

ADENDO III

A-3. DADOS DO SISTEMA-TESTE DE 33 BARRAS (STB-33)

Neste adendo apresentam-se dados e parâmetros elétricos do sistema-teste de 33 barras proposto no item 3.5 desta Dissertação. Alerta-se ao leitor que, os modelos dinâmicos dos controladores para análise de estabilidade e os dados para análise de curto-circuito referente aos transformadores, encontram-se no Adendo V.

A-3.1. Dados de Barra

Nº	Nome	Tipo	Tensão	Faixa		Área
				Max	Min	
800	Gov. Bento Munhoz	V0	13,8	1,050	0,950	1
808	Salto Caxias	PV	13,8	1,050	0,950	2
810	Salto Segredo	PV	13,8	1,050	0,950	2
814	Bateias	PQ	230	1,050	0,950	1
824	Gov. Bento.Munhoz	PQ	500	1,090	0,950	1
839	Cascavel	PQ	230	1,050	0,950	2
840	Cascavel	PQ	138	1,050	0,950	2
848	Foz do Chopin	PQ	138	1,050	0,950	2
856	Segredo	PQ	500	1,090	0,950	2
895	Bateias	PQ	500	1,090	0,950	1
896	Cascavel do Oeste	PQ	500	1,090	0,950	2
897	Salto Caxias	PQ	500	1,090	0,950	2
898	Foz do Chopin	PQ	230	1,050	0,950	2
904	Itá	PV	13,8	1,050	0,950	1
915	Machadinho	PV	13,8	1,050	0,950	1
919	Salto Osório	PV	13,8	1,050	0,950	2
925	Salto Santiago	PV	13,8	1,050	0,950	2
933	Areia	PQ	500	1,090	0,950	1
934	Areia	PQ	230	1,050	0,950	2
938	Blumenau	PQ	500	1,090	0,950	1
939	Blumenau	PQ	230	1,050	0,950	1
955	Campos Novos	PQ	500	1,090	0,950	1
959	Curitiba	PQ	500	1,090	0,950	1
960	Curitiba	PQ	230	1,050	0,950	1
964	Caxias	PQ	500	1,090	0,950	1
965	Caxias	PQ	230	1,050	0,950	1
976	Gravataí	PQ	500	1,090	0,950	1
995	Itá	PQ	500	1,090	0,950	1
1030	Machadinho	PQ	500	1,090	0,950	1
1047	Salto Osório	PQ	230	1,050	0,950	2
1060	Salto Santiago	PQ	500	1,090	0,950	2
1210	Gravataí-230	PQ	230	1,050	0,950	2
2458	Cascavel-230	PQ	230	1,050	0,950	2

Coluna	Descrição
Nº	Número de identificação da barra.
Nome	Nome de identificação da barra.
Tipo	Corresponde ao tipo de barra a ser representado nos dados de fluxo de potência, onde: Tipo V θ = Barra de referência ou swing Tipo PV = Barra de tensão regulada ou de geração Tipo PQ = Barra de carga
Tensão	Corresponde a tensão nominal de operação da barra, em kV.
Faixa	Faixa de tensão correspondente aos níveis máximos e mínimos de tensão que a barra pode operar em regime permanente, em pu.
Área	Número de identificação da área elétrica ou subsistema ao qual a barra pertence.

A-3.2. Dados de Linha

Seqüência Positiva e Negativa										Seqüência Zero	
De	Para	Nome	V	Circ	R ₊	X ₊	B	CN	CE	R ₀	X ₀
824	933	G.B.Munhoz-Areia	500	1	0,0100	0,1240	15,204	2182	2182	0,04	0,29
824	933	G.B.Munhoz-Areia	500	2	0,0100	0,1260	15,428	2182	2182	0,04	0,29
839	898	Cascavel-F.Chopin	230	1	1,1300	6,9900	12,617	189	318	4,88	19,51
839	1047	Cascavel-S.Osório	230	1	1,2200	7,6900	13,810	189	323	5,44	21,20
839	2458	Cascavel-Cascavel Oeste	230	1	0,2200	1,0900	1,8601	319	413	0,77	2,95
839	2458	Cascavel-Cascavel Oeste	230	2	0,1700	1,0300	2,0537	356	356	0,65	3,26
856	933	Segredo-Areia	500	1	0,0520	0,6540	80,493	2273	2273	0,29	1,68
856	1060	Segredo-S.Santiago	500	1	0,0560	0,6970	85,746	2182	2182	0,31	1,79
896	897	Cascavel Oeste-S.Caxias	500	1	0,0500	0,7300	78,060	1637	1637	0,50	1,90
898	1047	F.Chopin-S.Osório	230	1	0,1500	0,8900	1,6317	324	324	0,62	2,51
933	895	Areia-Bateias	500	1	0,2000	2,5500	312,72	2110	2110	2,77	10,53
933	955	Areia-Campos Novos	500	1	0,1620	2,0480	250,17	2110	2110	2,22	8,44
933	959	Areia-Curitiba	500	1	0,2000	2,6900	336,40	2182	2182	2,72	10,86
934	1047	Areia-Salto Osório	230	1	3,0450	15,738	27,123	319	319	15,21	44,43
934	1047	Areia-Salto Osório	230	2	3,0410	15,718	27,089	319	319	15,20	44,40
938	955	Blumenau-C.Novos	500	1	0,2556	2,9224	360,40	2037	2037	3,17	12,06
938	959	Blumenau-Curitiba	500	1	0,1270	1,6030	195,89	1266	1266	1,73	6,60
955	964	Campos Novos-Caxias	500	1	0,1877	2,3467	287,24	1688	1688	2,42	8,76
959	895	Curitiba-Bateias	500	1	0,0500	0,4400	47,580	2110	2110	0,47	1,80
964	976	Caxias-Gravataí	500	1	0,0733	0,9164	112,17	1688	1688	0,98	3,55
976	995	Gravataí-Itá	500	1	0,2820	3,8520	493,70	1688	1688	3,62	15,18
995	964	Itá-Caxias	500	1	0,1643	3,0339	354,88	2182	2182	3,04	11,54
995	1030	Itá-Machadinho	500	1	0,0730	0,9200	112,26	2182	2182	0,83	3,22
995	1060	Itá-Salto Santiago	500	1	0,1720	2,1700	265,16	2110	2110	2,35	8,94
1030	955	Machadinho-C.Novos	500	1	0,0470	0,5900	71,818	2182	2182	0,48	1,86
1060	897	S.Santiago-S.Caxias	500	1	0,0760	1,1710	124,58	2370	2681	0,80	3,04

Impedância Mútua entre Linhas									
Linha 1				Linha 2				R _M	X _M
De	Para	Nº	Tensão	De	Para	Nº	Tensão		
934	1047	1	230	934	1047	2	230	11,82	20,94
824	933	1	500	824	933	2	500	0,04	0,08
839	2458	1	230	839	2458	2	230	3,43	5,81

Coluna	Descrição
De	Número de identificação da barra de origem.
Para	Número de identificação da barra de destino.
Nome	Nome de identificação do circuito.
V	Tensão nominal de operação do circuito, em kV.
Circ	Número de identificação do circuito.
R ₊	Resistência equivalente de sequência positiva do circuito, em %.
X ₊	Reatância equivalente de sequência positiva do circuito, em %.
B	Susceptância shunt total do circuito, em Mvar.
CN	Capacidade de carregamento do circuito em condições normais de operação, em MVA.
CE	Capacidade de carregamento do circuito em condições de emergência, em MVA.
R ₀	Resistência equivalente de sequência zero do circuito, em %.
X ₀	Reatância equivalente de sequência zero do circuito, em %.
Linha 1	Primeira linha de transmissão ou circuito um no caso de circuitos paralelos.
Linha 2	Segunda linha de transmissão ou circuito dois no caso de circuitos paralelos.
R _M	Parte resistiva da impedância mútua (sequência zero do circuito), em %.
X _M	Parte reativa da impedância mútua (sequência zero do circuito), em %.

A-3.3. Dados de Transformadores

Nota: Os dados dos transformadores para representação em estudo de curto-circuito no programa ANAFAS, estão apresentados no item A-5.4 do Adendo V.

Sequência Positiva e Negativa													
De	Para	Nome	Nº	RT	Pot	R ₊	X ₊	Tap min	Tap max	Pos	Tp	Cn	Ce
895	814	Bateias	1	500/230	600	0,032	1,146	0,90	1,10	19	V	600	600
895	814	Bateias	2	500/230	600	0,030	1,1651	0,90	1,10	19	V	600	600
800	824	G.B.Munhoz	1	16/500	465	0,000	3,360	0,95	1,05	5	F	465	465
800	824	G.B.Munhoz	2	16/500	465	0,000	3,360	0,95	1,05	5	F	465	465
800	824	G.B.Munhoz	3	16/500	465	0,000	3,360	0,95	1,05	5	F	465	465
800	824	G.B.Munhoz	4	16/500	465	0,000	3,360	0,95	1,05	5	F	465	465
839	840	Cascavel	1	230/138	150	0,000	6,640	0,881	1,136	16	V	150	150
839	840	Cascavel	2	230/138	150	0,000	6,290	0,881	1,136	16	V	150	150
810	856	Salto Segredo	1	13,8/500	333	0,000	4,200	0,95	1,05	5	F	333	333
810	856	Salto Segredo	2	13,8/500	333	0,000	4,200	0,95	1,05	5	F	333	333
810	856	Salto Segredo	3	13,8/500	333	0,000	4,200	0,95	1,05	5	F	333	333
810	856	Salto Segredo	4	13,8/500	333	0,000	4,200	0,95	1,05	5	F	333	333
897	808	Salto Caxias	1	13,8/500	345	0,000	4,080	0,95	1,05	5	F	345	345
897	808	Salto Caxias	2	13,8/500	345	0,000	4,080	0,95	1,05	5	F	345	345
897	808	Salto Caxias	3	13,8/500	345	0,000	4,080	0,95	1,05	5	F	345	345
897	808	Salto Caxias	4	13,8/500	345	0,000	4,080	0,95	1,05	5	F	345	345
898	848	Foz do Chopin	1	230/138	150	0,000	6,360	0,881	1,136	16	V	150	150
933	934	Areia	1	500/230	672	0,031	1,207	0,90	1,10	19	V	672	806
938	939	Blumenau	1	500/230	672	0,031	1,150	0,90	1,10	19	V	672	806
938	939	Blumenau	2	500/230	672	0,032	1,163	0,90	1,10	19	V	672	806
938	939	Blumenau	3	500/230	672	0,000	1,277	0,90	1,10	19	V	672	672
959	960	Curitiba	1	500/230	672	0,032	1,163	0,90	1,10	19	V	672	806
959	960	Curitiba	2	500/230	672	0,031	1,166	0,90	1,10	19	V	672	806
964	965	Caxias	1	500/230	672	0,020	1,211	0,90	1,10	19	V	672	806
964	965	Caxias	2	500/230	672	0,020	1,233	0,90	1,10	19	V	672	806
904	995	Itá	1	16/500	305	0,050	4,615	0,95	1,05	5	F	305	305
904	995	Itá	2	16/500	305	0,050	4,615	0,95	1,05	5	F	305	305
904	995	Itá	3	16/500	305	0,050	4,615	0,95	1,05	5	F	305	305
904	995	Itá	4	16/500	305	0,050	4,615	0,95	1,05	5	F	305	305
904	995	Itá	5	16/500	305	0,050	4,615	0,95	1,05	5	F	305	305

Sequência Positiva e Negativa													
De	Para	Nome	Nº	RT	Pot	R ₊	X ₊	Tap min	Tap max	Pos	Tp	Cn	Ce
915	1030	Machadinho	1	16/500	420	0,000	4,131	0,95	1,05	5	F	420	420
915	1030	Machadinho	2	16/500	420	0,000	4,131	0,95	1,05	5	F	420	420
915	1030	Machadinho	3	16/500	420	0,000	4,131	0,95	1,05	5	F	420	420
919	1047	Salto Osório	1	13,8/230	196	0,080	6,809	0,95	1,05	5	F	196	196
919	1047	Salto Osório	2	13,8/230	196	0,080	6,809	0,95	1,05	5	F	196	196
919	1047	Salto Osório	3	13,8/230	196	0,080	6,809	0,95	1,05	5	F	196	196
919	1047	Salto Osório	4	13,8/230	196	0,080	6,809	0,95	1,05	5	F	196	196
925	1060	S.Santiago	1	19/500	415	0,040	4,545	0,95	1,05	5	F	415	415
925	1060	S.Santiago	2	19/500	415	0,040	4,545	0,95	1,05	5	F	415	415
925	1060	S.Santiago	3	19/500	415	0,040	4,545	0,95	1,05	5	F	415	415
925	1060	S.Santiago	4	19/500	415	0,040	4,545	0,95	1,05	5	F	415	415
976	1210	Gravataí	1	500/230	672	0,030	1,219	0,90	1,10	19	V	672	806
976	1210	Gravataí	2	500/230	672	0,039	1,138	0,90	1,10	19	V	672	806
976	1210	Gravataí	3	500/230	672	0,036	1,217	0,90	1,10	19	V	672	806
896	2458	Cascavel Oeste	1	500/230	600	0,000	1,270	0,90	1,10	19	V	600	600

Tabela das derivações de tapes dos transformadores					
5 Posições		16 Posições		19 Posições	
Posição	Tape	Posição	Tape	Posição	Tape
1	1,050	1	1,136	1	1,1000
2	1,025	2	1,119	2	1,0889
3	1,000	3	1,102	3	1,0778
4	0,975	4	1,085	4	1,0667
5	0,950	5	1,068	5	1,0555
		6	1,051	6	1,0444
		7	1,034	7	1,0333
		8	1,017	8	1,0222
		9	1,000	9	1,0111
		10	0,983	10	1,0000
		11	0,966	11	0,9889
		12	0,949	12	0,9778
		13	0,932	13	0,9667
		14	0,915	14	0,9556
		15	0,898	15	0,9444
		16	0,881	16	0,9333
				17	0,9222
				18	0,9111
				19	0,9000

Coluna	Descrição
De	Número de identificação da barra de origem.
Para	Número de identificação da barra de destino.
Nome	Nome de identificação da unidade transformadora.
Nº	Número de identificação da unidade transformadora.
RT	Relação de transformação da unidade transformadora, em kV.
Pot	Potência nominal da unidade transformadora, em MVA.
R ₊	Resistência equivalente de sequência positiva da unidade transformadora, em %.
X ₊	Reatância equivalente de sequência positiva da unidade transformadora, em %.
Tap Min	Valor mínimo que o tape da unidade transformadora pode assumir para transformadores com variação automática de tape, em pu.
Tap Max	Valor máximo que o tape da unidade transformadora pode assumir para transformadores com variação automática de tape, em pu.

Coluna	Descrição
Pos	Número de posições entre tape mínimo e tape máximo.
Tp	Tipo de transformador, onde: F = tape fixo e V = tape variável em carga.
Cn	Capacidade máxima de transformação em condições normais de operação, em MVA.
Ce	Capacidade máxima de transformação em condições de emergência, em MVA.
Posição	Número da posição do tape.
Tape	Valor do tape, em pu.

A-3.4. Dados de Carga

Barra	Nome	Tensão	Carga	
			MW	Mvar
814	Bateias	230	680	130
960	Curitiba	230	790	330
939	Blumenau	230	940	50
965	Caxias	230	700	49
1210	Gravataí	230	1100	400
934	Areia	230	235	57
2458	Cascavel do Oeste	230	400	125
840	Cascavel	138	150	32
848	Foz do Chopin	138	90	17
Total			5 085	1 190

A-3.5. Dados de Equipamentos de Controle de Tensão

Capacitores Shunt						
Barra	Nome	Tensão	Nº	Potência	Total	Disjuntor
1210	Gravataí	230	4	100	400	Sim
939	Blumenau	230	2	125	250	Não
959	Curitiba	500	1	100	100	Não
Total			7		750	

Reatores Shunt						
Barra	Nome	Tensão	Nº	Potência	Total	Disjuntor
995	Itá	500	1	150	150	Sim
955	Campos Novos	500	1	100	100	Não
976	Gravataí	500	1	150	150	Não
964	Caxias	500	1	150	150	Sim
938	Blumenau	500	1	150	150	Não
959	Curitiba	500	1	150	150	Sim
839	Cascavel	230	2	15	30	Não
Total			8		880	

Coluna	Descrição
Barra	Número de identificação da barra que o equipamento está conectado.
Nome	Nome de identificação da barra que o equipamento está conectado.
Tensão	Tensão nominal do equipamento, em kV
Nº	Quantidade de equipamentos.
Potência	Potência nominal gerada por equipamento, em Mvar.
Total	Potência total gerada, em Mvar.
Disjuntor	Indica a existência ou não de disjuntor para chaveamento do equipamento, ou seja, se o equipamento é manobrável através de disjuntor.

A-3.6. Dados de Máquinas

Geração de Potência Ativa (MW)				
Barra	Nome	Nº de Máquinas	Geração Máxima por Máquina	Geração Máxima Total
800	G.B.Munhoz	4	418,5	1674
808	Salto Caxias	4	310	1240
810	Salto Segredo	4	315	1260
904	Itá	5	170	1450
915	Machadinho	3	260	1140
919	Salto Osório	4	120	728
925	Salto Santiago	4	220	1420
	Total	28		8 912

Geração e Absorção de Reativos das Máquinas (Mvar)						
Barra	Nome	Nº de Máquinas	Absorção		Geração	
			Por Máquina	Total	Por Máquina	Total
800	G.B.Munhoz	4	200	800	200	800
808	Salto Caxias	4	150	600	150	600
810	Salto Segredo	4	100	400	133	532
904	Itá	5	95	475	95	475
915	Machadinho	3	172	516	155	465
919	Salto Osório	4	37	148	55	220
925	Salto Santiago	4	110	440	105	420
	Total	28		3 379		3 512

A-3.7. Modelo e Dados de Geradores

Nota: O modelo de gerador utilizado foi o MD02 do programa ANATEM [14] para pólos salientes que utiliza um enrolamento de campo e dois enrolamentos amortecedores, sendo um no eixo direto e outro no eixo em quadratura.

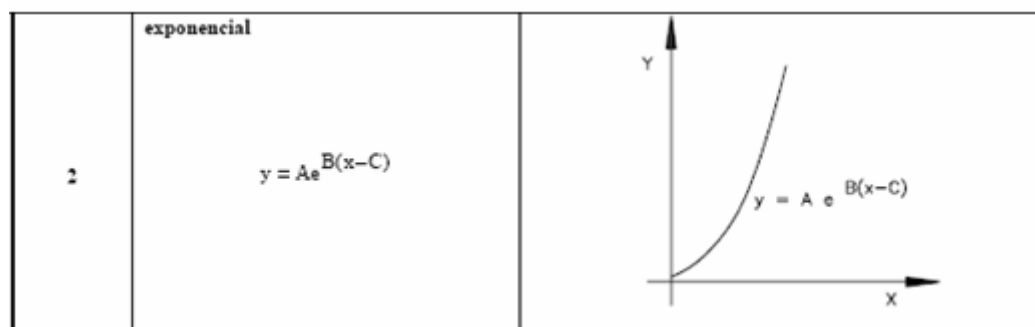
Bar	Nome	Nº	Xd	Xq	X'd	X''d	Xl	T'd	T''d	T''q	H	P	Ra	T
800	G.B.M	4	91,89	68,63	30,25	24,22	16,13	7,92	0,06	0,09	4,439	419	0	H
808	S.Caxias	4	87,85	56,61	24,51	19,86	10,35	7,59	0,07	0,17	4,071	333	0	H
810	S. Segredo	4	87,85	56,61	24,51	19,86	10,35	7,59	0,07	0,17	4,071	333	0	H
904	Itá	5	110,0	73,0	31,0	24,0	16,0	6,90	0,043	0,040	4,349	305	0,42	H
915	Machadinho	3	100,0	75,0	32,0	26,0	22,0	6,0	0,09	0,09	4,844	418,5	0	H
919	S.Osório	4	119,9	59,96	30,94	25,48	10,92	8,27	0,050	0,070	3,620	182	0	H
925	S.Santiago	4	91,79	62,25	31,65	23,21	18,86	10,0	0,040	0,130	3,873	369,8	0	H

Coluna	Descrição
Bar	Número de identificação da barra onde está ligada a unidade geradora.
Nome	Número da unidade geradora.
Nº	Número de unidades geradoras da usina.
Xd	Reatância síncrona de eixo direto por máquina, em %.
Xq	Reatância síncrona de eixo em quadratura por máquina, em %.
X'd	Reatância transitória de eixo direto por máquina, em %.
X''d	Reatância subtransitória de eixo direto por máquina, em %.
Xl	Reatância de dispersão da armadura por máquina, em %.
T'd	Constante de tempo transitória de eixo direto em circuito aberto, em segundos.

Coluna	Descrição
T''d	Constante de tempo subtransitória de eixo direto em circuito aberto, em segundos.
T''q	Constante de tempo subtransitória de eixo em quadratura em circuito aberto, em segundos.
H	Constante de inércia, em segundos. Representa a relação entre a energia cinética armazenada no grupo turbina-gerador, à velocidade síncrona, e a potência aparente nominal da máquina.
P	Potência aparente nominal da unidade geradora, em MVA, usada como base para os parâmetros.
Ra	Resistência do enrolamento de armadura, em %.
T	Tipo de fonte de energia da usina: H= Hidráulica e T=Térmica

Curva de Saturação					
Núm	Máq	Tipo	Y1	Y2	X1
700	Gov. Bento Munhoz	2	0,0220	7,874	0,8
702	Salto Caxias	2	0,0147	7,098	0,8
702	Salto Segredo	2	0,0147	7,098	0,8
808	Itá	2	0,02707	7,05981	0,8
815	Machadinho	2	0,022924	8,392149	0,8
805	Salto Osório	2	0,0490	6,640	0,8
807	Salto Santiago	2	0,0460	6,300	0,8

Coluna	Descrição
Núm	Número de identificação da curva de saturação da máquina usado no arquivo de dados.
Máq	Nome da unidade geradora.
Tipo	Indica o tipo de equação usada para curva de saturação. Tipo 2 corresponde a uma exponencial (ver figura abaixo).
Y1	Valor do parâmetro A, em pu.
Y2	Valor do parâmetro B, em pu.
X1	Valor do parâmetro C, em pu.



Equação e curva de saturação

A-3.8. Modelo de Controladores para Estudos Dinâmicos

Nota: Os dados dos respectivos controladores para uso nos programas ANATEM e PACDYN, são os constantes da *base de dados dinâmicos do ONS referente a maio de 2006*. No item A-5.9 do Adendo V são apresentados os diagramas de blocos e seus parâmetros.

Observações	
(i)	Os valores em por cento (%) corresponde ao valor em pu multiplicado por 100.
(ii)	Os parâmetros estão referenciados a potência base do sistema, igual a 100 MVA, e a tensão nominal.
(iii)	Todas as linhas de transmissão suportam uma sobrecarga de até 10% por um tempo máximo de 60 minutos. Este valor corresponde ao limite de curta duração que é determinado pela capacidade física do equipamento e de seus respectivos acessórios na condução de corrente.
(iv)	Todas as linhas de transmissão são do tipo aérea.
(v)	Os transformadores elevadores das usinas estão ligados em Delta no lado de baixa (usina) e Estrela Aterrada no lado de alta tensão (linha).
(vi)	As reatâncias dos transformadores correspondem ao valor de XPS para representação em fluxo de potência.
(vii)	As variações de tensão nas barras provocadas por chaveamento de reatores ou capacitores não deverão exceder a 10% do limite superior.

* * *