Transmissão:
 - a. Comprimento (km);
 - b. Parâmetros geométricos dos modelos das torres;
 - c. Resistência de sequência positiva – R'1 (ohm/km);
 - d. Reatância de sequência positiva – X'1 (ohm/km);
 - e. Susceptância de sequência positiva – B'1 (μ S/km);
 - f. Resistência de sequência zero – R'0 (ohm/km);
 - g. Reatância de sequência zero – X'0 (ohm/km);

- h. Susceptância de sequência zero – B'0 ($\mu\text{S}/\text{km}$);
- i. Capacidade (MVA);
- iii. Transformadores de Geração
 - a. Resistência (pu);
 - b. Reatância em (pu);
 - c. Relação de transformação (tap ratio);
 - d. Relação de tensão (kV/kV);
 - e. Esquema de ligação;
 - f. Curva de Saturação;
- iv. Demais Verificações
 - a. Dados de geradores;
 - b. Parâmetros dos controladores dinâmicos regulador de velocidade, tensão e PSS;
 - c. Módulo de Co-simulação entre Transitórios Eletromagnéticos e Domínio Fasorial.

3. VERIFICAÇÃO DE INTEGRIDADE

Para verificação da integridade dos dados apresentados, foram tomadas como base as tabelas e o conteúdo do item 2 do TB 736 - Cigré acrescidos de informações constantes na seção de Testes de Conformidade do Edital. Estes dados foram comparados aos dados constantes no programa *Power Factory*.

É importante salientar que o programa concentra todos os dados necessários, de todos os módulos – inclusive do módulo de co-simulação – num único arquivo, de extensão `.pfd`. Para as conferências presentes nos itens 3.1 a 3.14, esse único arquivo foi aberto no programa *Power Factory* instalado em uma máquina da EPE. Foi utilizada, então, a interface do próprio programa, que permite visualização e exportação dos dados em formato de tabelas para realização das análises comparativas.

3.1. Tabela 2-1 – Dados de Barra

A Tabela 2-1 mostra a lista de barras, o seu tipo, o seu nível de tensão e as tensões operativas máximas e mínimas. Destaca-se:

- Cor verde se refere aos parâmetros modelados corretamente;
- Cor azul se refere aos parâmetros que a licitante incluiu para propiciar a correta modelagem de um transformador de três enrolamentos (barra do terciário) como também a consideração da modelagem dos transformadores de carga (barra do secundário, em baixa tensão).

Barra	CIGRÉ TB/Edital				Power Factory (.PFD)			
	Tensão [kV]	Tipo	Tensão Mínima [pu]	Tensão Máxima [pu]	Tensão [kV]	Tipo	Tensão Mínima [pu]	Tensão Máxima [pu]
1	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
2	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
3	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
4	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
5	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
6	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
7	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
8	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
9	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
10	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
11	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
12	25,0	PQ	0,97	1,06	25,0	PQ	0,97	1,06
13	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
14	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
15	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
16	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
17	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
18	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
19	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
20	300,0	PQ	0,97	1,06	300,0	PQ	0,97	1,06
21	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
22	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
23	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
24	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
25	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
26	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
27	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
28	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
29	345,0	PQ	0,97	1,06	345,0	PQ	0,97	1,06
30	20,0	PV	0,97	1,06	20,0	PV	0,97	1,06
31	20,0	VØ (Slack)	0,97	1,06	20,0	VØ (Slack)	0,97	1,06
32	20,0	PV	0,97	1,06	20,0	PV	0,97	1,06
33	20,0	PV	0,97	1,06	20,0	PV	0,97	1,06
34	20,0	PV	0,97	1,06	20,0	PV	0,97	1,06
35	20,0	PV	0,97	1,06	20,0	PV	0,97	1,06
36	20,0	PV	0,97	1,06	20,0	PV	0,97	1,06
37	20,0	PV	0,97	1,06	20,0	PV	0,97	1,06
38	20,0	PV	0,97	1,06	20,0	PV	0,97	1,06
39	345,0	PV	0,97	1,06	345,0	PV	0,97	1,06
Bus 15 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 16 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 18 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 20 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 21 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 23 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 24 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 25 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 26 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 27 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Bus 28 LV	N/A	N/A	N/A	N/A	25,0	PQ	0,97	1,06
Terminal	N/A	N/A	N/A	N/A	12,5	PQ	0,97	1,06

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.2. Tabela 2-2 e Tabela 2-3 – Dados de Linha de Transmissão

O TB 736 apresenta duas formas pelas quais se pode inserir os dados de linha de transmissão. A primeira delas, apresentada na Tabela 2-2 do TB, contém os dados de geometria de torre e demais características elétricas dos cabos condutores e cabos para-raios, que permitem o cálculo dos parâmetros de linha. Já a Tabela 2-3 apresenta os dados de parâmetros de sequência positiva e zero, por km, de cada modelo de linha, associando esses modelos a cada linha de transmissão do sistema teste. Cada ferramenta possui uma forma distinta de entrada de dados, e se faculta a cada licitante, sem prejuízo, que se utilize os dados de geometria da Tabela 2-2 ou dos dados de parâmetros calculados da Tabela 2-3 como fonte primária dos dados de linha. É importante salientar que a Tabela 2-2 e Tabela 2-3 não são totalmente consistentes entre si, além de conterem algumas omissões, conforme já foi alertado pela licitante Siemens e documentado no item 13.4 do parecer EPE-DEE-RE-072/2020.

Foi verificado que a licitante Figener optou por utilizar, como fonte primária de linha de transmissão, os dados de geometria de linha (Tabela 2-2), utilizando a Tabela 2-3 apenas para obter a associação do modelo de linha adotado para cada circuito do sistema teste e o seu comprimento, em km.

Com relação aos dados das Tabelas 2-2 e 2-3, a licitante justificou e esclareceu, em [1], as inconsistências observadas no TB, assim como informou dados adicionais utilizados, omissos nos dados apresentados no TB. Abaixo transcrição dessas considerações:

- *Table 2-3 of [1] has some obvious errors. For instance, lines 1-2 (i.e. from bus 1 to bus 2) and line 2-3 have the same type (line model 1) however different parameters for unit length. Similarly, lines 1-39 and 16-21 are both line model 2 however the impedance of line 16-21 is about half of that of line 1-39.*
- *It is not clear which values the TB has used in the simulations. As for this conformity test, we assume:*
 - *Line 1-2 left as line model 3 (in line with the rated capacity in Table 9 of [2])*
 - *Line 1-39 is left as line model 2*
- *Further assumption: earth resistivity= 100 Ωm (...)*
- *(...) Line model 4 corresponds to the double circuit. The positive sequence impedances reported in Table 2-3 of [1] seem to correspond to the equivalent double circuit (opposite to the individual circuit). However, the zero-sequence impedances seem to correspond to the individual circuit. PowerFactory reports the equivalent parameters per circuit, given that the circuits are*

represented explicitly (what it is anyhow meaningful for EMT simulations). To compare the parameters with the data reported in Table 2-3 of [1], the resulting impedances in PF have to be divided by two and the admittances multiplied by two. Note however that the parameters of the individual circuits depend on the transposition and phasing, and are not necessarily identical. While transposition and phasing of each circuit can be accurately represented in PF, the benchmark does not seem to consider such degree of detail. It is also not known whether the TB assumed a circuit-wise transposition, a symmetrical transposition (i.e. circuit-wise transposition plus exchanging the circuits between at half line way) or perfect transposition (i.e. transposing all six phase conductors). For comparison purposes we assume a perfect transposition. (...)

- (..) Note that the line ratings in PowerFactory are defined terms of rated current of the phase conductors (manufacture data) as opposed to MVA ratings. The MVA results from $S_{rated} = \sqrt{3} \times U_{rated} \times I_{rated}$. Further, it is possible to define a line Thermal Rating to account for operation changes (e.g. differentiate seasonal ratings, installation constraints, etc.). However, thermal ratings are not being used in this test.

Todas as considerações apresentadas foram consideradas pertinentes e as inconsistências mencionadas nas Tabelas 2-2 e 2-3 do TB foram confirmadas.

Desta forma, cabe uma comparação entre a Tabela 2-2 e os dados de geometria apresentados no arquivo '.pfd' disponibilizado pela licitante, a qual é apresentada nas tabelas a seguir. Destaca-se que, em cor verde, foi possível identificar que todos distanciamentos dos cabos condutores das fases e dos cabos para-raios, assim como os parâmetros elétricos dos mesmos, estão condizentes com os da Tabela 2-2.

		Torre - Modelo 1							
		CIGRÉ TB/Edital				Power Factory (.PFD)			
Cabo	Faseamento	Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]	Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]
1	Para-raios 1	0,136	0,98	-6,55	28,80	0,136	0,98	-6,55	28,80
2	Para-raios 2	0,136	0,98	6,55	28,80	0,136	0,98	6,55	28,80
3	Fase A	0,060	2,96	-9,75	23,77	0,060	2,96	-9,75	23,77
4	Fase B	0,060	2,96	0,00	23,77	0,060	2,96	0,00	23,77
5	Fase C	0,060	2,96	9,75	23,77	0,060	2,96	9,75	23,77

		Torre - Modelo 2							
		CIGRÉ TB/Edital				Power Factory (.PFD)			
Cabo	Faseamento	Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]	Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]
1	Para-raios 1	0,854	1,23	-5,03	26,67	0,854	1,23	-5,03	26,67
2	Para-raios 2	0,854	1,23	5,03	26,67	0,854	1,23	5,03	26,67
3	Fase A	0,027	4,48	-7,47	21,34	0,027	4,48	-7,47	21,34
4	Fase B	0,027	4,48	0,00	21,34	0,027	4,48	0,00	21,34
5	Fase C	0,027	4,48	7,47	21,34	0,027	4,48	7,47	21,34

Torre - Modelo 3									
Cabo	Faseamento	CIGRÉ TB/Edital				Power Factory (.PFD)			
		Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]	Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]
1	Para-raios 1	1,6216	0,9844	-4,880	26,670	1,6216	0,9844	-4,880	26,670
2	Para-raios 2	1,6216	0,9844	4,880	26,670	1,6216	0,9844	4,880	26,670
3	Fase A	0,0733	2,5400	-7,239	22,098	0,0733	2,5400	-7,239	22,098
4	Fase B	0,0733	2,5400	0,000	22,098	0,0733	2,5400	0,000	22,098
5	Fase C	0,0733	2,5400	7,239	22,098	0,0733	2,5400	7,239	22,098

Torre - Modelo 4									
Cabo	Faseamento	CIGRÉ TB/Edital				Power Factory (.PFD)			
		Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]	Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]
1	Para-raios 1	0,136	0,98	-5,18	41,29	0,136	0,98	-5,18	41,29
2	Para-raios 2	0,136	0,98	5,18	41,29	0,136	0,98	5,18	41,29
3	Fase A (C1)	0,036	2,98	-4,34	38,55	0,036	2,98	-4,34	38,55
4	Fase B (C1)	0,036	2,98	-6,48	30,78	0,036	2,98	-6,48	30,78
5	Fase C (C1)	0,036	2,98	-4,34	23,16	0,036	2,98	-4,34	23,16
6	Fase A (C2)	0,036	2,98	4,34	38,55	0,036	2,98	4,34	38,55
7	Fase B (C2)	0,036	2,98	6,48	30,78	0,036	2,98	6,48	30,78
8	Fase C (C2)	0,036	2,98	4,34	23,16	0,036	2,98	4,34	23,16

Torre - Modelo 5									
Cabo	Faseamento	CIGRÉ TB/Edital				Power Factory (.PFD)			
		Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]	Resistência DC [Ohm/km]	Diâmetro Externo [cm]	Posição Horizontal [m]	Posição Vertical [m]
1	Para-raios 1	0,1370	2,290	-6,55	42,37	0,1370	2,290	-6,55	42,37
2	Para-raios 2	0,1370	2,290	6,55	42,37	0,1370	2,290	6,55	42,37
3	Fase A	0,0455	3,505	-9,75	39,27	0,0455	3,505	-9,75	39,27
4	Fase B	0,0455	3,505	0,00	39,27	0,0455	3,505	0,00	39,27
5	Fase C	0,0455	3,505	9,75	39,27	0,0455	3,505	9,75	39,27

Tendo em vista o fato de que há inconsistências entre as Tabelas 2-2 e 2-3 do TB, faz-se necessário estabelecer uma comparação para atestar se os parâmetros elétricos, por quilômetro, dos cinco modelos de linha calculados pelo *Power Factory* estão corretos. Desta forma, utilizou-se o programa ATP (LCC – *Line and Cable Constants*) para fazer esses cálculos, no qual se inseriu os mesmos dados de entrada da Tabela 2-2, bem como as demais considerações apontadas pela licitante. A tabela abaixo apresenta esses resultados, comparativos entre o programa ATP e pelo *Power Factory*.

Tipo	ATP Line and Cable Constants (LCC)						Power Factory (.PFD)					
	R0 (Ohm/km)	X0 (Ohm/km)	R1 (Ohm/km)	X1 (Ohm/km)	B0 (µs/km)	B1 (µs/km)	R0 (Ohm/km)	X0 (Ohm/km)	R1 (Ohm/km)	X1 (Ohm/km)	B0 (µs/km)	B1 (µs/km)
Model 1	0,12726	0,79166	0,03209	0,38167	2,80651	4,30763	0,1272571	0,7915899	0,03208751	0,3817262	2,806826	4,306942
Model 2	0,34545	0,92480	0,01713	0,34921	2,84001	4,74830	0,3454746	0,9246876	0,01712703	0,3493268	2,840543	4,746717
Model 3	0,42240	1,10817	0,03884	0,36945	2,73689	4,49366	0,4224322	1,108068	0,03882962	0,3695632	2,737446	4,492283
Model 4	0,11526	0,86262	0,02070	0,36495	2,89407	4,57111	0,1148573	0,8410635	0,02089699	0,3756901	3,153988	4,441471
Model 5	0,14809	0,84941	0,05013	0,50388	2,29001	3,27882	0,1480938	0,8494123	0,05012797	0,5038746	2,290006	3,278816

Destacado em cor amarela, apenas para o Modelo 4, é possível notar pequenas diferenças dos parâmetros calculados entre ATP e *Power Factory*. Após uma análise minuciosa em ambos programas, foi possível identificar que tal diferença tem origem no tipo de transposição utilizado para a torre de circuito duplo. Como no TB não havia nenhuma menção quanto ao tipo de transposição a ser adotado, a licitante informou que optou por utilizar a "*perfect transposition*", ainda que possuísse outras opções para simulação. Em contrapartida, o cálculo dos parâmetros do ATP não permite a seleção do mesmo

tipo de transposição para o circuito duplo, implicando assim em valores distintos daqueles calculados pelo *Power Factory*.

No entanto, para fins comparativos, como no programa ATP é possível obter as matrizes completas de impedância e capacitância do circuito duplo, pode-se realizar matematicamente a mesma transposição de fases escolhida pela licitante no *Power Factory*. As tabelas abaixo demonstram tal comparação evidenciando que os parâmetros calculados pelo programa *Power Factory* estão de fato sendo calculados corretamente.

Matriz R (Ohm/km)					
0,054780	0,032248	0,031117	0,032057	0,031227	0,030800
0,032248	0,050940	0,031195	0,031227	0,031065	0,031082
0,031117	0,031195	0,050928	0,030800	0,031082	0,031352
0,032057	0,031227	0,030800	0,054780	0,032248	0,031117
0,031227	0,031065	0,031082	0,032248	0,050940	0,031195
0,030800	0,031082	0,031352	0,031117	0,031195	0,050928

	ATP "perfect"	Power Factory	Dif (%)
R, próprio (Ohm/km)	0,052216	0,052217	0,00
R, mútua (Ohm/km)	0,031321	0,031320	0,00
R0 (Ohm/km)	0,114857	0,114857	0,00
R1 (Ohm/km)	0,020895	0,020897	0,01

Matriz X (Ohm/km)					
0,468238	0,158445	0,129323	0,122146	0,125053	0,120287
0,158445	0,547589	0,209902	0,125053	0,158805	0,171670
0,129323	0,209902	0,576687	0,120287	0,171670	0,216867
0,122146	0,125053	0,120287	0,468238	0,158445	0,129323
0,125053	0,158805	0,171670	0,158445	0,547589	0,209902
0,120287	0,171670	0,216867	0,129323	0,209902	0,576687

	ATP "perfect"	Power Factory	Dif (%)
X, próprio (Ohm/km)	0,530838	0,530815	0,00
X, mútua (Ohm/km)	0,155145	0,155124	-0,01
X0 (Ohm/km)	0,841128	0,841064	-0,01
X1 (Ohm/km)	0,375693	0,375690	0,00

Matriz C (µF/km)					
0,011121	-0,001830	-0,000622	-0,001487	-0,000771	-0,000434
-0,001830	0,010443	-0,001996	-0,000771	-0,000855	-0,000830
-0,000622	-0,001996	0,010364	-0,000434	-0,000830	-0,001765
-0,001487	-0,000771	-0,000434	0,011121	-0,001830	-0,000622
-0,000771	-0,000855	-0,000830	-0,001830	0,010443	-0,001996
-0,000434	-0,000830	-0,001765	-0,000622	-0,001996	0,010364

	ATP "perfect"	Power Factory	Dif (%)
C, próprio (µF/km)	0,010642	0,010643	0,01
C, mútua (µF/km)	-0,001138	-0,001138	0,00
C0 (µF/km)	0,008366	0,008366	0,01
C1 (µF/km)	0,011781	0,011781	0,01
B0 (µS/km)	3,153806	3,153988	0,01
B1 (µS/km)	4,441244	4,441471	0,01

Como no programa *Power Factory* também é possível selecionar outros tipos de transposição, novamente para fins comparativos, foi modificado o tipo para "*symmetrical*" no Modelo 4 de forma a compatibilizar a forma de realização da transposição para aquela disponível no programa ATP. A tabela abaixo evidencia a compatibilidade dos resultados encontrados em ambos programas.

Tipo	ATP Line and Cable Constants (LCC)						Power Factory (.PFD) - "symmetrical"					
	R0 (Ohm/km)	X0 (Ohm/km)	R1 (Ohm/km)	X1 (Ohm/km)	B0 (µS/km)	B1 (µS/km)	R0 (Ohm/km)	X0 (Ohm/km)	R1 (Ohm/km)	X1 (Ohm/km)	B0 (µS/km)	B1 (µS/km)
Model 4	0,11526	0,86262	0,02070	0,36495	2,89407	4,57111	0,1152546	0,8626404	0,02069832	0,3649017	2,893357	4,571786

Desta forma, conclui-se que o programa *Power Factory* possui internamente uma rotina de cálculos de parâmetros elétricos de linhas de transmissão adequada e coerente com os resultados encontrados no programa ATP. Assim, a liberalidade da licitante optar por utilizar a transposição do tipo "*perfect transposition*" não causa qualquer prejuízo ao teste de conformidade, sendo portanto aceita.

Em seguida, foi verificada a associação de cada linha de transmissão com o seu respectivo modelo, comprimento em km e sua capacidade em MVA, levando em conta as considerações apresentadas pela

licitante, que considerou a Linha 1-2 como modelo 3 e a Linha 1-39 como modelo 2. A comparação pode ser verificada na tabela abaixo.

De	Para	CIGRÉ TB/Edital			Power Factory (.PFD)		
		L (km)	Cap (MVA)	Modelo	L (km)	Cap (MVA)	Modelo
1	2	134,80	550	3	134,80	550	3
1	39	109,00	900	2	109,00	900	2
2	3	49,60	550	1	49,60	550	1
2	25	28,20	500	3	28,20	500	3
3	4	54,60	600	5	54,60	600	5
3	18	42,40	550	1	42,40	550	1
4	5	33,00	600	5	33,00	600	5
4	14	33,60	600	5	33,60	600	5
5	6	8,50	550	1	8,50	550	1
5	8	32,40	600	5	32,40	600	5
6	7	25,70	600	5	25,70	600	5
6	11	26,90	550	1	26,90	550	1
7	8	15,10	550	1	15,10	550	1
8	9	93,50	600	5	93,50	600	5
9	39	137,80	900	4	137,80	900	4
10	11	14,10	550	1	14,10	550	1
10	13	14,10	550	1	14,10	550	1
13	14	33,20	550	1	33,20	550	1
14	15	70,90	550	1	70,90	550	1
15	16	31,90	500	3	31,90	500	3
16	17	27,50	550	1	27,50	550	1
16	19	61,30	550	1	61,30	550	1
16	21	46,70	900	2	46,70	900	2
16	24	15,90	600	5	15,90	600	5
17	18	26,20	550	1	26,20	550	1
17	27	59,40	900	2	59,40	900	2
21	22	47,70	900	2	47,70	900	2
22	23	33,50	900	2	33,50	900	2
23	24	89,40	600	5	89,40	600	5
25	26	102,40	550	1	102,40	550	1
26	27	47,20	550	1	47,20	550	1
26	28	153,00	550	1	153,00	550	1
26	29	201,80	550	1	201,80	550	1
28	29	48,80	550	1	48,80	550	1

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.3. Tabela 2-5 – Dados de transformadores de geradores

A forma de entrada dos parâmetros elétricos no *Power Factory* é em pu, tendo como base de potência a potência nominal de cada transformador, e não uma potência base do sistema. Esta forma é exatamente a mesma apresentada no TB 736, não sendo necessária qualquer manipulação matemática para comparação dos parâmetros. O único parâmetro que necessita alguma manipulação matemática é a posição do tape dos transformadores, conforme elucidado em [1]:

- (...) *It should be pointed out that tap in PF is defined as an additional % voltage per tap position and the user can specify the tap side (HV or LV winding). Hence the actual ratio results nominal transformer ratio+ tap position * addV/tap (%)*

Ou seja, para chegar ao valor do tap em pu, de forma a conferi-la com o valor apresentado no TB, foi necessária utilizar a equação apresentada pela licitante. A tabela abaixo mostra as comparações efetuadas, na qual se verifica que não foram encontrados desvios em relação à Tabela 2-5 do TB 736.

Technical Brochure - 736										DigSilent - Power Factory exported data - from .pfd										
From Bus	To Bus	R1 (pu)	X1 (pu)	Tap ratio	S (MVA)	U ₁ (kV)	U ₂ (kV)	R0(pu)	X0(pu)	r1	x1	r0	x0	Tap Ratio (Calculated)	Srat	HV-Rtd.Volt.	LV-Rtd.Volt.	Name	Add.V./tap	Tap Position
2	30	0,003	0,18	1,025	1000	345	20	0,0030	0,1800	0,003	0,18	0,003	0,18	1,025	1000	345	20	Yd1	2,5	1
6	31	0,003	0,25	1,07	1000	345	20	0,0030	0,2500	0,003	0,25	0,003	0,25	1,07	1000	345	20	Yd1	1	7
10	32	0,003	0,2	1,07	1000	345	20	0,0030	0,2000	0,003	0,2	0,003	0,2	1,07	1000	345	20	Yd1	1	7
19	33	0,007	0,142	1,07	1000	345	20	0,0070	0,1420	0,007	0,142	0,007	0,142	1,07	1000	345	20	Yd1	1	7
20	34	0,005	0,11	1,009	600	300	20	0,0050	0,1100	0,005	0,11	0,005	0,11	1,009	600	300	20	Yd1	0,9	1
22	35	0,003	0,143	1,025	1000	345	20	0,0030	0,1430	0,003	0,143	0,003	0,143	1,025	1000	345	20	Yd1	2,5	1
23	36	0,005	0,27	1	1000	345	20	0,0050	0,2700	0,005	0,27	0,005	0,27	1	1000	345	20	Yd1	0	0
25	37	0,006	0,23	1,025	1000	345	20	0,0060	0,2300	0,006	0,23	0,006	0,23	1,025	1000	345	20	Yd1	2,5	1
29	38	0,008	0,156	1,025	1000	345	20	0,0080	0,1560	0,008	0,156	0,008	0,156	1,025	1000	345	20	Yd1	2,5	1
39	NA	0	0	1	1000	345	345	0,0000	0,0000	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

Differences	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Não obstante os parâmetros de sequência zero, há a necessidade de verificar como é realizada a conexão destas impedâncias no circuito equivalente de sequência zero. No que se refere ao esquema de ligação dos transformadores, não foram verificadas inconsistências, já que o esquema de ligação utilizado para todos os transformadores da Tabela 2-5 foi o Y-delta não aterrado (Yd1), conforme consta no TB. O valor apresentado no campo "Name" condiz com o correto esquema de ligação de sequência zero dos transformadores.

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.4. Tabela 2-6 – Dados de transformadores de carga

Para a Tabela 2-6, o licitante optou por representar todos os transformadores de carga, embora fosse aceitável a representação apenas dos transformadores 11-12 e 12-13. Desta forma, foi necessário que a licitante representasse as barras de baixa tensão desses transformadores, onde estão conectadas as cargas.

A forma de entrada dos parâmetros elétricos no *Power Factory* é em pu, tendo como base de potência a potência nominal de cada transformador, e não uma potência base do sistema. Esta forma é exatamente a mesma apresentada no TB 736, não sendo necessária qualquer manipulação matemática para comparação dos parâmetros. O único parâmetro que necessita alguma manipulação matemática é a posição do tape dos transformadores, conforme elucidado em [1]:

- (...) It should be pointed out that tap in PF is defined as an additional % voltage per tap position and the user can specify the tap side (HV or LV winding). Hence the actual ration results nominal transformer ratio+ tap position * addV/tap (%)

Ou seja, para chegar ao valor do tap em pu, de forma a conferi-la com o valor apresentado no TB, foi necessária utilizar a equação apresentada pela licitante.

Adicionalmente, o licitante apontou em [1] duas inconsistências na Tabela 2-6, descritas abaixo:

- *Voltage U1 of load transformer from Bus 20 in Table 2-6 of [1] should be 300kV and not 345kV (see rated voltage of the bus). This explain the unusual tap ratio. In PowerFactory we set the rated voltage to 300kV and the tap ratio to 1.*
- *Table 2-6 [1] defines the load transformer at bus 28 with two different rated power (300 and 400MVA). In this test case, 300MVA was chosen.*

As duas inconsistências citadas realmente foram confirmadas e as alterações sugeridas foram acatadas.

A tabela abaixo mostra as comparações efetuadas, na qual se verifica que não foram encontrados desvios em relação à Tabela 2-6 do TB 736, à exceção da já mencionada inconsistência no transformador conectado à barra 20, que será ignorada.

Technical Brochure - 736										DigSilent - Power Factory exported data - from .pfd										
From Bus	To Bus	R (pu)	X (pu)	Tap ratio	S (MVA)	U1 (kV)	U2 (kV)	R0(pu)	X0(pu)	r1	x1	r0	x0	Tap Ratio (Calculated)	Srat	HV-Rtd.Volt.	LV-Rtd.Volt.	Name	Add.V./tap	Tap Position
11	12	0,002	0,100	1,006	200	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1,006	200	345	25	Yd1	0,6	1
13	12	0,002	0,100	1,006	200	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1,006	200	345	25	Yd1	0,6	1
15	15	0,002	0,100	1,000	500	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	500	345	25	Yd1	1	0
16	16	0,002	0,100	1,000	500	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	500	345	25	Yd1	1	0
18	18	0,002	0,100	1,000	400	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	400	345	25	Yd1	1	0
20	20	0,002	0,100	0,870	800	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	800	300	25	Yd1	1	0
21	21	0,002	0,100	1,000	800	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	800	345	25	Yd1	1	0
23	23	0,002	0,100	1,000	400	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	400	345	25	Yd1	1	0
24	24	0,002	0,100	1,000	400	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	400	345	25	Yd1	1	0
25	25	0,002	0,100	1,000	400	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	400	345	25	Yd1	1	0
26	26	0,002	0,100	1,000	200	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	200	345	25	Yd1	0,6	0
27	27	0,002	0,100	1,000	300	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	300	345	25	Yd1	1	0
28	28	0,002	0,100	1,000	300	345	25	0,0020	0,1000	0,002	0,1	0,002	0,1	1	300	345	25	Yd1	1	0

Differences	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Não obstante os parâmetros de sequência zero, há a necessidade de verificar como é realizada a conexão destas impedâncias no circuito equivalente de sequência zero. No que se refere ao esquema de ligação dos transformadores, não foram verificadas inconsistências, já que o esquema de ligação utilizado para todos os transformadores da Tabela 2-6 foi o Y-delta não aterrado (Yd1), conforme consta no TB. O valor apresentado no campo "Name" condiz com o correto esquema de ligação de sequência zero dos transformadores.

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.5. Tabela 2-7 – Dados de transformador da rede

Nesta tabela, são apresentados os dados de um transformador de três enrolamentos, com ligação Yyd1. A forma de entrada dos parâmetros elétricos no *Power Factory* é em pu, tendo como base de potência a potência nominal de cada transformador, e não uma potência base do sistema. Esta forma é exatamente a mesma apresentada no TB 736, não sendo necessária qualquer manipulação matemática para comparação dos parâmetros. O único parâmetro que necessita alguma manipulação matemática é a posição do tape dos transformadores, conforme elucidado em [1]:

- (...) *It should be pointed out that tap in PF is defined as an additional % voltage per tap position and the user can specify the tap side (HV or LV winding). Hence the actual ration results nominal transformer ratio+ tap position * addV/tap (%)*

Ou seja, para chegar ao valor do tap em pu, de forma a conferi-la com o valor apresentado no TB, foi necessária utilizar a equação apresentada. Além disso, o licitante menciona em [1] a seguinte omissão na Tabela 2-7:

- *Grid transformer between buses 19 and 20:*
 - *Input data from Table 2-7 of [1] is not complete. For instance, the rated power of the tertiary winding (compensation winding) is not known (1400MVA?). Typically, the rated power is much lower than the transformer rated power (HV-MV). In this context, it is not clear what impedance base the pu values of the three windings refer to. Because of its high rated power and location (between the 345kV and 300kV busbars), data inconsistencies in this transformer have a non-negligible impact on the load flow results*

Foi confirmada a omissão dos dados de potência base para o enrolamento terciário desse transformador, para o qual a licitante assumiu o valor de 1400 MVA nos dados enviados. Essa premissa utilizada pela licitante foi aceita, em concordância com o disposto no "Anexo 1 – Roteiro para Teste de Conformidade" do Edital:

"Caso o licitante entenda que há necessidade de modificação ou inclusão de outros dados e/ou parâmetros para realizar alguma etapa do teste, estas sugestões devem ser explicitamente apresentadas antes da realização das simulações."

A tabela abaixo mostra as comparações efetuadas, na qual se verifica que não foram encontrados desvios em relação à Tabela 2-5 do TB 736.

Technical Brochure - 736																		
From Bus	To Bus	R ₂₂	R ₃₃	R ₂₃	X ₂₂	X ₃₃	X ₂₃	Tap	S	U ₁	U ₂	U ₃	RO ₂₂	RO ₃₃	RO ₂₃	XO ₂₂	XO ₃₃	XO ₂₃
19	20	0,0022	0,0058	0,0058	0,193	0,292	0,1	1,06	1400	345	300	12,5	0,002200	0,005800	0,005800	0,193000	0,292000	0,100000

DigSilent - Power Factory exported data - from .pfd																					
HV-MV r1	LV-HV r1	MV-LV r1	HV-MV x1	LV-HV x1	MV-LV x1	HV-MV r0	LV-HV r0	MV-LV r0	HV-MV x0	LV-HV x0	MV-LV x0	HV-rtd.Volt.	MV-rtd.Volt.	LV-rtd.Volt.	HV-rtd.Pow.	MV-rtd.Pow.	LV-rtd.Pow.	Tap Ratio (Calculated)	Name	HV-Add.V./ta	HV-Act.Tap
0,0022	0,0058	0,0058	0,1930	0,2920	0,1000	0,0022	0,0058	0,0058	0,1930	0,2920	0,1000	345,0	300,0	12,5	1400	1400	1400	1,06	Y0y0d1	1,00	6,00
Diffs																					
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	

Não obstante os parâmetros de sequência zero, há a necessidade de verificar como é realizada a conexão destas impedâncias no circuito equivalente de sequência zero. No que se refere ao esquema de ligação dos transformadores, não foram verificadas inconsistências, já que o esquema de ligação utilizado para todos os transformadores da Tabela 2-7 foi o Y-Y-delta não aterrado (YYd1), conforme consta no TB. O valor apresentado no campo "Name" condiz com o correto esquema de ligação de sequência zero dos transformadores.

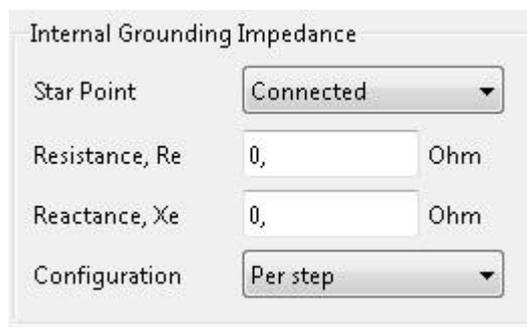
Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.6. Item 2.1.3 – Dados de Capacitor Shunt

Observou-se que foi modelado o capacitor shunt fixo da barra 24, no valor nominal de 92 Mvar. Aqui note-se que a licitante representou corretamente o elemento nos dados de "Network Component – Shunt/Filter" dentro do arquivo '.pfd'.

Technical Brochure - 736		DigSilent - Power Factory exported data - from .pfd	
Bus	Shunt Reactive Power (Mvar)	Terminal	Rtd. Reac.Pow.
24	92	24	92
Differences		0,00%	0,00%

No que tange à modelagem dos parâmetros de sequência zero, como não há a menção explícita no TB e no Edital sobre o tipo de ligação/fechamento do elemento (estrela, estrela aterrada ou delta), caberia à licitante escolher qualquer opção. Nota-se que o arquivo '.pfd' indica no campo "Technology", que o equipamento tem ligação do tipo 3PH-'YN', com o *Internal Grounding Impedance* solidamente aterrado, conforme mostrado nos campos "Star Point", "Resistance, Re" e "Reactance, Xe" da figura abaixo.



Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.7. Tabela 2-8 – Dados de Geradores

Nesta tabela são apresentados os parâmetros das máquinas síncronas referente aos 10 geradores do sistema teste.

Com base no arquivo '.pdf' foi possível estabelecer uma comparação entre os dados constantes no TB 736 do Cigré e os dados modelados pela licitante Figener. Destaca-se:

- Cor verde se refere aos parâmetros modelados corretamente;
- Cor azul se refere aos parâmetros que a licitante incluiu em relação aos dados informados no TB. A inclusão se refere aos parâmetros do período subtransitório dos geradores ($T''d0$ (s), $T''q0$ (s), $X''d$ (pu) e $X''q$ (pu)) onde a licitante justifica que considerou os valores do sistema original IEEE 39 barras. Adicionalmente, a licitante também teceu comentários com relação ao gerador 30 donde, com base nos dados do TB, o parâmetro $T'q0$ (s) = 0, trata-se de uma máquina síncrona de polos salientes e que assim foi modelada. Desta forma, as inclusões são aceitáveis uma vez que não prejudicam o teste de conformidade.

A seguir, transcreve-se as passagens de [1] em que o licitante comenta essas questões:

- *Observations on Table 2-8 of [1]:*
 - *Xq' of Gen 10 on Bus 30 (0.05pu on 100MVA basis) should be 0.50pu on the new 1000MVA rated power and not 0.08pu as reported in the table. However, this parameter is not relevant for the calculation being that $T'q0$ is 0s (salient pole generator)*
 - *The table does not include the subtransient parameters. Therefore, same parameters were assumed as per the original IEEE test system.*

Barra	CIGRÉ TB/Edital											
	S [MVA]	X0 (pu)	X1 (pu)	Xd (pu)	Xq (pu)	X'd (pu)	X'q (pu)	T'd0 (s)	T'q0 (s)	H (s)	X2 (pu)	Xterra (pu)
30	1000	0,125	0,125	1,000	0,690	0,310	0,080	10,200	0,000	4,20	0,310	0,000
31	1000	0,350	0,350	2,950	2,820	0,697	1,700	6,560	1,500	3,03	0,697	0,000
32	1000	0,304	0,304	2,495	2,370	0,531	0,876	5,700	1,500	3,58	0,531	0,000
33	1000	0,295	0,295	2,620	2,580	0,436	1,660	5,690	1,500	2,86	0,436	0,000
34	600	0,324	0,324	4,000	3,700	0,792	1,000	5,400	0,440	4,33	0,792	0,000
35	1000	0,224	0,224	2,540	2,410	0,500	0,814	7,300	0,400	3,48	0,500	0,000
36	1000	0,322	0,322	2,950	2,920	0,490	1,860	5,660	1,500	2,64	0,490	0,000
37	1000	0,280	0,280	2,900	2,800	0,570	0,911	6,700	0,410	2,43	0,570	0,000
38	1000	0,298	0,298	2,106	2,050	0,570	0,587	4,790	1,960	3,45	0,570	0,000
39	10000	0,300	0,300	2,000	1,900	0,600	0,800	7,000	0,700	5,00	0,600	0,000

Barra	Power Factory (.PFD)															
	S [MVA]	X0 (pu)	X1 (pu)	Xd (pu)	Xq (pu)	X'd (pu)	X'q (pu)	T'd0 (s)	T'q0 (s)	H (s)	X2 (pu)	Xterra (pu)	T''d0 (s)	T''q0 (s)	X''d (pu)	X''q (pu)
30	1000	0,125	0,125	1,000	0,690	0,310	0,080	10,200	0,000	4,200	0,310	0,000	0,050	0,035	0,250	0,250
31	1000	0,350	0,350	2,950	2,820	0,697	1,700	6,560	1,500	3,030	0,697	0,000	0,050	0,035	0,360	0,360
32	1000	0,304	0,304	2,495	2,370	0,531	0,876	5,700	1,500	3,580	0,531	0,000	0,050	0,035	0,360	0,360
33	1000	0,295	0,295	2,620	2,580	0,436	1,660	5,690	1,500	2,860	0,436	0,000	0,050	0,035	0,300	0,300
34	600	0,324	0,324	4,000	3,700	0,792	1,000	5,400	0,440	4,330	0,792	0,000	0,050	0,035	0,325	0,325
35	1000	0,224	0,224	2,540	2,410	0,500	0,814	7,300	0,400	3,480	0,500	0,000	0,050	0,035	0,320	0,320
36	1000	0,322	0,322	2,950	2,920	0,490	1,860	5,660	1,500	2,640	0,490	0,000	0,050	0,035	0,330	0,330
37	1000	0,280	0,280	2,900	2,800	0,570	0,911	6,700	0,410	2,430	0,570	0,000	0,050	0,035	0,315	0,315
38	1000	0,298	0,298	2,106	2,050	0,570	0,587	4,790	1,960	3,450	0,570	0,000	0,050	0,035	0,450	0,450
39	10000	0,300	0,300	2,000	1,900	0,600	0,800	7,000	0,700	5,000	0,600	0,000	0,050	0,035	0,400	0,400

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.8. Tabela 2-9 – Dados de Regulador de Tensão

Nesta tabela são apresentados os parâmetros dos controles dos reguladores de tensão referentes aos 10 geradores do sistema teste.

Com base no arquivo '.pfd' foi possível estabelecer uma comparação entre os dados constantes no TB 736 do Cigré e os dados modelados pela licitante Figener. Destaca-se:

- Cor verde se refere aos parâmetros modelados corretamente;
- Cor azul se refere aos parâmetros que a licitante incluiu em relação aos dados informados no TB. A inclusão se refere aos parâmetros dos limites das saídas da excitatriz, mínimo (VRmin) e máximo (VRmax), os quais estão contidos no modelo IEEE ST1A, porém não são informados no TB. A licitante ainda informou que adotou valores elevados (+/- 100 pu), o que aparentemente tem relação com a intenção de não interferir no desempenho dinâmico dos geradores durante os testes. Desta forma, as inclusões são aceitáveis uma vez que não prejudicam o teste de conformidade.

Barra	CIGRÉ TB/Edital											
	Modelo	Time constant TB (s)	Time constant TC (s)	Gain KF (pu)	Time constant TF (s)	Gain KA (pu)	Time constant TA (s)	Rectifier loading factor KC (pu)	Maximum regulator input VIMAX (pu)	Minimum regulator input VIMIN (pu)	Maximum regulator output VIMAX (pu)	Minimum regulator output VIMIN (pu)
30	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
31	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
32	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
33	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
34	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
35	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
36	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
37	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
38	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
39	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0

Power Factory (.PFD)														
Barra	Modelo	Time constant TB (s)	Time constant TC (s)	Gain KF (pu)	Time constant TF (s)	Gain KA (pu)	Time constant TA (s)	Rectifier loading factor KC (pu)	Maximum regulator input VIMAX (pu)	Minimum regulator input VIMIN (pu)	Maximum regulator output VIMAX (pu)	Minimum regulator output VIMIN (pu)	Maximum exciter output VRMAX (pu)	Minimum exciter output VRMIN (pu)
30	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100
31	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100
32	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100
33	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100
34	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100
35	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100
36	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100
37	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100
38	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100
39	exc_IEEE_ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	100	-100

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.9. Tabela 2-10 – Dados Regulador de Velocidade

Nesta tabela são apresentados os parâmetros dos controles dos reguladores de velocidade referentes aos 10 geradores do sistema teste.

Com base no arquivo '.pfd' foi possível estabelecer uma comparação entre os dados constantes no TB 736 do Cigré e os dados modelados pela licitante Figener. Destaca-se que, em cor verde, foi possível identificar que todos os parâmetros estão modelados corretamente.

CIGRÉ TB/Edital																					
Barra	Modelo	Gain K (pu)	Lag time constant T1 (s)	Lead time constant T2 (s)	Time constant T3 (s)	Maximum opening velocity Uo (pu/s)	Maximum closing velocity Uc (pu/s)	Maximum valve opening Pmax (pu)	Maximum valve opening Pmin (pu)	Time constant T4 (s)	Time constant T5 (s)	Time constant T6 (s)	Time constant T7 (s)	HP power fraction K1 (pu)	HP power fraction K3 (pu)	HP power fraction K5 (pu)	HP power fraction K7 (pu)	HP power fraction K2 (pu)	HP power fraction K4 (pu)	HP power fraction K6 (pu)	
30	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
32	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
33	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
34	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
36	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
37	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
39	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Power Factory (.PFD)																					
Barra	Modelo	Gain K (pu)	Lag time constant T1 (s)	Lead time constant T2 (s)	Time constant T3 (s)	Maximum opening velocity Uo (pu/s)	Maximum closing velocity Uc (pu/s)	Maximum valve opening Pmax (pu)	Maximum valve opening Pmin (pu)	Time constant T4 (s)	Time constant T5 (s)	Time constant T6 (s)	Time constant T7 (s)	HP power fraction K1 (pu)	HP power fraction K3 (pu)	HP power fraction K5 (pu)	HP power fraction K7 (pu)	HP power fraction K2 (pu)	HP power fraction K4 (pu)	HP power fraction K6 (pu)	
30	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
32	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
33	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
34	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
36	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
37	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
39	gov_IEEE_IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.10. Tabela 2-11 – Dados de PSS

Nesta tabela são apresentados os parâmetros dos controles dos *Power System Stabilizers* referentes aos 10 geradores do sistema teste.

Com base no arquivo '.pdf' foi possível estabelecer uma comparação entre os dados constantes no TB 736 do Cigré e os dados modelados pela licitante Figener. Destaca-se que, em cor verde, foi possível identificar que todos os parâmetros estão modelados corretamente.

CIGRÉ TB/Edital												
Barra	Modelo	Time constant T5 (s)	Time constant T6 (s)	Gain Ks (pu)	Filter constant A1 (s)	Filter constant A2 (s)	Lead time constant T1 (s)	Lead time constant T3 (s)	Lag time constant T2 (s)	Lag time constant T4 (s)	Max output voltage VSTMAX (pu)	Min output voltage VSTMIN (pu)
30	IEEE PSS1A	10	0	1,0	0	0	1,00	3,00	0,05	0,50	0,2	-0,2
31	IEEE PSS1A	10	0	0,5	0	0	5,00	1,00	0,40	0,10	0,2	-0,2
32	IEEE PSS1A	10	0	0,5	0	0	3,00	2,00	0,20	0,20	0,2	-0,2
33	IEEE PSS1A	10	0	2,0	0	0	1,00	1,00	0,10	0,30	0,2	-0,2
34	IEEE PSS1A	10	0	1,0	0	0	1,50	1,00	0,20	0,10	0,2	-0,2
35	IEEE PSS1A	10	0	4,0	0	0	0,50	0,50	0,10	0,05	0,2	-0,2
36	IEEE PSS1A	10	0	7,5	0	0	0,20	0,50	0,02	0,10	0,2	-0,2
37	IEEE PSS1A	10	0	2,0	0	0	1,00	1,00	0,20	0,10	0,2	-0,2
38	IEEE PSS1A	10	0	2,0	0	0	1,00	2,00	0,50	0,10	0,2	-0,2
39	IEEE PSS1A	10	0	1,0	0	0	5,00	3,00	0,60	0,50	0,2	-0,2

Power Factory (.PFD)												
Barra	Modelo	Time constant T5 (s)	Time constant T6 (s)	Gain Ks (pu)	Filter constant A1 (s)	Filter constant A2 (s)	Lead time constant T1 (s)	Lead time constant T3 (s)	Lag time constant T2 (s)	Lag time constant T4 (s)	Max output voltage VSTMAX (pu)	Min output voltage VSTMIN (pu)
30	pss_IEEE_PSS1A	10	0	1,0	0	0	1,00	3,00	0,05	0,50	0,2	-0,2
31	pss_IEEE_PSS1A	10	0	0,5	0	0	5,00	1,00	0,40	0,10	0,2	-0,2
32	pss_IEEE_PSS1A	10	0	0,5	0	0	3,00	2,00	0,20	0,20	0,2	-0,2
33	pss_IEEE_PSS1A	10	0	2,0	0	0	1,00	1,00	0,10	0,30	0,2	-0,2
34	pss_IEEE_PSS1A	10	0	1,0	0	0	1,50	1,00	0,20	0,10	0,2	-0,2
35	pss_IEEE_PSS1A	10	0	4,0	0	0	0,50	0,50	0,10	0,05	0,2	-0,2
36	pss_IEEE_PSS1A	10	0	7,5	0	0	0,20	0,50	0,02	0,10	0,2	-0,2
37	pss_IEEE_PSS1A	10	0	2,0	0	0	1,00	1,00	0,20	0,10	0,2	-0,2
38	pss_IEEE_PSS1A	10	0	2,0	0	0	1,00	2,00	0,50	0,10	0,2	-0,2
39	pss_IEEE_PSS1A	10	0	1,0	0	0	5,00	3,00	0,60	0,50	0,2	-0,2

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.11. Tabela 2-12 – Dados de carga

As cargas do sistema teste foram corretamente representadas no *Power Factory*. As unidades utilizadas foram as usuais para esta variável em programas de análise de fluxo de potência de sistemas elétricos, ou seja, MW para carga ativa e Mvar para carga reativa.

Technical Brochure - 736			
Bus Number	Bus Name	Pload (MW)	Qload (Mvar)
3	BUS 03	322,00	2,4
4	BUS 04	500,00	184,0
7	BUS 07	233,80	84,0
8	BUS 08	522,00	176,0
12	BUS 12	7,50	88,0
15	BUS 15	320,00	153,0
16	BUS 16	329,00	32,3
18	BUS 18	158,00	30,0
20	BUS 20	628,00	103,0
21	BUS 21	274,00	115,0
23	BUS 23	247,50	84,6
24	BUS 24	308,60	0,0
25	BUS 25	224,00	47,2
26	BUS 26	139,00	17,0
27	BUS 27	281,00	75,5
28	BUS 28	206,00	27,6
29	BUS 29	283,50	26,9
31	BUS 31	9,20	4,6
39	BUS 39	1104,00	250,0

Power Factory (.PFD)			
Bus Number	Bus Name	Pload (MW)	Qload (Mvar)
3	BUS 03	322,00	2,4
4	BUS 04	500,00	184,0
7	BUS 07	233,80	84,0
8	BUS 08	522,00	176,0
12	BUS 12	7,50	88,0
15	BUS 15 LV	320,00	153,0
16	BUS 16 LV	329,00	32,3
18	BUS 18 LV	158,00	30,0
20	BUS 20 LV	628,00	103,0
21	BUS 21 LV	274,00	115,0
23	BUS 23 LV	247,50	84,6
24	BUS 24 LV	308,60	0,0
25	BUS 25 LV	224,00	47,2
26	BUS 26 LV	139,00	17,0
27	BUS 27 LV	281,00	75,5
28	BUS 28 LV	206,00	27,6
29	BUS 29	283,50	26,9
31	BUS 31	9,20	4,6
39	BUS 39	1104,00	250,0

Differences			
Bus Number	Bus Name	Pload (MW)	Qload (Mvar)
3	BUS 01	100,0%	100,0%
4	BUS 02	100,0%	100,0%
7	BUS 03	100,0%	100,0%
8	BUS 04	100,0%	100,0%
12	BUS 05	100,0%	100,0%
15	BUS 06	100,0%	100,0%
16	BUS 07	100,0%	100,0%
18	BUS 08	100,0%	100,0%
20	BUS 09	100,0%	100,0%
21	BUS 10	100,0%	100,0%
23	BUS 11	100,0%	100,0%
24	BUS 12	100,0%	#DIV/0!
25	BUS 13	100,0%	100,0%
26	BUS 14	100,0%	100,0%
27	BUS 15	100,0%	100,0%
28	BUS 16	100,0%	100,0%
29	BUS 17	100,0%	100,0%
31	BUS 18	100,0%	100,0%
39	BUS 19	100,0%	100,0%

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.12. Tabela 2-13 – Solução do fluxo de potência do sistema teste

A tabela abaixo apresenta de forma comparativa a solução do fluxo de potência de referência do TB do Cigré com a solução encontrada pelo *Power Factory*. São evidenciados os valores de tensão (pu) e ângulos (graus) nas barras em cada uma das referências. Verifica-se que os desvios identificados estão abaixo de 2% em relação aos valores que constam no TB do Cigré sendo, portanto, valores aceitáveis.

Technical Brochure - 736			
Bus Number	Bus Name	Voltage (pu)	Angle (deg)
1	BUS 01	1,05	-9,8
2	BUS 02	1,04	-7,0
3	BUS 03	1,03	-11,8
4	BUS 04	0,98	-10,9
5	BUS 05	0,99	-9,6
6	BUS 06	0,99	-8,9
7	BUS 07	0,97	-11,5
8	BUS 08	0,97	-12,0
9	BUS 09	1,02	-12,0
10	BUS 10	1,00	-6,3
11	BUS 11	1,00	-7,2
12	BUS 12	0,97	-37,2
13	BUS 13	1,00	-7,1
14	BUS 14	0,99	-8,8
15	BUS 15	1,00	-9,2
16	BUS 16	1,02	-7,6
17	BUS 17	1,02	-8,7
18	BUS 18	1,01	-9,7
19	BUS 19	1,04	-2,4
20	BUS 20	0,98	-3,5
21	BUS 21	1,02	-5,1
22	BUS 22	1,04	-0,7
23	BUS 23	1,04	-0,8
24	BUS 24	1,02	-7,5
25	BUS 25	1,04	-5,9
26	BUS 26	1,04	-7,0
27	BUS 27	1,02	-9,0
28	BUS 28	1,04	-3,4
29	BUS 29	1,04	-0,6
30	BUS 30	1,04	-34,6
31	BUS 31	0,98	-30,0
32	BUS 32	0,98	-28,3
33	BUS 33	1,00	-27,2
34	BUS 34	1,01	-28,1
35	BUS 35	1,05	-25,7
36	BUS 36	1,06	-23,0
37	BUS 37	1,03	-29,1
38	BUS 38	1,03	-23,5
39	BUS 39	1,03	-41,8

Power Factory (.PFD)			
Bus Number	Bus Name	Voltage (pu)	Angle (deg)
1	BUS 01	1,05	-8,6
2	BUS 02	1,05	-5,8
3	BUS 03	1,02	-8,9
4	BUS 04	0,99	-10,0
5	BUS 05	1,00	-8,8
6	BUS 06	1,00	-8,1
7	BUS 07	0,99	-10,7
8	BUS 08	0,99	-11,3
9	BUS 09	1,03	-11,0
10	BUS 10	1,01	-5,4
11	BUS 11	1,01	-6,4
12	BUS 12	0,99	-36,3
13	BUS 13	1,01	-6,2
14	BUS 14	1,00	-7,8
15	BUS 15	1,00	-8,0
16	BUS 16	1,02	-6,4
17	BUS 17	1,02	-7,6
18	BUS 18	1,02	-8,5
19	BUS 19	1,04	-1,1
20	BUS 20	0,98	-2,0
21	BUS 21	1,02	-3,8
22	BUS 22	1,04	0,8
23	BUS 23	1,04	0,6
24	BUS 24	1,03	-6,3
25	BUS 25	1,05	-4,7
26	BUS 26	1,04	-5,8
27	BUS 27	1,02	-7,8
28	BUS 28	1,04	-2,2
29	BUS 29	1,05	0,7
30	BUS 30	1,04	-33,4
31	BUS 31	0,98	-30,0
32	BUS 32	0,98	-27,4
33	BUS 33	1,00	-25,9
34	BUS 34	1,01	-26,7
35	BUS 35	1,05	-24,3
36	BUS 36	1,06	-21,5
37	BUS 37	1,03	-27,9
38	BUS 38	1,03	-22,3
39	BUS 39	1,03	-10,7

Differences		
Bus Number	Bus Name	Voltage (%)
1	BUS 01	99,8%
2	BUS 02	100,6%
3	BUS 03	99,3%
4	BUS 04	101,3%
5	BUS 05	100,7%
6	BUS 06	101,0%
7	BUS 07	101,6%
8	BUS 08	101,6%
9	BUS 09	100,8%
10	BUS 10	100,9%
11	BUS 11	100,5%
12	BUS 12	102,0%
13	BUS 13	100,6%
14	BUS 14	101,2%
15	BUS 15	100,1%
16	BUS 16	100,0%
17	BUS 17	100,2%
18	BUS 18	101,0%
19	BUS 19	100,4%
20	BUS 20	100,3%
21	BUS 21	100,1%
22	BUS 22	100,3%
23	BUS 23	99,8%
24	BUS 24	100,5%
25	BUS 25	100,5%
26	BUS 26	100,0%
27	BUS 27	100,4%
28	BUS 28	100,4%
29	BUS 29	100,7%
30	BUS 30	100,0%
31	BUS 31	100,2%
32	BUS 32	100,0%
33	BUS 33	100,0%
34	BUS 34	100,0%
35	BUS 35	100,0%
36	BUS 36	100,0%
37	BUS 37	100,0%
38	BUS 38	100,0%
39	BUS 39	100,0%

Applied rules

Voltage
 98%<value<102%
 > 102% or < 98%

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.13. Tabela 8 Edital – Anexo I – Roteiro para Testes de Conformidade – Dados dos geradores do sistema de referência

Nesta tabela foram fornecidos dados suplementares de geradores do sistema para complementar os dados presentes no TB do Cigré. Identifica-se que estes dados foram fielmente representados no *Power Factory*, como pode ser observado na tabela abaixo. O desvio de 1,15% observado na geração da barra de referência (31) é considerado aceitável, uma vez que diversos fatores podem ter contribuído para a modificação das perdas do sistema em questão, tais como o fato das linhas terem sido linhas modeladas pela geometria da torre e a modelagem dos transformadores de carga efetuada pela licitante.

Bidding notice							Power Factory (LPFD)							Differences							
Generator Number	Generator type	PGen (MW)	PMax (MW)	PMin (MW)	QMax (Mvar)	QMin (Mvar)	Generator Bus	Generator Name	Generator type	PGen (MW)	PMax (MW)	PMin (MW)	QMax (Mvar)	QMin (Mvar)	Generator Number	Generator type	PGen (MW)	PMax (MW)	PMin (MW)	QMax (Mvar)	QMin (Mvar)
30	PV	250,00	250,0	200	134,1	-75	30	G 10	PV	250,00	250,0	200	134,1	-75	30	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
31	Vø (slack)	524,10	600,0	250	297,9	-157,23	31	G 02	Vø (slack)	530,14	600,0	250	297,9	-157,23	31	Vø (slack)	101,15%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
32	PV	650,00	700,0	600	297	-195	32	G 03	PV	650,00	700,0	600	297	-195	32	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
33	PV	632,00	650,0	600	252,8	-189,6	33	G 04	PV	632,00	650,0	600	252,8	-189,6	33	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
34	PV	508,00	550,0	450	233,7	-152,4	34	G 05	PV	508,00	550,0	450	233,7	-152,4	34	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
35	PV	650,00	650,0	600	319,1	-195	35	G 06	PV	650,00	650,0	600	319,1	-195	35	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
36	PV	560,00	600,0	560	224	-168	36	G 07	PV	560,00	600,0	560	224	-168	36	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
37	PV	540,00	550,0	500	216	-162	37	G 08	PV	540,00	550,0	500	216	-162	37	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
38	PV	830,00	840,0	800	332	-249	38	G 09	PV	830,00	840,0	800	332	-249	38	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
39	PV	1000,00	1200,0	500	400	-300	39	G 01	PV	1000,00	1200,0	500	400	-300	39	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.14. Análise dos Dados para Co-Simulação

O item 4.2.11 do Anexo I do Edital do pregão permite que o módulo de co-simulação seja fornecido em duas modalidades:

Modalidade 1: Nesta configuração, o módulo de co-simulação deverá permitir a interface híbrida com o software PSCAD para fazer as simulações no domínio do tempo. Nesse caso, se dispensa o fornecimento de licença daquele software, visto que a EPE já tem acesso a esta ferramenta. Requer-se, no entanto, compatibilidade com a versão 4.6 do PSCAD ou superior.

Modalidade 2: nesta configuração, a contratada deverá fornecer o módulo para simulação no domínio do tempo. Nesse caso, a(s) licença(s) necessária(s) deverão estar incluídas neste fornecimento com a mesma quantidade de licença(s) requeridas para a ferramenta de co-simulação.

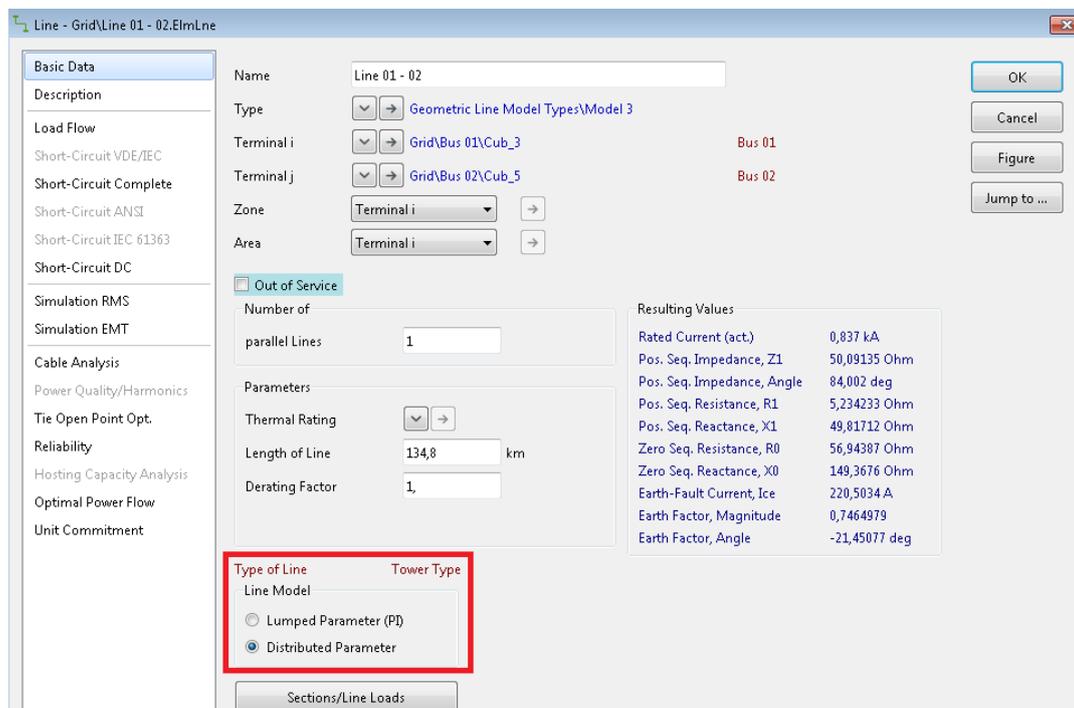
A licitante Figener optou por fornecer este módulo na Modalidade 2, com a disponibilização de um módulo de transitórios eletromagnéticos de desenvolvimento próprio e totalmente integrado com os demais módulos fornecidos, num único ambiente computacional.

De forma a manter a coerência com o item 3.14 do parecer EPE-DEE-NT-074/2020, serão analisados com detalhes os mesmos pontos, a saber:

1. Modelagem das sequências positiva/negativa e zero das linhas de transmissão por comprimento (em quilômetros, no caso desse teste) considerando o modelo em parâmetros distribuídos Bergeron conforme Tabela 2.3 do TB;
2. Modelagem dos transformadores do sistema com a ligação correta Yd1 indicada no TB conforme tabela 2.5;
3. Modelagem da característica de saturação dos transformadores conforme item 2.1.2 do TB;
4. Integração da base de dados

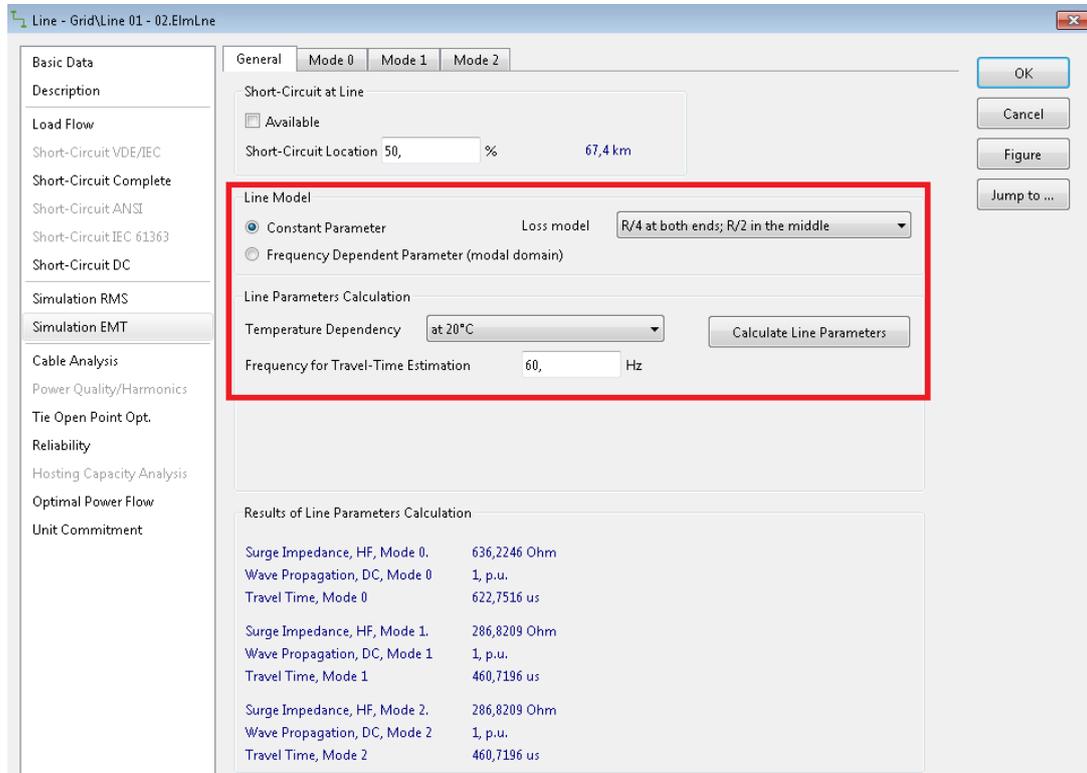
3.14.1. Modelagem das Linhas de Transmissão

Em relação a esse tema é esperado que, para as simulações envolvendo análises no domínio do tempo, como transitórios eletromagnéticos (EMT), a modelagem das linhas de transmissão contemple parâmetros distribuídos. Deste modo, com base no arquivo '.pfd', foi possível identificar que todas as linhas do sistema teste foram corretamente modeladas à luz dos parâmetros distribuídos. A figura abaixo mostra tal opção de modelagem selecionada (destaque em caixa vermelha), para a Linha 1-2.



Ainda no que tange à modelagem das linhas de transmissão no domínio do tempo é necessário verificar, em detalhe, qual o tipo adotado: (i) se considerando parâmetros constantes na frequência (ex: EPE-DEE-NT-075/2020-rev0 – Pregão Eletrônico PE.EPE.010/2020 – Primeiro Conjunto de Dados - Licitante: Figener Engenheiros Associados Ltda.

Bergeron) ou (ii) se considerando parâmetros dependentes da frequência. Deste modo, com base no arquivo '.pfd', foi possível identificar que todas as linhas do sistema teste foram modeladas utilizando parâmetros constantes na frequência. A figura abaixo mostra tal opção detalhada da modelagem considerada (destaque em caixa vermelha), para a Linha 1-2.



Cumprir-se que, conforme documentado no item 3.14 do parecer EPE-DEE-NT-074/2020, foi acatado o pleito da licitante Siemens de modo a flexibilizar a modelagem de linha de transmissão de parâmetros dependentes da frequência para modelo em parâmetros distribuídos do tipo Bergeron. Desta forma, pelo princípio da coerência, também é aceita a modelagem proposta pela licitante Figener.

Assim, entende-se que a modelagem das linhas de transmissão para estudos que envolvem EMT foi plenamente atendido.

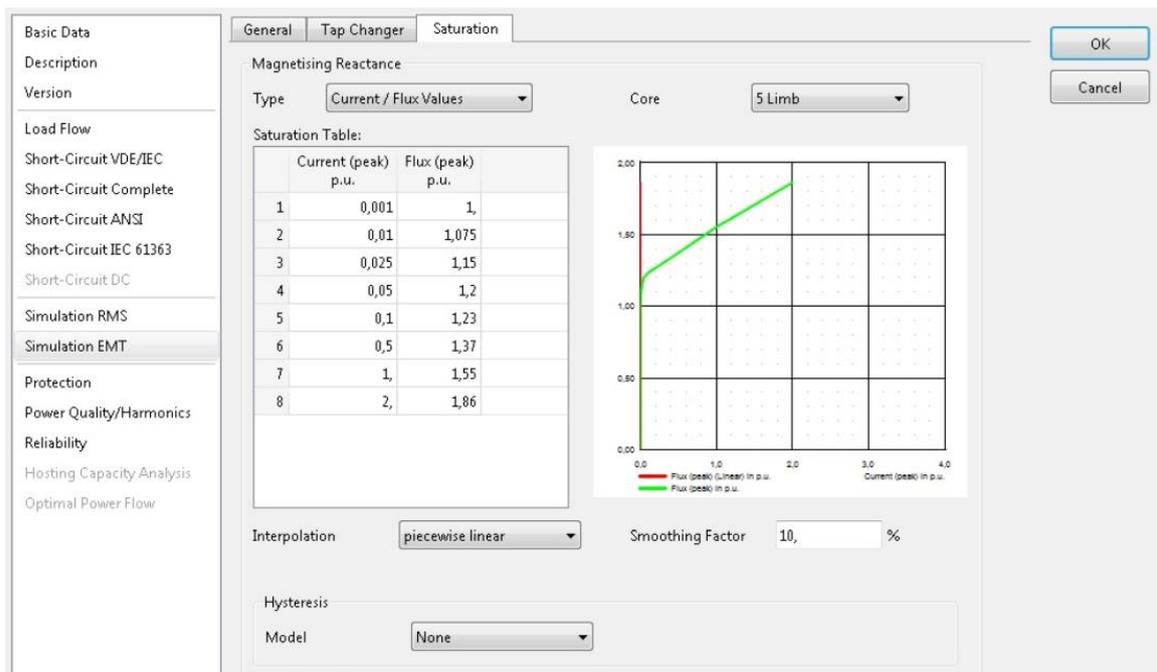
3.14.2. Modelagem dos esquemas de ligação dos transformadores

Conforme citado no início do item 3.14, a modalidade de co-simulação fornecida pela licitante foi a modalidade 2 em que é fornecido um módulo para as análises de transitórios eletromagnéticos. Esse módulo por sua vez, é parte integrante do programa *Power Factory* que é estruturado de forma a utilizar uma base de dados e parâmetros elétricos comum entre os módulos. Assim, as informações de esquemas de ligação apresentadas na tabela 2-5 do TB, já foram alvo de conferência no item 3.3 da presente nota técnica.

Atesta-se, desta maneira, que as modelagens dos esquemas de ligação dos transformadores estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.14.3. Tabela 2-4 – Característica de saturação dos transformadores

A curva de magnetização dos transformadores no *Power Factory* pode ser inserida de várias formas e a licitante optou por incluí-la da mesma forma apresentada na Tabela 2-4 do TB, com a dupla "corrente de magnetização (pu)" x "Fluxo (pu)", conforme pode ser observado na figura abaixo.



Essas informações foram preenchidas corretamente para todos os tipos de transformadores, conforme pode ser verificado na tabela seguinte, que contempla esses dados para todos os transformadores do sistema.

		Technical Brochure - 736							
Technical Brochure - 736	Imag (pu)	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (pu)	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
		DigSilent - Power Factory exported data - from .pfd							
Bus 02-Bus 30	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 06-Bus 31	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 10-Bus 32	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 19-Bus 33	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 20-Bus 34	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 22-Bus 35	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 23-Bus 36	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 25-Bus 37	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 29-Bus 38	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 15-Bus 15 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 16-Bus 16 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 18-Bus 18 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 20-Bus 20 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 21-Bus 21 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 23-Bus 23 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 24-Bus 24 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 25-Bus 25 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 26-Bus 26 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 27-Bus 27 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 28-Bus 28 LV	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 11-Bus 12	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 13-Bus 12	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86
Bus 19-Bus 20-Tertiary	Current (peak) p.u.	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	1	2
	Flux (peak) p.u.	1	1,075	1,15	1,2	1,23	1,37	1,55	1,86

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.14.4. Integração de Base de Dados

Conforme mencionado no início da seção 3.14, o Edital do pregão permite que o módulo de co-simulação seja fornecido em duas modalidades: via interface híbrida com o software PSCAD ou por fornecimento direto do módulo para simulação no domínio do tempo. Tendo a licitante optado pela Modalidade 2, confirmou-se que todos os dados necessários e utilizados pelo módulo de transitórios eletromagnéticos e de co-simulação estão completamente integrados dentro da base de dados do programa. Isso significa que, ao aplicar modificações na base de dados como por exemplo um seccionamento de linha, recondutoramento de linha, etc, se alteram de forma automática os parâmetros de linha dependentes da frequência e/ou distribuídos, sem a necessidade de manutenção

de base de dados à parte, utilizando apenas a funcionalidade "Network Model Management" disponibilizada pela ferramenta. Verificou-se, desta forma, que a base de dados integrada presente no programa *Power Factory* está de acordo com as características requeridas na contratação, conforme item 4.2 do Anexo I do Edital:

"Esta especificação define conceitualmente as ferramentas computacionais como um software de "pacote integrado" com, no mínimo, os requisitos funcionais que se seguem. Os requisitos estão divididos entre aqueles que devem ser fornecidos de forma imediata e os que podem ser fornecidos a posteriori, segundo prazos da Tabela 6. A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam o quantitativo mínimo de licenças objeto da contratação, respectivamente, para os módulos a serem atendidos de forma imediata e os módulos que podem ser fornecidos a posteriori. (...)

*(...) "Pacote integrado" significa que todos os módulos devem comunicar-se de forma direta e transparente, **sem necessidade de intervenção do utilizador e/ou outro software, e que os módulos partilham uma base de dados comum.** Como exceção, apenas para o módulo "Conversão de dados de/para Anarede e Anafas (Cepel)" se faculta, por opção do fornecedor, a utilização de um módulo à parte não integrado à mesma plataforma dos demais módulos.*

Não há prejuízo prático caso múltiplos requisitos sejam atendidos por um único módulo da ferramenta oferecida pela contratada. Similarmente, se permite que a totalidade das especificações de um determinado requisito seja atendida por mais de um módulo da ferramenta. Nas duas situações, todavia, permanece necessário o requisito já mencionado de integração entre os módulos."

Desta forma, entende-se que o Módulo de Co-Simulação atende ao requisito de base de dados única e gerenciamento conjunto dos dados, conforme solicitado em edital.

4. CONCLUSÃO

A presente Nota Técnica apresentou uma sequência de verificações e comparações acerca do primeiro envio de arquivos de simulação do software *Power Factory*.

A tabela seguinte apresenta um resumo da análise desse primeiro conjunto de dados enviado pela licitante Figener.

Itens da Nota Técnica		
Item	Descrição	Foi atendido? (S/N)
3.1	Dados de barra	S
3.2	Dados de linhas de transmissão	S
3.3	Dados de transformadores de geradores	S
3.4	Dados de transformadores de carga	S
3.5	Dados de transformador da rede	S
3.6	Dados de capacitor shunt	S
3.7	Dados de geradores	S
3.8	Dados regulador de tensão	S
3.9	Dados regulador de velocidade	S
3.10	Dados de PSS	S
3.11	Dados de carga	S
3.12	Solução do fluxo de potência	S
3.13	Edital - Anexo I - Roteiro para Testes de Conformidade - Dados dos geradores do sistema de referência	S
3.14.1	Co-Sim: Modelagem das Linhas de Transmissão	S
3.14.2	Co-Sim: Modelagem dos esquemas de ligação dos transformadores	S
3.14.3	Co-Sim: Característica de saturação dos transformadores	S
3.14.4	Co-Sim: Integração de Base de Dados	S

Conforme detalhado nesta Nota Técnica, todos os itens foram atendidos pela licitante, tendo sido verificada a integridade dos dados enviados.

Logo, dado o atendimento aos requisitos supracitados e conforme previsto no Edital, atesta-se que a licitante está apta a iniciar a rotina de testes do programa computacional *Power Factory*.

5. REFERÊNCIA

[1] Conformity Tests - Data Validation - DIgSILENT GmbH, November 2020