

7 Referências Bibliográficas

ANEEL, Resolução nº 265, de 10 de junho de 2003. Estabelece os procedimentos de serviços ancilares de geração e transmissão. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 11 jun. 2003. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2003265.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2007.

ANEEL, Resolução nº 195, de 19 de dezembro de 2005. Estabelece o valor da Tarifa de Serviços Ancilares – TSA, com vigência a partir de 1º de janeiro de 2006, para pagamento do serviço de suporte de reativos, provido por unidade geradora quando operando na situação de compensador síncrono. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 22 dez. 2005. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2005195.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2007.

Barthold, L. O., Reppen, N. D., Hedman, D. E., 1978. "Análise de Circuitos de Sistemas de Potência", 1 ed. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Eletrobrás.

Bhattacharya, K., Bollen, M., Daalder, J., 2001a. "Operation of Restructured Power Systems", 1 ed. Boston, Kluwer Academic Publishers.

Bhattacharya, K., Jin Zhong., 2001b. "Reactive as an Ancillary Service", IEEE Transactions on Power Systems, Vol 16, No. 2, p.294-300.

Bialek, J., 1996. "Tracing the Flow of Electricity", IEE Proceedings on Generation, Transmission and Distribution, Vol. 143, No. 4, p. 313-320.

Bialek, J., 1997. "Topological Generation and Load Distribution Factors for Supplement Charge Allocation in Transmission Open Access", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 12, No. 3, p. 1185-1193.

Bialek, J., Kattuman, P. A., 2004. "Proportional Sharing Assumption in Tracing Methodology", IEE Proceedings on Generation, Transmission and Distribution, Vol. 151, No. 4, p. 526-532.

Dismukes, D., 2002. "Power Systems Operations and Electricity Markets", 1 ed. Boca Raton – Florida, CRC Press.

Fernandez, T. S., Almeida, K. C., 2002. "Methodologies for Loss and Line Flow Allocation under Pool-Bilateral Markets". In: 14th Power Systems Computation Conference, Sevilha, Espanha.

Fitzgerald, E., Kingsley, C., Umans S., 1992. "Eletric Machinery", 4. ed. New York, McGraw-Hill.

Gil, J. B., San Roman, T. G., Ríos, J. A., 2000. "Reactive Power Pricing: a Conceptual Framework for Remuneration and Charging Procedures", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 15, No. 2, p. 483-489.

Hainault M.; Galiana F. D.; Gross G., 1999. "A review of restrucuturing in the electricity business". In: 13th Power Systems Computation Conference, Trondheim, p. 19-31.

Huatuco, D. Z. N., 2006. "Fluxo de Potência Ótimo com Restrições da Curva de Capabilidade do Gerador Síncrono", Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia de Eletricidade, UFMA, São Luís - MA.

Jin Zhong, Nobile, E., Bose, A., Bhattacharya K., 2004. "Localized reactive power using the concept of voltage control areas". IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 19, p. 1555-1561.

Jin Zhong; Bhattacharya, K., 2002a. "Toward a Competitive Market for Reactive Power", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 17, No. 4, p. 1206-1215.

Jin Zhong; Bhattacharya, K., 2002b. "Reactive Power Management in Deregulated Electricity Markets – a Review", Power Engineering Society Winter Meeting, IEEE, Vol. 2, p. 1287-1292.

Kirschen, D., Allan, R., Strbac G., 1997. "Contributons of Individual Generators to Loads and Flows", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 12, No. 1, p. 52-60.

Kundur, P.; Balu, N., Lauby, M., 1994. "Power System Stability and Control", New York: McGraw-Hill.

Lagonotte, P., Sabonnadiere, J. C., Leost J. Y., Paul, J. P., 1989. "Structural Analysis of the Electrical System: Application to Secondary Voltage Control in France" IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 4, No. 2, p. 479-486.

Laguna-Velasco, R., Fuerte-Esquivel, C. R., Acha, E., Ambriz-Pérez, H., 2001. "A Generalized Methodology to Trace Reactive Power Flow in Electric Power Systems", In: X IEEE Porto Power Tech Conference, Porto.

Lamont, J., Jian Fu, 1999. "Cost Analysis of reactive Power Support", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 14, No. 3, p. 890-895.

Marzano, L. G. B., 1998. "Estudo de Alternativas de Partição de Custos de Potência Reativa em Sistemas de Transmissão em Ambientes Competitivos", Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Elétrica, PUC-Rio.

Monticelli, A., 1983. "Fluxo de carga em redes de energia elétrica", 1 ed. São Paulo, Edgard Blücher.

Nogueira, G. A., 2003. "Identificação dos Beneficiários e Alocação de Custos de Fontes de Potência Reativa", Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Elétrica, PUC-Rio.

Operador Nacional do Sistema (ONS). Procedimentos de Rede - Módulo 14: Administração dos Serviços Ancilares. 2003. Disponível em < http://www.ons.org.br/procedimentos/modulo_14.aspx >. Acesso em: 08 fev. 2007.

Rodriguez, Y. P. M., 2005. "Minimização do Custo do Serviço de Potência Reativa Fornecida Pelos Geradores Levando em Conta a Reserva de Potência", Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia de Eletricidade, UFMA, São Luís.

Shangyou Hao, Papalexopoulos, A., 1997. "Reactive Power Pricing and Management", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 12, No. 1, p. 95-102.

University Of Washington. Power Systems Test Case Archive. Disponível em: < <http://www.ee.washington.edu/research/pstca> >. Acesso em: 08 fev. 2007.

Unsihuay, C., Saavedra, O. R., 2006. "Transmission Loss Unbundling and Allocation Under Pool Electricity Markets", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 21, p. 77-84.

When-Chen Chu, Bin-Kwie Chen, Chung-Hsien Liao, 2004. "Allocation the Costs of Reactive Power Purchased in an Ancillary Service Market by Modified Y-bus Matrix Method", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 19, No. 1, p. 174-179.

Apêndice A – Desenvolvimentos Matemáticos para Alocação de Perdas Ativas (Unsihuay; Saavedra, 2006)

Em um sistema de NB barras, as injeções de correntes são conhecidas pela lei de Kirchhoff através da seguinte equação matricial:

$$I = Y_{\text{barra}} E \quad (\text{A.1})$$

Onde:

$I = [I_1 \quad \dots \quad I_i \quad \dots \quad I_{NB}]^T$: Vetor de injeção de correntes complexas;

Y_{barra} : Matriz de admitâncias de barra;

$E = [E_1 \quad \dots \quad E_i \quad \dots \quad E_{NB}]^T$: Vetor de tensões complexas de barra.

Relembrando o teorema da superposição, (Barthold et al., 1978) “a tensão ou a corrente através dos elementos de circuitos lineares é igual à soma algébrica das correntes e tensões produzidas independentemente por cada fonte”. Utilizando este princípio, pode-se avaliar o impacto de cada injeção de corrente separadamente nas tensões nodais e nas correntes de ramo. Portanto, o vetor de contribuições de tensão (E^b) devido à injeção de corrente em uma barra b (I^b), sendo as demais injeções de corrente nulas, pode ser calculado como:

$$E^b = \begin{bmatrix} E_1^b \\ \vdots \\ E_N^b \end{bmatrix} = \hat{Z} \cdot \bar{e} \cdot I^b, \quad b = 1, \dots, NB \quad (\text{A.2})$$

Onde:

$\bar{e} = [0 \quad \dots \quad 1 \quad \dots \quad 0]^T$: vetor de dimensão ($N \times 1$) com valor 1 na posição b e zero nas demais;

\hat{Z} : Matriz de impedâncias de barra.

Segundo o princípio da superposição, pode-se verificar que:

$$E = \sum_{b=1}^{Ng} E^b \quad (A.3)$$

Dado um ramo de transmissão r com impedância série z_r tal como representado na figura a seguir:

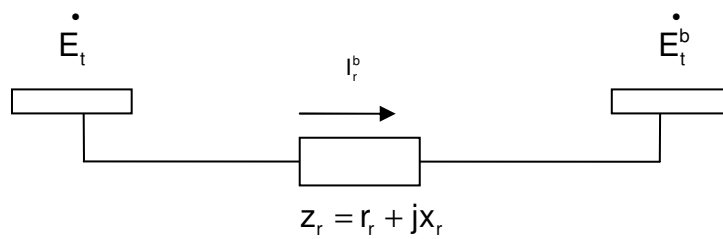


Figura A.1 – Representação do Ramo i-j

A partir das considerações da equação (A.3), as tensões terminais da figura A.1 podem ser decompostas segundo o teorema da superposição. Portanto é satisfeito que:

$$E_f = \sum_{b=1}^{NB} E_f^b ; E_t = \sum_{b=1}^{NB} E_t^b \quad (A.4)$$

De forma compacta, a queda de tensão no ramo r devido à injeção de corrente na barra b é calculada por:

$$\Delta E_r^b = E_f^b - E_t^b \quad (A.5)$$

Desta forma, a corrente que flui no ramo r é calculada a partir da impedância série z_r por:

$$I_r^b = z_r \Delta E_r^b \quad (A.6)$$

Nota-se que para o ramo r , a superposição também é satisfeita:

$$I_r = \sum_{b=1}^{NB} I_r^b \quad (A.7)$$

As perdas ativas Loss_r no ramo r podem ser descritas por:

$$\text{Loss}_r = \Delta E_r \cdot I_r^* = z_r \cdot I_r \cdot I_r^* \quad (\text{A.8})$$

Substituindo (A.7) em (A.8):

$$\text{Loss}_r = z_r \cdot \sum_{b=1}^{NB} I_r^b \cdot \sum_{b=1}^{NB} (I_r^b)^* \quad (\text{A.9})$$

Desenvolvendo parcialmente a expressão (A.9):

$$\text{Loss}_r = \sum_{b=1}^{NB} \left[z_r I_r^b (I_r^b)^* + z_r I_r^b \sum_{m=1, m \neq b}^{NB} (I_r^m)^* \right] \quad (\text{A.10})$$

$$\text{Loss}_r = z_r \sum_{b=1}^{NB} |I_r^b|^2 + z_r \sum_{b=1}^{NB} I_r^b \sum_{m=1, m \neq b}^{NB} (I_r^m)^* \quad (\text{A.11})$$

Separando os termos complexos da equação (A.11) em partes real e imaginária, tem-se:

$$\text{Loss}_r = z_r \sum_{b=1}^{NB} |I_r^b|^2 + z_r \left[\sum_{b=1}^{NB} |I_r^b| \sum_{m=1, m \neq b}^{NB} |I_r^m| \cos(\phi_r^{bm}) + j \sum_{b=1}^{NB} |I_r^b| \sum_{m=1, m \neq b}^{NB} |I_r^m| \text{sen}(\phi_r^{bm}) \right] \quad (\text{A.12})$$

Onde $\phi^{bm} = (\phi^b - \phi^m)$ é a diferença angular entre as correntes I_r^b e I_r^m .

Na equação (A.12), prova-se que o termo imaginário é nulo, pois para cada termo $|I_r^b| \cdot |I_r^m| \text{sen}(\phi^{bm})$, existe o similar $|I_r^m| \cdot |I_r^b| \text{sen}(\phi^{mb})$. Sendo $\text{sen}(\phi^{bm}) = -\text{sen}(\phi^{mb})$, os termos similares se anulam mutuamente. Consequentemente tem-se que:

$$\sum_{b=1}^{NB} |I_r^b| \sum_{m=1, m \neq b}^{NB} |I_r^m| \text{sen}(\phi_r^{bm}) = 0 \quad (\text{A.13})$$

Levando em conta que $\cos(\phi^{bm}) = \cos(\phi^{mb})$, a expressão (A.13) pode ser rescrita para:

$$\text{Loss}_r = z_r \sum_{b=1}^{NB} |I_r^b|^2 + 2z_r \left[\sum_{b=1}^{NB} |I_r^b| \sum_{m=b+1}^{NB} |I_r^m| \cos(\phi_r^{bm}) \right] \quad (\text{A.14})$$

Esta expressão representa as contribuições das NB injeções de corrente para as perdas ativas no ramo r . A seguir são apresentadas as contribuições individuais para estas perdas considerando apenas uma injeção particular de corrente I_b :

$$\text{Loss}_r^b = z_r |I_r^b|^2 + 2 \cdot z_r \left[|I_r^b| \sum_{m=b+1}^{NB} |I_r^m| \cos(\phi_r^{bm}) \right] \quad (\text{A.15})$$

Enfatizando apenas as perdas ativas alocadas para a barra b , tem-se:

$$\text{PLoss}_r^b = r_r |I_r^b|^2 + 2 \cdot r_r \cdot |I_r^b| \sum_{m=b+1}^{NB} |I_r^m| \cos(\phi_r^{bm}) \quad (\text{A.16})$$

Apêndice B – Demonstração da Equação (4.11)

Na equação (4.11), prova-se que o termo imaginário é nulo, pois para cada termo $|E_L^b| \cdot |E_L^m| \sin(\phi_L^{bm})$, existe o similar $|E_L^m| \cdot |E_L^b| \sin(\phi_L^{mb})$. Sendo $\sin(\phi_L^{bm}) = -\sin(\phi_L^{mb})$, os termos similares se anulam mutuamente. Consequentemente tem-se que:

$$\sum_{b=1}^{NG} |E_L^b| \sum_{m=1, m \neq b}^{NG} |E_L^m| \sin(\theta_L^{bm}) = 0 \quad (B.1)$$

Apêndice C – Distâncias Elétricas Nodais

O trabalho de Lagonotte et al. (1989) propõe uma ferramenta de avaliação do acoplamento elétrico nodal a partir da máxima atenuação de variações de tensão entre duas barras. Segundo os autores, estas atenuações podem ser obtidas da matriz de sensibilidade $[\partial V/\partial Q]$, dividindo-se os elementos de cada coluna pelo termo correspondente da diagonal. Entretanto, é feita a consideração de que o acoplamento entre potência ativa e reativa seja desprezado. Neste trabalho, para que o cálculo seja mais correto, foi utilizada a matriz de sensibilidade tensão – potência reativa obtida a partir da matriz jacobiana (Kundur et al., 1994). Esta por sua vez, é utilizada no método de Newton para solução do problema de fluxo de carga. Desta forma, as equações linearizadas de fluxo de carga podem ser escritas matricialmente como:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{P\theta} & J_{PV} \\ J_{Q\theta} & J_{QV} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta V \end{bmatrix} \quad (C.1)$$

A estabilidade do sistema é afetada pelas potências ativa e reativa. Entretanto, para se avaliar os impactos de tensão apenas pelas variações de potência reativa, P deve ser mantido constante, ou seja, $\Delta P = 0$. Com base nesta consideração, tem-se:

$$[\Delta Q] = [J_R] \cdot [\Delta V] \quad (C.2)$$

Onde:

$$[J_R] = \begin{bmatrix} J_{QV} - J_{Q\theta} \cdot J_{P\theta}^{-1} \cdot J_{PV} \end{bmatrix} \quad (C.3)$$

Com isto, a sensibilidade tensão potência reativa pode ser obtida segundo:

$$[\Delta V] = [J_R]^{-1} \cdot [\Delta Q] \quad (C.4)$$

Agora, pode-se determinar uma matriz com as atenuações de tensão entre todas as barras do sistema, com termos escritos como α_{ij} : Tem-se então:

$$\frac{\Delta V_i}{\Delta V_j} = \alpha_{ij}, \text{ com } \alpha_{ij} = \left[\frac{\partial V_i}{\partial Q_j} \right] \left[\frac{\partial V_j}{\partial Q_j} \right]^{-1} \quad (\text{C.5})$$

Onde:

$\left[\frac{\partial V_i}{\partial Q_j} \right]$: Elemento i - j da matriz $[J_R]^{-1}$;

$\left[\frac{\partial V_j}{\partial Q_j} \right]$: Elemento j - j da matriz $[J_R]^{-1}$.

Entretanto, para a eficiente aplicação em certos algoritmos ou métodos heurísticos, os dados são mais facilmente manipulados se uma estrutura matemática de distância entre todas as barras é definida. Tomando como exemplo um circuito divisor de tensões R-2R (como a figura C.1), é necessário efetuar o produto de atenuações para alternar entre um par de nós e outro.

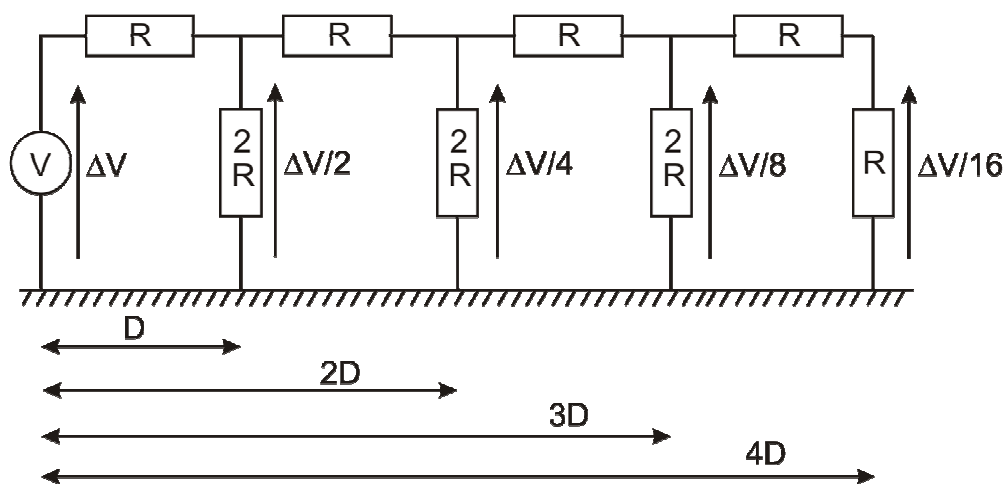


Figura C.1 – Atenuação de Tensão

Para efetuar uma soma ao invés de um produto, é possível calcular o algoritmo das atenuações como definição da distância elétrica entre dois nós:

$$D_{ij} = -\log(\alpha_{ij}) \quad (\text{C.6})$$

Como $\alpha_{ij} \neq \alpha_{ji}$ em alguns casos, para se obter uma condição de simetria entre as grandezas, define-se a distância elétrica entre dois nós i e j como sendo:

$$D_{ij} = D_{ji} = -\log(\alpha_{ij} \cdot \alpha_{ji}) \quad (C.7)$$

Apêndice D - Dados para o Caso Base do Sistema de 5 Barras

➤ Dados das Barras

T Tipo de barra

0: Barra de carga

1: Barra de geração PV

2: Barra de referência SW

VM Módulo de tensão (p.u.)

VA Ângulo de tensão (graus)

PG Potência ativa gerada (MW)

QG Potência reativa gerada (MVar)

PD Demanda ativa de carga (MW)

QD Demanda reativa de carga (MVar)

BS Susceptância shunt (MVar para $V = 1$ p.u.)

Tabela D.1 – Dados de Barra Para o Sistema 5 Barras

Barra Nº	T	VM	VA	PG	QG	PD	QG	BS
1	2	1,0500	0,00	226,44	46,341	45	15	0
2	0	0,9898	-10,17	-	-	162,5	20	0
3	1	1,0326	-6,70	74,95	62,246	80	20	0
4	1	1,0500	1,22	136,31	22,089	50	20	0
5	0	1,0154	-4,33	-	-	90	25	0

➤ **Dados dos Ramos**

NS	Número de barra de saída
NC	Número de barra de chegada
R	Resistência (p.u.)
X	Reatância série (p.u.)
B	Susceptância total (p.u.)
Tap	Tap nominal do transformador

Tabela D.2 – Dados de Ramos Para o Sistema 5 Barras

BS	BC	R	X	B	Tap
1	2	0,042	0,168	0,030	0,00
2	3	0,031	0,126	0,020	0,00
3	5	0,053	0,210	0,015	0,00
3	4	0,084	0,336	0,012	0,00
5	4	0,063	0,252	0,011	0,00
5	1	0,031	0,126	0,010	0,00

Apêndice E - Dados para o Caso Base do Sistema IEEE - 30

➤ Dados das Barras

T Tipo de barra

0: Barra de carga

1: Barra de geração PV

2: Barra de referência SW

VM Módulo de tensão (p.u.)

VA Ângulo de tensão (graus)

PG Potência ativa gerada (MW)

QG Potência reativa gerada (MVar)

PD Demanda ativa de carga (MW)

QD Demanda reativa de carga (MVar)

BS Susceptância shunt (MVar para $V = 1$ p.u.)

Tabela E.1 – Dados de Barras IEEE-30

Barra Nº	T	VM	VA	PG	QG	PD	QG	BS
1	3	1,0600	0,00	191,95	-8,671	0	0	0
2	2	1,0450	-3,89	50,00	48,434	21,7	22,7	0
3	0	1,0261	-6,16	-	-	2,4	1,2	0
4	0	1,0181	-7,41	-	-	11,6	5,6	0
5	2	1,0100	-10,64	23,75	25,295	94,2	19	0
6	0	1,0126	-8,47	-	-	0	0	0
7	0	1,0037	-9,89	-	-	22,8	10,9	0
8	2	1,0100	-8,68	22,50	24,300	30	30	0
9	0	1,0251	-11,06	-	-	0	0	0
10	0	1,0028	-13,05	-	-	5,8	2	0
11	2	1,0820	-9,98	10,00	29,703	0	0	0
12	0	1,0263	-13,12	-	-	11,2	7,5	0
13	2	1,0710	-13,12	0,00	34,175	0	0	0
14	0	1,0089	-13,98	-	-	6,2	1,6	0
15	0	1,0028	-13,94	-	-	8,2	2,5	0
16	0	1,0091	-13,38	-	-	3,5	1,8	0
17	0	0,9993	-13,38	-	-	9	5,8	0
18	0	0,9903	-14,38	-	-	3,2	0,9	0
19	0	0,9860	-14,43	-	-	9,5	3,4	0
20	0	0,9894	-14,15	-	-	2,2	0,7	0

Continuação...

Barra Nº	T	VM	VA	PG	QG	PD	QG	BS
21	0	0,9894	-13,55	-	-	17,5	11,2	0
22	0	0,9898	-13,53	-	-	0	0	0
23	0	0,9874	-14,11	-	-	3,2	1,6	0
24	0	0,9756	-13,97	-	-	8,7	6,7	0
25	0	0,9757	-13,62	-	-	0	0	0
26	0	0,9573	-14,08	-	-	3,5	2,3	0
27	0	0,9847	-13,13	-	-	0	0	0
28	0	1,0079	-8,96	-	-	0	0	0
29	0	0,9640	-14,46	-	-	2,4	0,9	0
30	0	0,9521	-15,41	-	-	10,6	1,9	0

➤ **Dados de Ramos**

- NS Número de barra de saída
 NC Número de barra de chegada
 R Resistência (p.u.)
 X Reatância série (p.u.)
 B Susceptância total (p.u.)
 Tap Tap nominal do transformador

Tabela E.2 – Dados de Ramos IEEE-30

BS	BC	R	X	B	Tap
1	2	0,019	0,058	0,053	0,00
1	3	0,045	0,185	0,041	0,00
2	4	0,057	0,174	0,037	0,00
3	4	0,013	0,038	0,008	0,00
2	5	0,047	0,198	0,042	0,00
2	6	0,058	0,176	0,037	0,00
4	6	0,01	0,04	0,01	0,00
5	7	0,05	0,12	0,02	0,00
6	7	0,03	0,08	0,02	0,00
6	8	0,01	0,04	0,01	0,00
6	9	0,00	0,21	0,00	0,00
6	10	0,00	0,56	0,00	0,00
9	11	0,00	0,21	0,00	0,00
9	10	0,00	0,11	0,00	0,00
4	12	0,00	0,26	0,00	0,00
12	13	0,00	0,14	0,00	0,00
12	14	0,12	0,26	0,00	0,00
12	15	0,07	0,13	0,00	0,00
12	16	0,09	0,20	0,00	0,00
14	15	0,22	0,20	0,00	0,00
16	17	0,08	0,19	0,00	0,00

Continuação...

BS	BC	R	X	B	Tap
15	18	0,11	0,22	0,00	0,00
18	19	0,06	0,13	0,00	0,00
19	20	0,03	0,07	0,00	0,00
10	20	0,09	0,21	0,00	0,00
10	17	0,03	0,08	0,00	0,00
10	21	0,03	0,07	0,00	0,00
10	22	0,07	0,15	0,00	0,00
21	22	0,01	0,02	0,00	0,00
15	23	0,10	0,20	0,00	0,00
22	24	0,12	0,18	0,00	0,00
23	24	0,13	0,27	0,00	0,00
24	25	0,19	0,33	0,00	0,00
25	26	0,25	0,38	0,00	0,00
25	27	0,11	0,21	0,00	0,00
28	27	0,00	0,40	0,00	0,00
27	29	0,22	0,42	0,00	0,00
27	30	0,32	0,60	0,00	0,00
29	30	0,24	0,45	0,00	0,00
8	28	0,06	0,20	0,04	0,00
6	28	0,02	0,06	0,01	0,00

Tabela E.3 – Fluxos e perdas nos ramos

Barra Inicial	Barra Final	De Barra		Para Barra		Perdas	
		P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)
1	2	127,24	-13,36	-124,46	15,85	2,79	2,49
1	3	64,71	4,69	-63,01	-2,15	1,70	2,54
2	4	39,07	2,53	-38,26	-3,99	0,81	-1,46
3	4	60,61	0,95	-60,14	-0,50	0,46	0,45
2	5	64,21	4,57	-62,41	-1,41	1,80	3,16
2	6	49,47	2,78	-48,16	-2,75	1,31	0,03
4	6	46,17	0,15	-45,92	-0,23	0,24	-0,08
5	7	-8,04	7,71	8,10	-9,61	0,06	-1,91
6	7	31,16	0,34	-30,90	-1,29	0,25	-0,95
6	8	10,08	2,91	-10,06	-3,78	0,01	-0,87
6	9	22,56	-5,57	-22,56	6,67	0,00	1,10
6	10	14,61	2,36	-14,61	-1,17	0,00	1,19
9	11	-10,00	-27,96	10,00	29,70	0,00	1,75
9	10	32,56	21,29	-32,56	-19,71	0,00	1,58
4	12	40,64	-1,26	-40,64	5,34	0,00	4,08
12	13	0,00	-32,75	0,00	34,18	0,00	1,43
12	14	7,65	3,34	-7,57	-3,17	0,08	0,17
12	15	16,41	10,24	-16,18	-9,78	0,24	0,46
12	16	5,38	6,33	-5,31	-6,20	0,06	0,13
14	15	1,37	1,57	-1,36	-1,56	0,01	0,01
16	17	1,81	4,40	-1,80	-4,36	0,02	0,04

Continuação...

Barra Inicial	Barra Final	De Barra		Para Barra		Perdas	
		P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)
15	18	5,09	3,29	-5,06	-3,21	0,04	0,08
18	19	1,86	2,31	-1,85	-2,30	0,01	0,01
19	20	-7,65	-1,10	7,67	1,14	0,02	0,04
10	20	9,97	2,05	-9,87	-1,84	0,10	0,22
10	17	7,22	1,49	-7,20	-1,44	0,02	0,05
10	21	16,25	10,45	-16,12	-10,18	0,13	0,28
10	22	7,92	4,88	-7,86	-4,75	0,06	0,13
21	22	-1,38	-1,02	1,38	1,03	0,00	0,00
15	23	4,24	5,54	-4,19	-5,45	0,05	0,10
22	24	6,48	3,73	-6,41	-3,62	0,07	0,10
23	24	0,99	3,85	-0,97	-3,80	0,02	0,04
24	25	-1,32	0,73	1,32	-0,72	0,00	0,01
25	26	3,55	2,37	-3,50	-2,30	0,05	0,07
25	27	-4,87	-1,65	4,90	1,71	0,03	0,06
28	27	18,21	6,55	-18,21	-5,09	0,00	1,46
27	29	6,20	1,69	-6,11	-1,51	0,09	0,18
27	30	7,11	1,69	-6,93	-1,36	0,18	0,33
29	30	3,71	0,61	-3,67	-0,54	0,04	0,07
8	28	2,56	-1,92	-2,56	-2,43	0,00	-4,34
6	28	15,69	2,94	-15,65	-4,12	0,04	-1,18
					TOTAL	10,80	13,04

➤ **Alocação de perdas reativas pelo método MAFT para o caso-base**

Tabela E.4 – Alocações de Perdas Reativas para o caso-base

De	Para	Suprido por G ₁ (MVar)	Suprido por G ₂ (MVar)	Suprido por G ₅ (MVar)	Suprido por G ₈ (MVar)	Suprido por G ₁₁ (MVar)	Suprido por G ₁₃ (MVar)	TOTAL
1	2	25,91	-23,42	0,00	0,00	0,00	0,00	2,49
1	3	12,71	-5,36	-0,92	-4,71	0,14	0,69	2,54
2	4	-3,19	8,29	-1,02	-5,39	-0,14	-0,01	-1,46
3	4	3,04	-1,25	-0,23	-1,19	0,00	0,07	0,45
2	5	0,00	18,67	-15,51	0,00	0,00	0,00	3,16
2	6	-1,42	12,71	-1,78	-9,35	-0,06	-0,08	0,03
4	6	1,77	1,45	-0,48	-2,48	0,07	-0,42	-0,08
5	7	-0,16	-0,52	1,19	-1,88	-0,28	-0,25	-1,91
6	7	0,31	0,93	-4,02	1,89	-0,04	-0,03	-0,95
6	8	0,40	1,23	0,54	-3,26	0,11	0,11	-0,87
6	9	-0,04	-0,15	-0,18	-1,20	2,54	0,14	1,09
6	10	0,10	0,44	0,20	0,97	0,07	-0,60	1,19
9	11	-1,08	-3,03	-1,38	-7,90	18,34	-3,20	1,75
9	10	-0,15	-0,12	0,06	0,17	3,93	-2,30	1,58
4	12	0,53	0,74	-0,02	-0,43	-0,48	3,74	4,08
12	13	-1,75	-3,31	-0,97	-5,66	-2,54	15,66	1,43
12	14	0,02	0,01	-0,01	-0,08	-0,09	0,33	0,17
12	15	0,06	0,00	-0,06	-0,40	-0,45	1,31	0,46
12	16	0,04	-0,02	-0,06	-0,33	-0,53	1,04	0,13
14	15	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,03	0,07	0,01
16	17	0,02	-0,02	-0,04	-0,22	-0,34	0,64	0,04
15	18	0,02	-0,01	-0,02	-0,11	-0,21	0,41	0,08
18	19	0,00	0,00	-0,01	-0,04	-0,08	0,14	0,01
19	20	0,00	0,01	0,01	0,04	0,06	-0,07	0,04
10	20	-0,01	0,04	0,03	0,19	0,25	-0,29	0,22
10	17	-0,01	0,01	0,01	0,08	0,11	-0,16	0,05
10	21	0,01	0,03	0,02	0,02	0,26	-0,05	0,28
10	22	0,00	0,01	0,01	0,00	0,15	-0,04	0,13
21	22	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00
15	23	0,02	-0,02	-0,03	-0,27	-0,18	0,57	0,10
22	24	-0,01	0,00	0,01	-0,07	0,31	-0,14	0,10
23	24	0,01	-0,02	-0,03	-0,22	-0,15	0,46	0,04
24	25	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,01	0,01	0,01
25	26	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,07
25	27	0,00	0,03	0,02	0,25	-0,09	-0,15	0,06
28	27	0,06	0,34	0,20	2,14	-0,47	-0,82	1,46
27	29	0,01	0,02	0,01	0,09	0,02	0,02	0,18
27	30	0,02	0,05	0,02	0,17	0,03	0,04	0,33
29	30	0,00	0,01	0,00	0,04	0,01	0,01	0,07
8	28	-0,16	-0,50	-0,24	-3,22	-0,11	-0,11	-4,34
6	28	0,07	0,22	0,09	-1,40	-0,06	-0,09	-1,18
TOTAL		37,13	7,48	-24,56	-43,79	20,10	16,68	13,04

➤ **Alocação de perdas reativas pelo método MAFT com inserção do Capacitor**

Tabela E.5 – Alocações de Perdas Reativas com a Inserção do Capacitor

De	Para	Suprido por G ₁ (MVar)	Suprido por G ₂ (MVar)	Suprido por G ₅ (MVar)	Suprido por G ₆ (MVar)	Suprido por G ₈ (MVar)	Suprido por G ₁₁ (MVar)	Suprido por G ₁₃ (MVar)	TOTAL
1	2	25,21	-24,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
1	3	11,37	-2,64	0,00	-7,87	-0,01	-0,03	0,40	1,22
2	4	-2,00	8,27	0,00	-8,27	-0,01	-0,05	0,04	-2,01
3	4	2,80	-0,63	0,00	-2,02	0,00	-0,01	0,04	0,18
2	5	0,00	18,44	-15,73	0,00	0,00	0,00	0,00	2,71
2	6	0,00	14,80	0,00	-15,43	0,00	0,00	0,00	-0,63
4	6	2,50	3,11	0,00	-5,51	0,01	0,05	-0,20	-0,04
5	7	0,00	0,00	0,55	-2,44	0,00	0,00	0,00	-1,89
6	7	0,00	0,00	-5,02	4,16	0,00	0,00	0,00	-0,86
6	8	0,00	0,00	0,00	13,49	-14,31	0,00	0,00	-0,82
6	9	0,00	0,00	0,00	-1,86	0,01	2,43	0,30	0,86
6	10	-0,07	-0,09	0,00	1,96	-0,07	-0,05	-0,70	0,98
9	11	-0,17	-0,21	0,00	-13,57	-0,19	18,38	-2,58	1,65
9	10	-0,18	-0,23	0,00	0,60	-0,20	3,85	-2,42	1,43
4	12	0,30	0,37	0,00	-0,62	-0,05	-0,14	2,85	2,71
12	13	-1,10	-1,37	0,00	-9,49	-0,21	-1,98	15,56	1,40
12	14	0,02	0,03	0,00	-0,10	-0,02	-0,09	0,33	0,18
12	15	0,10	0,12	0,00	-0,53	-0,09	-0,42	1,35	0,53
12	16	0,08	0,10	0,00	-0,55	-0,02	-0,49	1,07	0,17
14	15	0,00	0,01	0,00	-0,04	-0,01	-0,03	0,07	0,01
16	17	0,05	0,06	0,00	-0,36	-0,01	-0,32	0,65	0,06
15	18	0,03	0,04	0,00	-0,19	0,00	-0,20	0,42	0,10
18	19	0,01	0,01	0,00	-0,08	0,00	-0,07	0,15	0,02
19	20	-0,01	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,05	-0,08	0,03
10	20	-0,03	-0,03	0,00	0,31	0,01	0,24	-0,32	0,17
10	17	-0,01	-0,02	0,00	0,13	0,01	0,10	-0,18	0,03
10	21	-0,01	-0,01	0,00	0,16	-0,07	0,25	-0,06	0,27
10	22	0,00	0,00	0,00	0,08	-0,05	0,15	-0,05	0,12
21	22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00
15	23	0,04	0,05	0,00	-0,33	-0,08	-0,16	0,59	0,11
22	24	-0,01	-0,01	0,00	0,08	-0,12	0,30	-0,15	0,09
23	24	0,03	0,04	0,00	-0,29	-0,06	-0,13	0,46	0,05
24	25	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,01	0,01	0,00
25	26	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,07
25	27	-0,01	-0,01	0,00	0,21	0,13	-0,10	-0,16	0,05
28	27	-0,07	-0,09	0,00	2,01	1,01	-0,56	-0,94	1,36
27	29	0,00	0,00	0,00	0,12	0,03	0,01	0,02	0,18
27	30	0,00	0,00	0,00	0,22	0,05	0,02	0,03	0,33
29	30	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,07
8	28	0,00	0,00	0,00	-1,41	-2,92	-0,01	-0,02	-4,36
6	28	-0,01	-0,01	0,00	1,09	-2,11	-0,05	-0,09	-1,19
TOTAL		38,85	15,96	-20,20	-46,21	-19,35	20,97	16,42	6,43

Apêndice F – Dados para o Caso-base do Sistema IEEE-118

➤ Dados de Barra

T	Tipo de barra
	0: Barra de carga
	1: Barra de geração PV
	2: Barra de referência SW
VM	Módulo de tensão (p.u.)
VA	Ângulo de tensão (graus)
PG	Potência ativa gerada (MW)
QG	Potência reativa gerada (MVar)
PD	Demanda ativa de carga (MW)
QD	Demanda reativa de carga (MVar)
BS	Susceptância shunt (MVar para $V = 1$ p.u.)

Tabela F.1 – Dados de Barras IEEE-118

Barra N°	T	VM	VA	PG	QG	PD	QD	BS
1	2	0,9550	11,03	0,00	-2,61	51	27	0,00
2	0	0,9714	11,57	0,00	0,00	20	9	0,00
3	0	0,9675	11,92	0,00	0,00	39	10	0,00
4	2	0,9980	15,65	-9,00	-2,80	30	12	0,00
5	0	1,0011	16,11	0,00	0,00	0	0	-0,40
6	2	0,9900	13,36	0,00	17,69	52	22	0,00
7	0	0,9894	12,91	0,00	0,00	19	2	0,00
8	2	1,0150	21,23	-28,00	-40,73	0	0	0,00
9	0	1,0428	28,48	0,00	0,00	0	0	0,00
10	2	1,0500	36,06	450,00	-50,88	0	0	0,00
11	0	0,9848	13,07	0,00	0,00	70	23	0,00
12	2	0,9900	12,54	85,00	94,29	47	10	0,00
13	0	0,9678	11,68	0,00	0,00	34	16	0,00
14	0	0,9836	11,81	0,00	0,00	14	1	0,00
15	2	0,9700	11,46	0,00	17,54	90	30	0,00
16	0	0,9826	12,24	0,00	0,00	25	10	0,00
17	0	0,9910	14,05	0,00	0,00	11	3	0,00
18	2	0,9730	11,77	0,00	36,44	60	34	0,00
19	2	0,9620	11,30	0,00	-14,32	45	25	0,00
20	0	0,9570	12,17	0,00	0,00	18	3	0,00
21	0	0,9578	13,75	0,00	0,00	14	8	0,00
22	0	0,9691	16,29	0,00	0,00	10	5	0,00
23	0	0,9995	21,20	0,00	0,00	7	3	0,00
24	2	0,9920	21,05	-13,00	-13,41	0	0	0,00
25	2	1,0500	28,13	220,00	166,32	0	0	0,00
26	2	1,0150	29,98	314,00	-130,48	0	0	0,00
27	2	0,9680	15,56	-9,00	3,96	62	13	0,00
28	0	0,9616	13,84	0,00	0,00	17	7	0,00
29	0	0,9632	12,85	0,00	0,00	24	4	0,00
30	0	1,0088	19,18	0,00	0,00	0	0	0,00
31	2	0,9670	12,97	7,00	35,14	43	27	0,00
32	2	0,9630	15,02	0,00	-16,30	59	23	0,00
33	0	0,9697	10,86	0,00	0,00	23	9	0,00
34	2	0,9840	11,50	0,00	25,63	59	26	0,14
35	0	0,9800	11,05	0,00	0,00	33	9	0,00
36	2	0,9800	11,05	0,00	12,14	31	17	0,00
37	0	0,9880	12,00	0,00	0,00	0	0	-0,24
38	0	1,0022	17,29	0,00	0,00	0	0	0,00
39	0	0,9690	8,57	0,00	0,00	27	11	0,00
40	2	0,9700	7,47	-46,00	31,68	20	23	0,00
41	0	0,9668	7,03	0,00	0,00	37	10	0,00
42	2	0,9850	8,64	-59,00	41,07	37	23	0,00
43	0	0,9697	11,51	0,00	0,00	18	7	0,00
44	0	0,9667	14,16	0,00	0,00	16	8	0,09
45	0	0,9739	15,94	0,00	0,00	53	22	0,09
46	2	1,0050	18,56	19,00	17,33	28	10	0,10
47	0	1,0170	20,77	0,00	0,00	34	0	0,00
48	0	1,0146	20,10	0,00	0,00	20	11	0,15
49	2	1,0250	20,99	204,00	134,85	87	30	0,00
50	0	1,0011	18,95	0,00	0,00	17	4	0,00
51	0	0,9669	16,33	0,00	0,00	17	8	0,00
52	0	0,9568	15,38	0,00	0,00	18	5	0,00
53	0	0,9460	14,40	0,00	0,00	23	11	0,00
54	2	0,9550	15,31	48,00	3,96	113	32	0,00
55	2	0,9520	15,02	0,00	4,54	63	22	0,00
56	2	0,9540	15,21	0,00	-2,36	84	18	0,00
57	0	0,9706	16,42	0,00	0,00	12	3	0,00
58	0	0,9590	15,56	0,00	0,00	12	3	0,00
59	2	0,9850	19,37	155,00	119,18	277	113	0,00

Continuação...

Barra N°	T	VM	VA	PG	QG	PD	QD	BS
60	0	0,9932	23,17	0,00	0,00	78	3	0,00
61	2	0,9950	24,06	160,00	-38,78	0	0	0,00
62	2	0,9980	23,44	0,00	1,19	77	14	0,00
63	0	0,9926	22,80	0,00	0,00	0	0	0,00
64	0	0,9983	24,53	0,00	0,00	0	0	0,00
65	2	1,0050	27,68	391,00	-259,44	0	0	0,00
66	2	1,0500	27,51	392,00	196,30	39	18	0,00
67	0	1,0197	24,87	0,00	0,00	28	7	0,00
68	0	1,0122	27,51	0,00	0,00	0	0	0,00
69	3	1,0350	30,00	513,52	87,10	0	0	0,00
70	2	0,9840	22,61	0,00	8,19	66	20	0,00
71	0	0,9868	22,19	0,00	0,00	0	0	0,00
72	2	0,9800	21,07	-12,00	-11,12	0	0	0,00
73	2	0,9910	21,98	-6,00	9,66	0	0	0,00
74	2	0,9580	21,64	0,00	5,31	68	27	0,11
75	0	0,9673	22,90	0,00	0,00	47	11	0,00
76	2	0,9430	21,74	0,00	5,25	68	36	0,00
77	2	1,0060	26,66	0,00	35,50	61	28	0,00
78	0	1,0018	26,38	0,00	0,00	71	26	0,00
79	0	1,0044	26,71	0,00	0,00	39	32	0,20
80	2	1,0400	28,88	477,00	225,65	130	26	0,00
81	0	1,0279	27,95	0,00	0,00	0	0	0,00
82	0	0,9797	27,32	0,00	0,00	54	27	0,19
83	0	0,9757	28,53	0,00	0,00	20	10	0,10
84	0	0,9769	30,96	0,00	0,00	11	7	0,00
85	2	0,9850	32,45	0,00	4,28	24	15	0,00
86	0	0,9867	31,09	0,00	0,00	21	10	0,00
87	2	1,0150	31,34	4,00	11,03	0	0	0,00
88	0	0,9875	35,58	0,00	0,00	48	10	0,00
89	2	1,0050	39,63	607,00	-5,34	0	0	0,00
90	2	0,9850	33,23	-85,00	59,09	78	42	0,00
91	2	0,9800	33,25	-10,00	-13,08	0	0	0,00
92	2	0,9900	33,80	0,00	-13,84	65	10	0,00
93	0	0,9845	30,77	0,00	0,00	12	7	0,00
94	0	0,9881	28,61	0,00	0,00	30	16	0,00
95	0	0,9776	27,65	0,00	0,00	42	31	0,00
96	0	0,9883	27,50	0,00	0,00	38	15	0,00
97	0	1,0091	27,84	0,00	0,00	15	9	0,00
98	0	1,0235	27,32	0,00	0,00	34	8	0,00
99	2	1,0100	26,96	-42,00	-17,54	0	0	0,00
100	2	1,0170	27,96	252,00	97,02	37	18	0,00
101	0	0,9914	29,55	0,00	0,00	22	15	0,00
102	0	0,9891	32,28	0,00	0,00	5	3	0,00
103	2	1,0100	24,21	40,00	75,42	23	16	0,00
104	2	0,9710	21,64	0,00	2,45	38	25	0,00
105	2	0,9650	20,54	0,00	0,05	31	26	0,19
106	0	0,9612	20,28	0,00	0,00	43	16	0,00
107	2	0,9520	17,48	-22,00	11,94	28	12	0,05
108	0	0,9662	19,34	0,00	0,00	2	1	0,00
109	0	0,9670	18,89	0,00	0,00	8	3	0,00
110	2	0,9730	18,04	0,00	5,92	39	30	0,06
111	2	0,9800	19,69	36,00	-1,84	0	0	0,00
112	2	0,9750	14,94	-43,00	41,51	25	13	0,00
113	2	0,9930	13,98	-6,00	20,25	0	0	0,00
114	0	0,9601	14,69	0,00	0,00	8	3	0,00
115	0	0,9600	14,68	0,00	0,00	22	7	0,00
116	2	1,0050	27,12	-184,00	-175,38	0	0	0,00
117	0	0,9738	11,00	0,00	0,00	20	8	0,00
118	0	0,9494	21,90	0,00	0,00	33	15	0,00

➤ **Dados de Ramos**

NS: Número de barra de saída

NC: Número de barra de chegada

R: Resistência (p.u.)

X: Reatância série (p.u.)

B: Susceptância total (p.u.)

Tap: Tap nominal do transformador

Tabela F.2 – Dados de Ramos IEEE-118

BS	BC	R	X	B	Tap
1	2	0,030	0,100	0,025	0,00
1	3	0,013	0,042	0,011	0,00
2	12	0,019	0,062	0,016	0,00
3	5	0,024	0,108	0,028	0,00
3	12	0,048	0,160	0,041	0,00
4	5	0,002	0,008	0,002	0,00
4	11	0,02	0,07	0,02	0,00
5	6	0,01	0,05	0,01	0,00
8	5	0,00	0,03	0,00	0,00
5	11	0,02	0,07	0,02	0,00
6	7	0,00	0,02	0,01	0,00
7	12	0,01	0,03	0,01	0,00
8	9	0,00	0,03	1,16	0,00
8	30	0,00	0,05	0,51	0,00
9	10	0,00	0,03	1,23	0,00
11	12	0,01	0,02	0,01	0,00
11	13	0,02	0,07	0,01	0,00
12	14	0,02	0,07	0,02	0,00
12	16	0,02	0,08	0,02	0,00
12	117	0,03	0,14	0,04	0,00
13	15	0,07	0,24	0,06	0,00
14	15	0,06	0,20	0,05	0,00
15	17	0,01	0,04	0,04	0,00
15	19	0,01	0,04	0,01	0,00
15	33	0,04	0,12	0,03	0,00
16	17	0,05	0,18	0,05	0,00
17	18	0,01	0,05	0,01	0,00
30	17	0,00	0,04	0,00	0,00
17	31	0,05	0,16	0,04	0,00
17	113	0,01	0,03	0,01	0,00
18	19	0,01	0,05	0,01	0,00

Continuação...

BS	BC	R	X	B	Tap
19	20	0,03	0,12	0,03	0,00
19	34	0,08	0,25	0,06	0,00
20	21	0,02	0,08	0,02	0,00
21	22	0,02	0,10	0,02	0,00
22	23	0,03	0,16	0,04	0,00
23	24	0,01	0,05	0,05	0,00
23	25	0,02	0,08	0,09	0,00
23	32	0,03	0,12	0,12	0,00
24	70	0,10	0,41	0,10	0,00
24	72	0,05	0,20	0,05	0,00
26	25	0,00	0,04	0,00	0,00
25	27	0,03	0,16	0,18	0,00
26	30	0,01	0,09	0,91	0,00
27	28	0,02	0,09	0,02	0,00
27	32	0,02	0,08	0,02	0,00
27	115	0,02	0,07	0,02	0,00
28	29	0,02	0,09	0,02	0,00
29	31	0,01	0,03	0,01	0,00
30	38	0,00	0,05	0,42	0,00
31	32	0,03	0,10	0,03	0,00
32	113	0,06	0,20	0,05	0,00
32	114	0,01	0,06	0,02	0,00
33	37	0,04	0,14	0,04	0,00
34	36	0,01	0,03	0,01	0,00
34	37	0,00	0,01	0,01	0,00
34	43	0,04	0,17	0,04	0,00
35	36	0,00	0,01	0,00	0,00
35	37	0,01	0,05	0,01	0,00
38	37	0,00	0,04	0,00	0,00
37	39	0,03	0,11	0,03	0,00
37	40	0,06	0,17	0,04	0,00
38	65	0,01	0,10	1,05	0,00
39	40	0,02	0,06	0,02	0,00
40	41	0,01	0,05	0,01	0,00
40	42	0,06	0,18	0,05	0,00
41	42	0,04	0,14	0,03	0,00
42	49	0,04	0,16	0,17	0,00
43	44	0,06	0,25	0,06	0,00
44	45	0,02	0,09	0,02	0,00
45	46	0,04	0,14	0,03	0,00
45	49	0,07	0,19	0,04	0,00
46	47	0,04	0,13	0,03	0,00
46	48	0,06	0,19	0,05	0,00
47	49	0,02	0,06	0,02	0,00
47	69	0,08	0,28	0,07	0,00
48	49	0,02	0,05	0,01	0,00

Continuação...

BS	BC	R	X	B	Tap
49	50	0,03	0,08	0,02	0,00
49	51	0,05	0,14	0,03	0,00
49	54	0,04	0,15	0,15	0,00
49	66	0,01	0,05	0,05	0,00
49	69	0,10	0,32	0,08	0,00
50	57	0,05	0,13	0,03	0,00
51	52	0,02	0,06	0,01	0,00
51	58	0,03	0,07	0,02	0,00
52	53	0,04	0,16	0,04	0,00
53	54	0,03	0,12	0,03	0,00
54	55	0,02	0,07	0,02	0,00
54	56	0,00	0,01	0,01	0,00
54	59	0,05	0,23	0,06	0,00
55	56	0,00	0,02	0,00	0,00
55	59	0,05	0,22	0,06	0,00
56	57	0,03	0,10	0,02	0,00
56	58	0,03	0,10	0,02	0,00
56	59	0,04	0,12	0,11	0,00
59	60	0,03	0,15	0,04	0,00
59	61	0,03	0,15	0,04	0,00
63	59	0,00	0,04	0,00	0,00
60	61	0,00	0,01	0,01	0,00
60	62	0,01	0,06	0,01	0,00
61	62	0,01	0,04	0,01	0,00
64	61	0,00	0,03	0,00	0,00
62	66	0,05	0,22	0,06	0,00
62	67	0,03	0,12	0,03	0,00
63	64	0,00	0,02	0,22	0,00
64	65	0,00	0,03	0,38	0,00
65	66	0,00	0,04	0,00	0,00
65	68	0,00	0,02	0,64	0,00
66	67	0,02	0,10	0,03	0,00
68	69	0,00	0,04	0,00	0,00
68	81	0,00	0,02	0,81	0,00
68	116	0,00	0,00	0,16	0,00
69	70	0,03	0,13	0,12	0,00
69	75	0,04	0,12	0,12	0,00
69	77	0,03	0,10	0,10	0,00
70	71	0,01	0,04	0,01	0,00
70	74	0,04	0,13	0,03	0,00
70	75	0,04	0,14	0,04	0,00
71	72	0,04	0,18	0,04	0,00
71	73	0,01	0,05	0,01	0,00
74	75	0,01	0,04	0,01	0,00
75	77	0,06	0,20	0,05	0,00
75	118	0,01	0,05	0,01	0,00
76	77	0,04	0,15	0,04	0,00
76	118	0,02	0,05	0,01	0,00

Continuação...

BS	BC	R	X	B	Tap
77	78	0,00	0,01	0,01	0,00
77	80	0,01	0,03	0,07	0,00
77	82	0,03	0,09	0,08	0,00
78	79	0,01	0,02	0,01	0,00
79	80	0,02	0,07	0,02	0,00
81	80	0,00	0,04	0,00	0,00
80	96	0,04	0,18	0,05	0,00
80	97	0,02	0,09	0,03	0,00
80	98	0,02	0,11	0,03	0,00
80	99	0,05	0,21	0,05	0,00
82	83	0,01	0,04	0,04	0,00
82	96	0,02	0,05	0,05	0,00
83	84	0,06	0,13	0,03	0,00
83	85	0,04	0,15	0,03	0,00
84	85	0,03	0,06	0,01	0,00
85	86	0,04	0,12	0,03	0,00
85	88	0,02	0,10	0,03	0,00
85	89	0,02	0,17	0,05	0,00
86	87	0,03	0,21	0,04	0,00
88	89	0,01	0,07	0,02	0,00
89	90	0,02	0,07	0,16	0,00
89	92	0,01	0,04	0,10	0,00
90	91	0,03	0,08	0,02	0,00
91	92	0,04	0,13	0,03	0,00
92	93	0,03	0,08	0,02	0,00
92	94	0,05	0,16	0,04	0,00
92	100	0,06	0,30	0,08	0,00
92	102	0,01	0,06	0,01	0,00
93	94	0,02	0,07	0,02	0,00
94	95	0,01	0,04	0,01	0,00
94	96	0,03	0,09	0,02	0,00
94	100	0,02	0,06	0,06	0,00
95	96	0,02	0,05	0,01	0,00
96	97	0,02	0,09	0,02	0,00
98	100	0,04	0,18	0,05	0,00
99	100	0,02	0,08	0,02	0,00
100	101	0,03	0,13	0,03	0,00
100	103	0,02	0,05	0,05	0,00
100	104	0,05	0,20	0,05	0,00
100	106	0,06	0,23	0,06	0,00
101	102	0,02	0,11	0,03	0,00
103	104	0,05	0,16	0,04	0,00
103	105	0,05	0,16	0,04	0,00

Continuação...

BS	BC	R	X	B	Tap
103	110	0,04	0,18	0,05	0,00
104	105	0,01	0,04	0,01	0,00
105	106	0,01	0,05	0,01	0,00
105	107	0,05	0,18	0,05	0,00
105	108	0,03	0,07	0,02	0,00
106	107	0,05	0,18	0,05	0,00
108	109	0,01	0,03	0,01	0,00
109	110	0,03	0,08	0,02	0,00
110	111	0,02	0,08	0,02	0,00
110	112	0,02	0,06	0,06	0,00
114	115	0,00	0,01	0,00	0,00