



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas - ICEA
Departamento de Engenharia Elétrica - DEELT
Campus João Monlevade - MG



ALOCAÇÃO DE MEDIDORES DE QUALIDADE DE ENERGIA VISANDO VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO

Rafael Meireles Freitas

João Monlevade - Minas Gerais - Brasil
Dezembro 2019

Rafael Meireles Freitas

**ALOCAÇÃO DE MEDIDORES DE QUALIDADE DE ENERGIA
VISANDO VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO**

Monografia apresentada ao
Departamento de Engenharia
Elétrica da Universidade
Federal de Ouro Preto como
requisito para a obtenção do
título de Engenheiro Eletricista.

Professor orientador: Prof. Dr. Wilington Guerra Zvietcovich.
Coorientador: Fabrício Omar Gomes Fonseca

João Monlevade - Minas Gerais - Brasil
Dezembro de 2019

F866a Freitas, Rafael Meireles.
Alocação de medidores de qualidade de energia visando as variações de tensão de curta duração [manuscrito] / Rafael Meireles Freitas. - 2019.

102f.:

Orientador: Prof. Dr. Wilingthon Guerra Zvietcovich.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Energia elétrica - Distribuição. 2. Redes elétricas. 3. Medidores elétricos. I. Zvietcovich, Wilingthon Guerra. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 621.31



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRICA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Rafael Meireles Freitas

ALOCAÇÃO DE MEDIDORES DE QUALIDADE DE ENERGIA VISANDO VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO

Membros da banca

ANSELMO ELIAS ALVARENGA - Engenheiro Eletricista - Vale

WELBERT ALVES RODRIGUES - Doutor em Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Ouro Preto UFOP

WILINGTHON GUERRA ZVIETCOVICH - Doutor em Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Ouro Preto UFOP

Versão final

Aprovado em 02 de janeiro de 2020

De acordo

WILINGTHON GUERRA ZVIETCOVICH



Documento assinado eletronicamente por **Wilingthon Guerra Zvietcovich, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/01/2020, às 14:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0030347** e o código CRC **629D322F**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.000007/2020-71

SEI nº 0030347

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: - www.ufop.br

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, sabedoria e discernimento para enfrentar todas as dificuldades encontradas pelo caminho.

A meus pais Sebastião e Roseli, por me dar toda a condição e estrutura para que eu pudesse realizar a graduação, pelo apoio incondicional e pela atenção dada nos momentos de mais dificuldade, pessoas nas quais eu me inspiro, são determinantes não só para minha formação, mas também como pessoa. À minha irmã Luana, que com sua juventude me traz força e me motiva cada vez mais a continuar a caminhada. À minha namorada Tainá, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, por ser referência de parceria, cumplicidade e companheirismo nos momentos mais complexos dessa jornada.

A meu orientador Wilington Guerra Zvietcovich, por ser fonte de conhecimento e que, pude aproveitar o máximo seus ensinamentos durante a graduação e desenvolvimento do trabalho.

A meu coorientador Fabrício Fonseca, por toda compreensão, paciência e disponibilidade durante o desenvolvimento do trabalho.

A todos os amigos da Supervisão de Engenharia Elétrica e de Instrumentação, que participaram direta e indiretamente do trabalho e, durante todo o ano enriqueceram com diversos conhecimentos sobre o assunto.

Aos professores e técnicos da UFOP que compartilharam tempo e esforço para transmitir conhecimento.

Aos amigos de graduação, pelo apoio e compreensão, principalmente de ansiedade que antecederam as atividades.

Por fim, a toda família e amigos, que mesmo não citados aqui, que contribuíram de alguma forma para eu chegar nesse ponto da minha trajetória.

RESUMO

O presente trabalho consiste no estudo e aplicação da técnica de otimização chamada Variable Neighborhood Search (VNS) aplicado ao Problema de Alocação de Medidores de Qualidade de Energia Elétrica, com a finalidade de monitorar Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD) que ocorrem na rede elétrica através de uma quantidade mínima de medidores. Estas VTCDs geralmente são consequência de curtos-circuitos ocorridos ao longo de toda a rede. Para testar a metodologia, foi utilizado uma rede elétrica de grande porte de uma empresa de mineração, a qual foi dividida em 4 unidades operacionais para efeitos de aplicação da metodologia. Um aspecto observado é a simetria de certos curtos-circuitos produzem as mesmas VTCDs em um grupo de barras, assim como barras são afetadas por uma mesma quantidade de curtos-circuitos, fazendo que a complexidade do problema se reduza. Dos resultados observa-se que a VNS cumpre o objetivo de reduzir a quantidade de medidores a serem alocados.

Palavras Chave: Alocação de Medidores, Variação de Tensão de Curta Duração, Busca em Vizinhança Variável, Medidores de Qualidade de Energia Elétrica.

ABSTRACT

The present work consists in a study and application of the optimization technique called Variable Neighborhood Search (VNS) applied to the Electrical Power Quality Meter Allocation Problem, looking monitor Short Voltage Variations (VTCD) that occur in the grid considering a minimum amount of meters. These VTCDs are usually the result of short circuits throughout the network. To test the methodology, a large power grid of a mining company was considered, which was divided into 4 operating units for the application of the methodology. One aspect observed is the symmetry of certain short circuits producing the same VTCDs in a group of bars, like bars are affected by the same amount of short circuits, reducing the complexity of the problem. From the results it is observed that the VNS fulfills the objective, reducing the amount of meters that need to be allocated.

Palavras Chave: Meters Allocation, Short Period Voltage Variations, Variable Neighborhood Search, Power Quality Meters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação de uma VTCD (Caso Afundamento de Tensão).	17
Figura 2: Curva CBEMA.....	19
Figura 3: Curva ITIC.....	20
Figura 4: Processo de Busca do VNS.	24
Figura 5: Fluxograma Funcional do VNS Aplicado a Alocação de MQEE.....	26
Figura 6: Sistema Elétrico para Exemplo.	27
Figura 7: Diagrama Elétrico Resumido da Empresa.	33
Figura 8: Representação da AMQEE da Solução 3 para Unidade 1.....	38
Figura 9: Representação da AMQEE da Solução 1 para Unidade 2.....	39
Figura 10: Representação da Alocação dos MQEE para Solução 2 da Unidade 3.	40
Figura 11: Representação da Alocação dos MQEE para Unidade 4.....	41
Figura 12: Representação da Alocação dos MQEE para Unidade 1 (Subestações Críticas).	42
Figura 13: Representação da Alocação dos MQEE para Unidade 4 (Subestações Críticas).	43
Figura 14: Evolução da Função Objetivo.	44
Figura 15: Modelo Gerador Síncrono.	50
Figura 16: Modelo Transformador.	51
Figura 17: Modelo Linhas de Distribuição.	51
Figura 18: Representação Curto-Circuito AT.	54
Figura 19: Representação Curto-Circuito BC.	56
Figura 20: Representação Curto-Circuito BCT.....	57
Figura 21: a) Representação Curto-Circuito ABCT. b) ABC.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCDO – Algorithm for Bicriteria Discrete Optimization

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

AMQEE – Alocação de Medidores de Qualidade de Energia Elétrica

BPSO – Binary Particle Swarm Optimization

B&B – Branch and Bound

CBEMA – Computer Business Equipment Manufacture's Association

GRASP – Greedy Randomized Adaptive Search

IEEE – Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos

ITIC – Information Technology Industry Council

MQEE – Medidor de Qualidade de Energia Elétrica

MUST – Montante de Uso do Sistema de Transmissão

ONP – Otimização por Nuvem de Partícula

PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional

PMU – Phasor Measurement Units

PU – Potência por Unidade

QEE – Qualidade de Energia Elétrica

RMS – Root Mean Square

SDEE – Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica

SEP – Sistema Elétrico de Potência

SIN – Sistema Interligado Nacional

VNS – Variable Neighborhood Search

VTCD – Variação de Tensão de Curta Duração

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Matriz de Observabilidade.....	21
Tabela 2: Vetor-Medidores.....	21
Tabela 3: Vetor-Redundância.....	22
Tabela 4: Exemplo de Curto-circuito.....	27
Tabela 5: Exemplo Matriz de Observabilidade.....	28
Tabela 6: Solução x (Vetor-Medidores (<i>VetMed</i>)).....	28
Tabela 7: Solução x' (Vetor-Medidores (<i>VetMed</i>))......	29
Tabela 8: Solução x'' (Vetor-Medidores (<i>VetMed</i>))......	29
Tabela 9: Vetor-Redundância (<i>VetRed</i>).....	30
Tabela 10: Vetor-Redundância (<i>VetRed</i>).....	30
Tabela 11: Dados Obtidos para os Cenários.....	35
Tabela 12: Resultados Gerados pelo VNS para Diversos Cenários de Testes.....	36
Tabela 13: Dados de Contagem do Vetor Redundância.....	37
Tabela 14: Número de Visitas a Cada Melhor de Solução.....	44
Tabela 15: Trechos da Unidade 1.....	60
Tabela 16: Barras da Unidade 1.....	64
Tabela 17: Transformadores da Unidade 1.....	68
Tabela 18: Trechos da Unidade 2.....	69
Tabela 19: Barras da Unidade 2.....	69
Tabela 20: Transformadores da Unidade 2.....	70
Tabela 21: Trechos da Unidade 3.....	71
Tabela 22: Barras da Unidade 3.....	77
Tabela 23: Transformadores da Unidade 3.....	83
Tabela 24: Trechos da Unidade 4.....	84
Tabela 25: Barras da Unidade 4.....	87
Tabela 26: Transformadores da Unidade 4.....	91
Tabela 27: Trechos da Unidade 1 (Subestações Críticas).....	92
Tabela 28: Barras da Unidade 1 (Subestações Críticas).....	94
Tabela 29: Transformadores Unidade 1 (Subestações Críticas).....	96
Tabela 30: Trechos da Unidade 4 (Subestações Críticas).....	96
Tabela 31: Barras da Unidade 4 (Subestações Críticas).....	99
Tabela 32: Transformadores da Unidade 4 (Subestações Críticas).....	102

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo do trabalho:	13
2. ESTADO DA ARTE	14
3. VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO	17
3.1 O Problema das VTCDs	17
3.2 Modelo Matemático do problema de Alocação de Medidores de Qualidade de Energia	20
3.2.1 Matriz de Observabilidade (<i>MO_{ij}</i>)	20
3.2.2 Vetor-Medidores (<i>VetMed</i>)	21
3.2.3 Vetor-Redundância (<i>VetRed</i>)	21
4. BUSCA EM VIZINHANÇA VARIÁVEL	23
4.3 Exemplo de aplicação – caso teórico	27
5 RESULTADOS	32
5.1 Sistema Elétrico Utilizado	32
5.2 Cenário 1	37
5.3 Cenário 2	39
5.5 Cenário 4	41
5.6 Cenário 5	42
5.7 Cenário 06	43
6 CONCLUSÕES	45
6.1 Sugestões Trabalhos Futuros	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXO A – MODELO DOS COMPONENTES DO SISTEMA ELÉTRICO	50
ANEXO B – ESTUDO DE CURTO-CIRCUITO	52
B-1 Componentes Simétricas	52
B-2 Curto-Circuito Monofásico AT	54
B-3 Curto-Circuito Bifásico BC	55
B-4 Curto-Circuito Bifásico BCT	57
B-5 Curto-Circuito Trifásico ABC ou ABCT	58
ANEXO C – DADOS DOS SISTEMAS ELÉTRICOS UTILIZADOS	60
C-1 Unidade 1	60
C-2 Unidade 2	69
C-3 Unidade 3	71

C-5 Unidade 4	84
C-5 Unidade 1 com Subestações Críticas.....	92
C-6 Unidade 4 com Subestações Críticas.....	96

1. INTRODUÇÃO

O termo Qualidade de Energia Elétrica (QEE) vem sofrendo um grande aumento na sua utilização, consequência do aumento da demanda dos consumidores e também do aumento da complexidade da rede elétrica. A QEE percebida pelo consumidor de uma concessionária de serviço público do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica (SDEE) deve ser avaliada observando três grandes aspectos: a qualidade do “Produto” (relacionada à conformidade da tensão em regime permanente e à ausência de perturbações na forma de onda), a qualidade do “Serviço” (relacionada à continuidade na prestação do serviço) e a qualidade do atendimento ao consumidor. (ANEEL, 2016).

Uma energia de qualidade adequada pode ser entendida como aquela em que a forma de onda da tensão é senoidal cujos parâmetros como amplitude, frequência e fase sejam fixos ou estejam dentro de limites pré-definidos pelos órgãos reguladores. As fontes de distúrbios que afetam a QEE são aquelas que de alguma forma provocam distorções no sinal de tensão, comprometendo a qualidade entregue ao consumidor. Por exemplo, grandes cargas que são conectadas aos sistemas elétricos ou ocorrência de faltas elétricas afetam à QEE (REIS, 2018).

Os grandes consumidores buscam um maior entendimento de como a energia vem sendo consumida dentro de suas instalações, dessa maneira é possível obter um melhor desempenho dos equipamentos e uma operação eficiente dos processos, visto que, sem interferências na forma de onda da tensão, não haverá por exemplo, interrupções ou danos aos equipamentos devido à QEE, evitando reduzir a produtividade, e consequentemente evitando perdas financeiras. Assim é observada a importância desse aspecto pelos envolvidos (concessionárias, consumidores e agências reguladoras) dando cada vez mais relevância para tal.

Para monitorar parâmetros de qualidade do produto são utilizados MQEE, os quais registram tensão em regime permanente, fator de potência, harmônicos, desequilíbrio de tensão, flutuação de tensão, VTCD e a variação de frequência entre outros parâmetros.

As VTCDs que são o foco deste trabalho, segundo a ANEEL (2011) são caracterizadas pela amplitude e tempo de duração, à medida que os estes dois fatores aumentam, a probabilidade do dano também sofre um aumento significativo. Quanto à amplitude, ela pode ser um afundamento (em inglês, Sag) na faixa de 0,1 p.u. a 0,9 pu, com determinada duração. Ou também pode ser uma elevação de tensão (em inglês, Swell), na faixa de 1,1p.u. a 1,8 pu com a mesma duração da Sag e, podem variar de 0,5 a 3600 ciclos.

Segundo Duncan (2003), as VTCDs se constituem em um aspecto muito importante referente à QEE e que está demandando grande esforço por parte dos pesquisadores pelo fato de provocar sérios prejuízos para os consumidores, como falhas e operações indevidas de equipamentos elétricos. Os principais problemas relacionados a este fenômeno, ocorrem devido às ocorrências de faltas e às manobras de grandes cargas na rede. Um exemplo típico desta última causa é a partida de grandes motores, o que provoca altas correntes, segundo Filho (2007), os motores elétricos, durante a partida, solicitam da rede de alimentação uma corrente de valor elevado da ordem de 6 a 10 vezes a sua corrente nominal. O problema torna-se ainda maior quando o método de partida desses motores não for adequado.

Um dos desafios é reduzir as VTCDs na rede elétrica através de ações e medidas de manutenção preventiva e/ou corretiva. Para isso é necessário primeiro identificar a ocorrência destas através do registro nos MQEE instalados na rede elétrica, que é o assunto deste trabalho, mas especificamente monitorar estas utilizando o menor número de MQEE. Para isso o problema é modelado através da programação inteira mista e resolvida utilizando a técnica de otimização chamada VNS, que será demonstrada nos capítulos seguintes.

1.1 Objetivo do trabalho:

Determinar o menor número de Medidores de Qualidade de Energia Elétrica (MQEE) e a alocação destes (em quais barras) visando que estes equipamentos registrem qualquer VTCDs consequência de alguma condição de falta (curto-circuito) ocorrida na rede elétrica. Para o qual foi modelado matematicamente o problema, enquadrando-se na programação inteira mista.

A priori foi necessário construir um conjunto de informações referente a sensibilidade de cada barras/condição de falta considerada.

1.1.1 Objetivos Secundários:

- a) Levantar os dados elétricos da rede elétrica da empresa mineradora visando a análise de curto-circuito;
- b) Construir um conjunto de informações referente a sensibilidade de cada barras/condição de falta considerada;
- c) Implementar computacionalmente a metodologia;

2. ESTADO DA ARTE

Vários foram os trabalhos que auxiliaram e que abordaram a temática que foi desenvolvida neste, nos seguintes parágrafos será feito um breve resumo dos mesmos.

Em Oliveira (2019) realizou a alocação de medidores de corrente visando melhorar o fluxo de potência probabilístico em redes de distribuição, aplicando a técnica VNS para solucionar este problema, consegue-se observar que a técnica cumpre o seu objetivo, mostrando-se eficiente.

Em Martins (2017), foi representado o problema de alocação de medidores de qualidade de energia elétrica (AMQEE) através da programação linear inteira mista, de forma a reduzir estes considerando casos de simetria. Os autores simularam condições de curto-circuito ao longo da rede. Foi utilizada um método exato chamado Algorithm for Bicriteria Discrete Optimization (ABCDO) e testado em vários sistemas elétricos de potência.

Mais um trabalho que foi utilizado seguindo a mesma linha, foi o desenvolvimento de um algoritmo para alocação ótima de detectores de afundamentos de tensão por Junqueira (2017). Utilizando o método Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) como técnica de solução para a alocação de medidores. Dos resultados o método detectou afundamentos de tensão em todo sistema de potência, com uma quantidade mínima de medidores.

Em Firmo (2016) realizou-se a AMQEE visando a estimação dos valores dos módulos de tensão das barras do sistema elétrico utilizando a técnica VNS. Para a estimação de estado o autor utilizou a Interferência Bayesiana para fazer os ajustes de tensão, corrente e fluxo de potência nos pontos com MQEE instalados. Segundo o autor, os resultados obtidos foram satisfatórios e puderam ser validados pela utilização da Interferência Bayesiana.

Freitas (2016) apresentou um estudo sobre a alocação ótima de unidades de medição fasorial que são conhecidas como Phasor Measurement Units (PMU). Foi desenvolvido um algoritmo determinístico do tipo Branch and Bound (B&B) para solução desse problema, que tem vantagem de fornecer todas as soluções possíveis para o problema. Os trabalhos se aproximam devido a alocação dos PMUs realizadas da mesma maneira que os MQEE que é a

redução do máximo de componentes para visualização de todo o sistema elétrico, porém foi a técnica para alocação utilizada foi diferente do presente trabalho, como citado acima. Os resultados obtidos pelo autor foram satisfatórios segundo o mesmo.

Outro trabalho utilizado como suporte deste trabalho de TCC foi o de Reis (2016), que trouxe também como foco principal a AMQEE e medidores fasoriais PMU. O problema foi resolvido utilizando novas técnicas de otimização combinatória. Foram apresentados três algoritmos de solução, B&B, uma heurística e, o principal do trabalho, Programação Dinâmica Aproximada, em que todos os três apresentaram soluções satisfatórias e validadas usando como teste as redes de transmissão do IEEE.

Em Kempner (2012) é desenvolvido de forma paralela o problema de AMQEE para registrar ou monitorar afundamentos de tensão (Sag), visando identificar áreas de risco frente as VTCDs para minimizar o número de MQEE instalados fazendo com que pelo menos um deles seja sensibilizado para cada um dos curtos-circuitos simulados. O autor utiliza o algoritmo B&B para resolver o problema determinando o número ótimo de MQEE para instalação, concluindo então que os resultados obtidos eram realmente os esperados.

Em Guerra e Kagan (2011) foi desenvolvida a metaheurística VNS para resolver o problema de AMQEE frente às VTCDs, objetivo que se alinha completamente ao do presente trabalho. O teste realizado utilizou o sistema de 30 barras do IEEE para testar a metodologia. Os resultados obtidos foram satisfatórios para os ótimos locais, porém, não ótimos globais, devido a utilização da técnica VNS. É ressaltado ainda a vantagem de se utilizar o VNS pois, para as estruturas de vizinhança definidas, os ótimos locais para uma não é a mesma para outra estrutura.

Em Zvietcovich (2011) trata do problema de estimação de estado quando ocorre VTCDs. A técnica utilizada foi a de Estratégias Evolutivas que faz parte da família dos Algoritmos evolutivos. Para isso é determinando o local de falta, tipo de falta e impedância de falta. Desta forma a partir desta informação é feita a estimação de estado.

Os trabalhos citados acima estão relacionados diretamente com o problema a ser resolvido neste TCC. Já com respeito a técnica do VNS, foi aplicada em diferentes problemas, sendo indicados alguns a continuação.

Em Nunes (2018), foi utilizado as metaheurísticas Greedy Randomized Adaptive Search (GRASP) e VNS, visando à alocação ótima de chaves em sistemas de distribuição. Após a restauração da rede foi reconfigurada visando encontrar resultados satisfatórios. Os autores indicam que os resultados foram satisfatórios.

Freitas (2017) utilizou os métodos Otimização por Nuvem de Partícula (ONP) e VNS como técnicas de solução para seu problema de localização de faltas no sistema de distribuição, a última, mesma técnica que será realizada no presente trabalho para realizar a alocação dos MQEE. As localizações das faltas foram realizadas e segundo o autor, foram obtidos resultados satisfatórios para os dois métodos.

Este trabalho de TCC utiliza um sistema elétrico real de uma empresa de grande porte de mineração, cuja rede elétrica possui 2838 barras. A metodologia VNS é aplicada nesta rede elétrica.

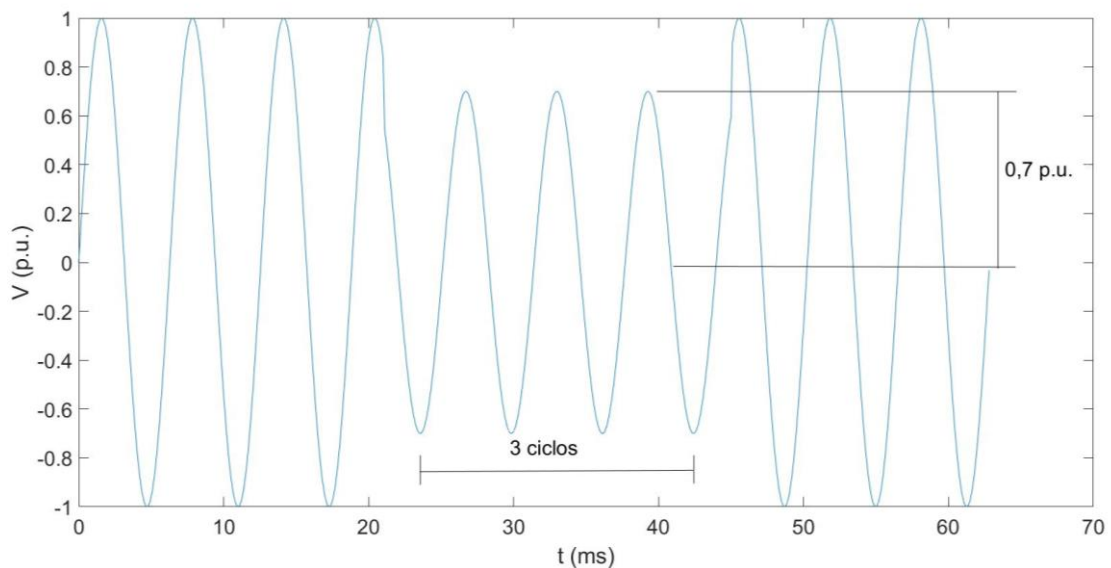
3. VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO

Este capítulo apresenta conceitos relacionados às VTCDs, ao problema de monitoramento destes assim como o modelo matemático que representa o problema de AMQEE utilizado neste trabalho.

3.1 O Problema das VTCDs

Como já dito anteriormente, segundo Duncan (2003) existem vários fatores relacionados a QEE, os associados as variações nos valores eficazes (RMS) de tensão são chamados de VTCD. Eles são caracterizados com a sua amplitude e duração como ilustra a Figura 1. Estas VTCDs podem trazer sérios prejuízos as cargas sensíveis.

Figura 1: Representação de uma VTCD (Caso Afundamento de Tensão).



Fonte: Do autor.

Aqui no Brasil a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) criou o PRODIST (Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) para normalizar e padronizar as atividades relacionadas ao funcionamento do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica (SDEE). Especificamente o Módulo 8 do mesmo, é quem estabelece os procedimentos

relativos à QEE, no qual é definido os seguintes tipos de variações de tensão quanto à duração:

1. Instantâneas: 0,5 a 30 ciclos;
2. Momentâneas: 30 ciclos a 180 ciclos;
3. Temporárias: 180 a 3600 ciclos.

Quanto à amplitude, os seguintes tipos são definidos:

1. Sag ou Afundamento de tensão: 0,1 a 0,9pu, ou seja, de 10 a 90% do valor eficaz da tensão;
2. Swell ou Elevação de tensão: maior que 1,1pu, ou seja, maior que 110% do valor eficaz da tensão;
3. Interrupção: menor que 0,1pu, 10% do valor eficaz da tensão.

As principais causas da VTCDs são ocorrências de curtos-circuitos ao longo da rede elétrica (Carvalho, Januário e Werlich, 2013) e a energização de grandes cargas que requerem altas correntes de partida (Filho, 2007). Os curtos-circuitos são os mais comuns devido ao grande sistema elétrico espalhado por todo o território, têm como as principais responsáveis as descargas atmosféricas, contato com vegetação, falhas humanas, entre outros. A energização de grandes cargas pode ser prevista e assim, realizar um trabalho para prevenir e evitar as perturbações no sistema elétrico. (Filho, 2007).

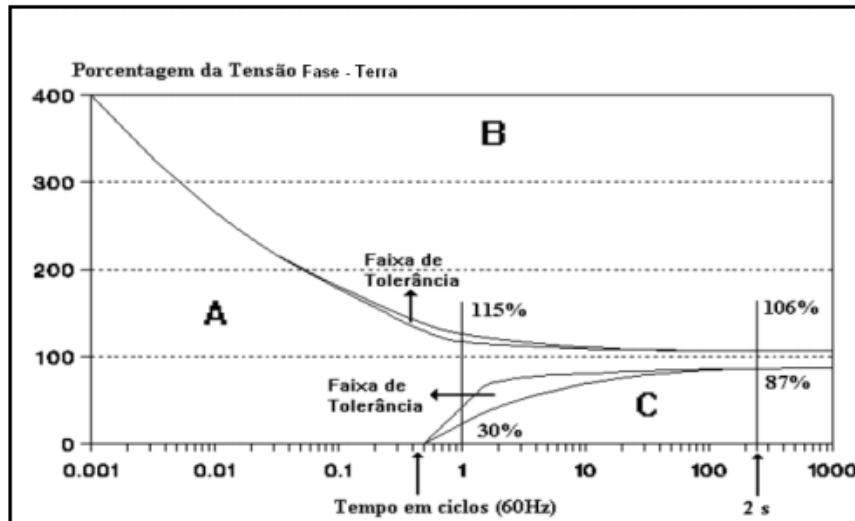
As VTCDs têm como consequência principal a parada de processos, devido ao desligamento de equipamentos sensíveis as variações de tensão, isso pode gerar perdas econômicas elevadas.

Para mensurar os impactos nestes equipamentos sensíveis, é utilizado a curva Computer and Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA) ilustrada na Figura 2 e que define limites de tolerância de computadores em relação as VTCDs, mas acabou sendo adotada para outros equipamentos microprocessados, devido as VTCDs causarem maior impacto nesses equipamentos que são mais sensíveis. Três regiões podem ser observadas nesta figura, sendo as seguintes:

- Região A: Operação normal do sistema onde não há possibilidade de falhas ou danos nos equipamentos;
- Região B: Possibilidade de falhas ou danos nos equipamentos devido ao Swell;

- Região C: Possibilidade de interrupção dos equipamentos devido ao Sag.

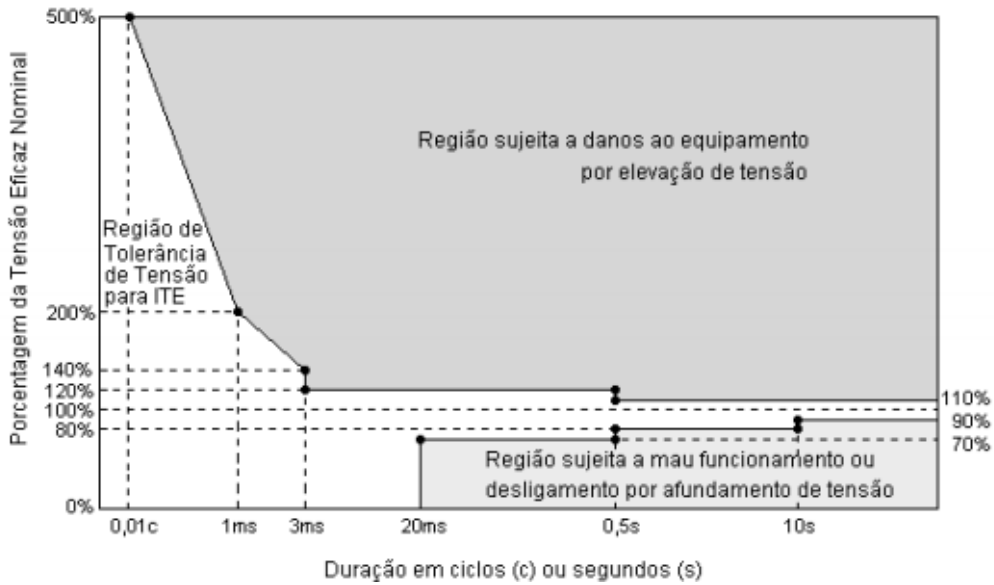
Figura 2: Curva CBEMA.



Fonte: ITI,2000.

Após publicação da curva CBEMA houve uma revisão da curva, surgiu então a curva Information Technology Industry Council (ITIC) dando a possibilidade de analisar uma gama maior de dispositivos eletrônicos. A Figura 3 traz a curva ITIC e é possível observar que o princípio de análise é o mesmo da curva CBEMA apresentada na Figura 3.

Figura 3: Curva ITIC.



Fonte: ITI, 2000.

3.2 Modelo Matemático do problema de Alocação de Medidores de Qualidade de Energia

O problema de alocação dos MQEEs foi modelado utilizando a seguinte expressão matemática:

$$\text{Min} (Vet_{Red}) = MO_{ij} \times Vet_{Med} \quad (1)$$

- Onde: Vet_{Red} = Vetor-Redundância;
- MO_{ij} = Matriz de Observabilidade;
- i = Condições de Falta Simuladas;
- j = Barras do Sistema Elétrico;
- Vet_{Med} = Vetor-Medidores.

3.2.1 Matriz de Observabilidade (MO_{ij})

A Matriz de Observabilidade (MO) representa a observação da rede frente as VTCDs, possuindo dimensões de $M \times N$, onde M representa o número de

condições de falta simuladas ou observadas na rede elétrica avaliada e N representa o número de barras da rede elétrica. Esta matriz é construída simulando condições de curto-circuito. Se a condição de falta simulada gera uma VTCD na barra, o valor é igual a “1”, caso contrário o valor é “0”, como ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1: Matriz de Observabilidade.

	Barra 1	Barra 2	Barra 3	Barra 4	...	Barra N
Condição CC 1	1	1	0	0		1
Condição CC 2	0	0	1	0		0
Condição CC 3	0	0	0	1		1
Condição CC 4	1	0	0	0		0
...						
Condição CC M	1	0	0	0		1

3.2.2 Vetor-Medidores (Vet_{Med})

O Vetor-Medidores representa uma configuração (solução) de posições nas quais estão instalados os medidores possuindo dimensões de $N \times 1$, onde N representa o número de barras desta rede elétrica. A modo de exemplo, para a Tabela 1 uma solução é a configuração indicada na Tabela 2, na qual são instalados 4 medidores nas barras, 2, 3, e N.

Tabela 2: Vetor-Medidores.

Barra 1	Barra 2	Barra 3	Barra 4	...	Barra N
0	1	1	0		1

3.2.3 Vetor-Redundância (Vet_{Red})

O Vetor-Redundância define a função objetivo do problema possuindo dimensões de $M \times 1$, onde M representa o número de condições de falta

simuladas ou observadas na rede elétrica avaliada. Os valores deste vetor variam de zero até qualquer número. Estes valores indicam a observação de cada condição de falta associada aos medidores. Por exemplo, tem-se a Tabela 3.

Tabela 3: Vetor-Redundância.

Condição CC 1	Condição CC 2	Condição CC 3	Condição CC 4	...	Condição CC M
0	2	1	1		1

A condição de falta 2 é monitorado por 2 medidores, a condição de falta 3 por 1 medidor. Caso este Vetor-Redundância possua valores maiores a zero, significa que a solução avaliada monitora todas as condições de falta.

4. BUSCA EM VIZINHANÇA VARIÁVEL

Esta técnica de otimização conhecida como VNS (do inglês Variable Neighborhood Search) faz parte do grupo de técnicas meta-heurísticas, sendo publicada por MLADELOVIC E HANSEN (1995). No processo de otimização se visita soluções através da busca local por meio de transições sistemáticas de estruturas de vizinhança explorando o espaço de busca, ou seja, se muda os parâmetros dentro de k estruturas de vizinhança sistematicamente como ilustrado na Figura 4.

Os parâmetros relacionados à VNS são os seguintes:

X : Espaço das soluções;

$N^k(X)$: Espaço de soluções na k -ésima estrutura de vizinhança;

$f(x)$: Função que modela matematicamente o problema;

x : Uma solução qualquer (configuração de alocação de medidores);

x' : Uma solução visitada a partir de x (configuração de alocação de medidores) dentro de uma determinada estrutura de vizinhança;

x'' : Uma solução visitada a partir de x' (configuração de alocação de medidores) através de uma busca local;

De forma geral, um modelo de otimização é minimizar uma função matemática definida pela seguinte expressão:

$$\min f(x) \quad (2)$$

$$s. a. x \in X \quad (3)$$

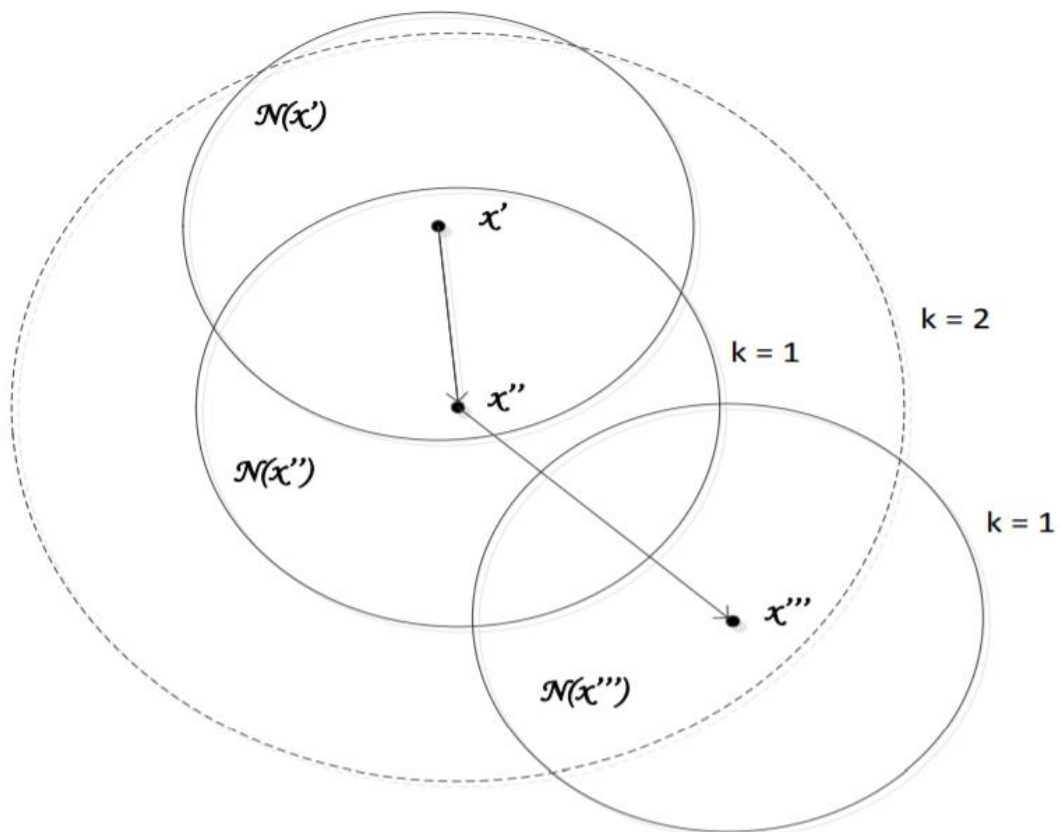
Sujeito a restrições.

Conseguir uma solução para o problema de otimização $(X, f(x))$, é o mesmo que conseguir determinar uma função ótima (MLADELOVIC E HANSEN, 1997), ou seja, na alocação de MQEE é determinar a mínima quantidade de medidores que será instalado de modo a monitorar todas as condições de falta consideradas.

A técnica inicia definindo um espaço de busca $N(X)$, na qual estão todas as soluções factíveis do problema como ilustra a Figura 4. Neste espaço é

definido uma solução inicial chamada x gerada de forma aleatória. Em seguida é perturbada esta solução x gerando uma solução vizinha chamada x' dentro da estrutura de vizinhança k , ou seja, em $N^k(x)$ onde o valor de k é $1 \leq k \leq k_{max}$. Em seguida é realizada uma busca local em torno de x' , gerando uma solução chamada x'' . Se a solução de x'' for melhor que a solução x (solução atual ou solução incumbente), então $x = x''$ e a busca retorna para $k = 1$, caso contrário, segue-se para a próxima estrutura de vizinhança $k = k + 1$ em $N^{k+1}(x)$. A busca é finalizada quando $k = k_{max}$ ou algum outro critério de parada for atendido.

Figura 4: Processo de Busca do VNS.



Fonte: MLADELOVIC E HANSEN (1995).

MLADELOVIC E HANSEN (1997), apresentam as versões do VNS, a primeira versão foi do algoritmo determinado VNS básico, com o objetivo de resolver o problema do caixeiro viajante e, a metodologia proposta encontrou soluções de excelente qualidade para o problema. A seguir é apresentado o algoritmo através de uma estrutura visando implementar computacionalmente.

Algoritmo VNS Básico

Inicialização: Selecione o conjunto de estruturas de vizinhança N_k , $k=1, \dots, k_{max}$, que será utilizado na busca; encontre uma solução inicial x ; defina um critério de parada;

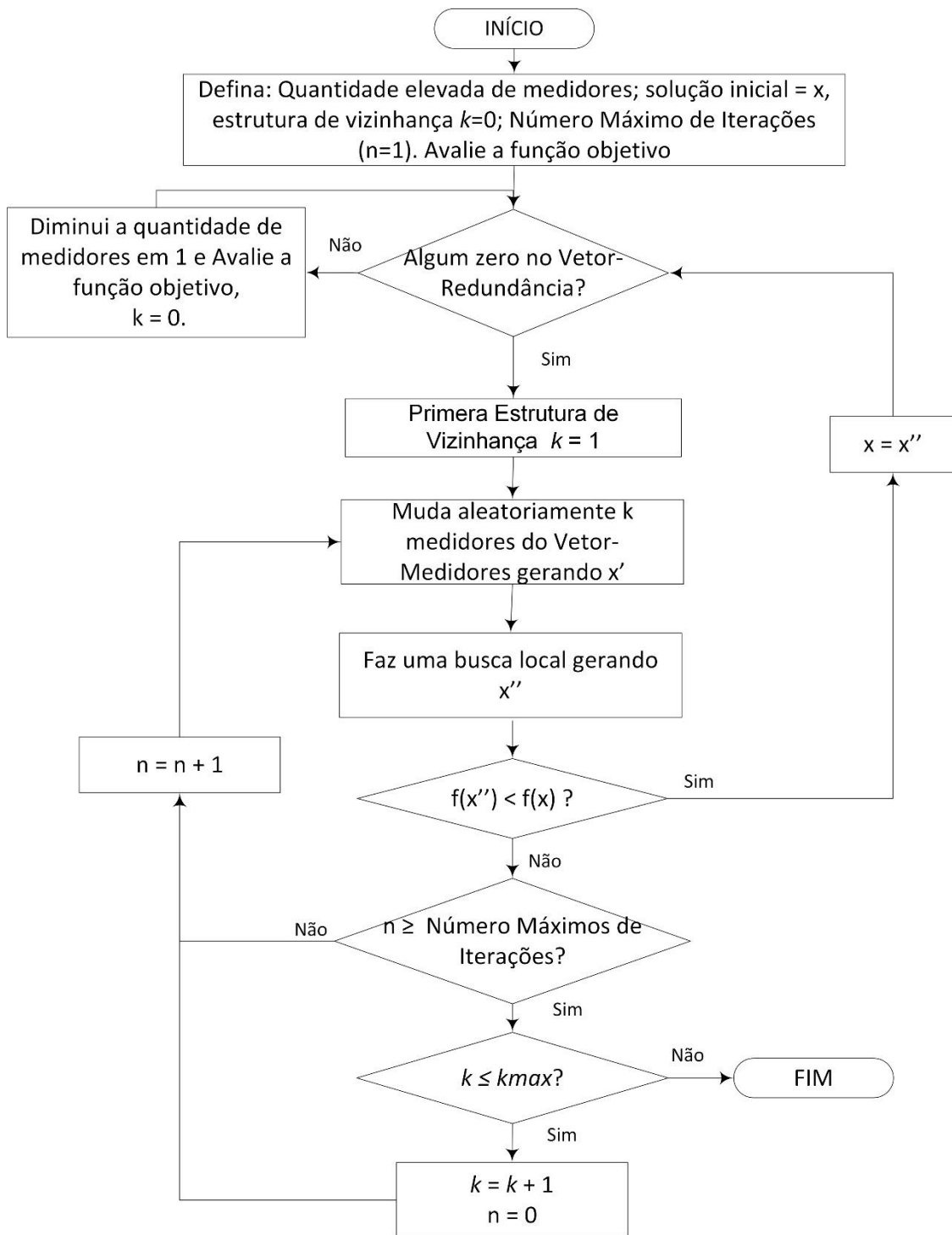
Repita os passos seguintes até que o critério de parada esteja satisfeito:

- (1) Faça $k \leftarrow 1$;
- (2) Repita os passos a seguir até k_{max} :
 - (a) Agitação: Gere aleatoriamente uma solução x' da k -ésima vizinhança de x ($x' \in N_k(x)$);
 - (b) Busca local: Aplique algum método de busca local com x' como solução inicial; denote por x'' o ótimo local obtido por essa busca;
 - (c) Mover ou não: Se o ótimo local x'' é melhor que a incumbente x , mova para lá ($x \leftarrow x''$) e continue a busca em N_1 ($k \leftarrow 1$); caso contrário faça $k \leftarrow k + 1$.

Fonte: Mladenović e Hansen (1997)

Foi construído um fluxograma ilustrado Figura 5, o qual aplica o VNS ao problema de AMQEE.

Figura 5: Fluxograma Funcional do VNS Aplicado a Alocação de MQEE.



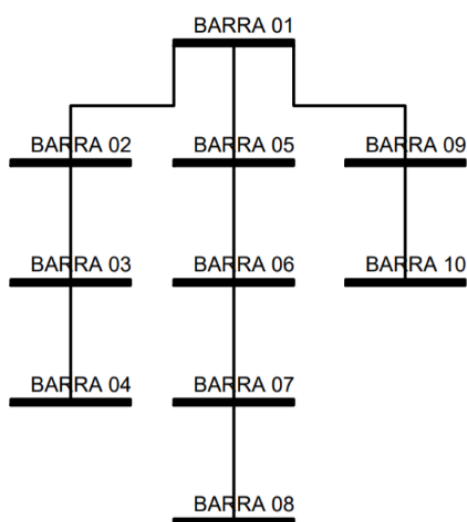
Fonte: Adaptado de Guerra e Kagan (2011).

Onde: n = Número de iterações.

4.3 Exemplo de aplicação – caso teórico

É considerado a rede elétrica ilustrada da Figura 6, a qual possui 10 barras e 9 trechos. Na primeira etapa é construída a matriz de observabilidade (MO_{ij}) (item 3.2.1) simulando condições de curto-circuito ao longo da rede, sendo definida uma condição de curto-circuito através de um vetor ilustrado na Tabela 4.

Figura 6: Sistema Elétrico para Exemplo.



Fonte: Do autor

Tabela 4: Exemplo de Curto-circuito.

Local de falta	Tipo de falta	Impedância de defeito
Trecho 3 (a 200 m da barra 3)	Bifásica a terra	20 Ω

Foram considerados condições de curto-circuito em todos os trechos a cada 10% da impedância do trecho (10 condições de falta/trecho), todos os tipos de curto-circuito (Fase-Terra, Fase-Fase, Fase-Fase-Terra e, Trifásica ou Trifásica com Terra), o valor da Impedância de defeito variou-se entre 0 Ω e 20 Ω .

A Tabela 5 ilustra esta matriz considerando 120 condições de curto-circuito. Em seguida, foi removida as linhas que são iguais, ou seja, tem condições de curto-circuito que geram as mesmas VTCDs nas barras. Por exemplo, a linha 1 e a linha 3 da Tabela são um exemplo deste caso, a linha 3 será apagada. Da mesma forma, tem barras que registram (sentem) as mesmas VTCDs as quais devem ser apagadas. Por exemplo, a Barra 1 e a Barra 10 têm os mesmos valores, que caracterizam este caso. A Barra 10 será apagada.

Tabela 5: Exemplo Matriz de Observabilidade.

Condições de curto-circuito	Barra 1	Barra 2	Barra 3	...	Barra 10
Condição CC 1	1	1	0	0	1
Condição CC 1	0	0	1	0	0
...	1	1	0	0	1
Condição CC 120	0	1	1	1	0

Observando a Tabela 5 pode se fazer a seguinte análise: o curto-circuito 1 sensibilizou as barras 1 e 2, o curto-circuito 2 sensibilizou a barra 3, o curto circuito 120 sensibilizou as barras 2, 3 e 4.

A partir de uma matriz de observabilidade reduzida. Supondo que para o exemplo, o número de colunas foi reduzido a 5 e o número de colunas para 10. A continuação é implementada o VNS, detalhado a seguir:

Inicialização: Selecionando a estrutura de vizinhança N_k , $k = 1$ que é gerada uma solução inicial x , indicada na Tabela 6.

Tabela 6: Solução x (Vetor-Medidores (Vet_{Med}))

Barra 1	Barra 2	Barra 3	Barra 4	Barra 5
0	1	0	1	1

Repita os passos seguintes até que o critério de parada esteja satisfeito:

- (1) Para $k = 1$;
- (2) Repita os passos até k_{max} .

- (a) Agitação: Gere aleatoriamente uma solução x' em $k = 1$. Para isso foi utilizado como critério a alteração de um medidor, ou seja, alterar a barra de um ($k = 1$) medidor de forma aleatória, sendo encontrada a solução indicada na Tabela 7.

Tabela 7: Solução x' (Vetor-Medidores (Vet_{Med})).

Barra 1	Barra 2	Barra 3	Barra 4	Barra 5
1	0	0	1	1

- (b) Busca local: Aplique um método de busca local com x' como solução inicial; denote por x'' o ótimo local obtido por essa busca. Foi feita uma mudança de um medidor para outra barra, sendo encontrada a solução indicada na Tabela 8.

Tabela 8: Solução x'' (Vetor-Medidores (Vet_{Med})).

Barra 1	Barra 2	Barra 3	Barra 4	Barra 5
1	0	1	0	1

- (c) Mover ou não: Se o ótimo local x'' é melhor que a incumbente x , mova para lá ($x \leftarrow x''$) e continue a busca em N_1 ($k \leftarrow 1$); caso contrário faça $k \leftarrow k + 1$. Para isto é aplicada a equação (1) e calculado o Vetor-Redundância (Vet_{Red}) para as duas soluções e indicado na Tabela 9.

Tabela 9: Vetor-Redundância (Vet_{Red}).

Condição de falta	Vet_{Red} para x	Vet_{Red} para x''
Condição CC 1	1	1
Condição CC 2	3	2
Condição CC 3	1	1
Condição CC 4	2	1
Condição CC 5	3	2
Condição CC 6	0	1
Condição CC 7	1	1
Condição CC 8	2	2
Condição CC 9	2	2
Condição CC 10	0	1

$f(x'')$ é melhor que $f(x)$ porque, em Vet_{Red} para x aparece 2 zeros, ou seja, não estão sendo observados duas condições de curto-circuito. Já em Vet_{Red} para x'' não aparece nenhum zero, ou seja, todas as condições de curto-circuito estão sendo observadas. Conseqüentemente, $x = x''$ e o algoritmo volta para $k = 1$.

Poder-se-ia dar apresentado na Tabela 10:

Tabela 10: Vetor-Redundância (Vet_{Red}).

Condição de falta	Vet_{Red} para x	Vet_{Red} para x''
Condição CC 1	1	2
Condição CC 2	2	1
Condição CC 3	1	0
Condição CC 4	1	0
Condição CC 5	2	2
Condição CC 6	0	1
Condição CC 7	1	1
Condição CC 8	2	1
Condição CC 9	2	2
Condição CC 10	1	1

$f(x'')$ não é melhor que $f(x)$ porque, em Vet_{Red} para x aparece 2 zeros, e em Vet_{Red} para x'' aparece 2 vezes. A etapa (b) Busca Local continua

n_{max} (valor pré-determinado). Caso não se encontre uma solução melhor $k = k + 1$.

5 RESULTADOS

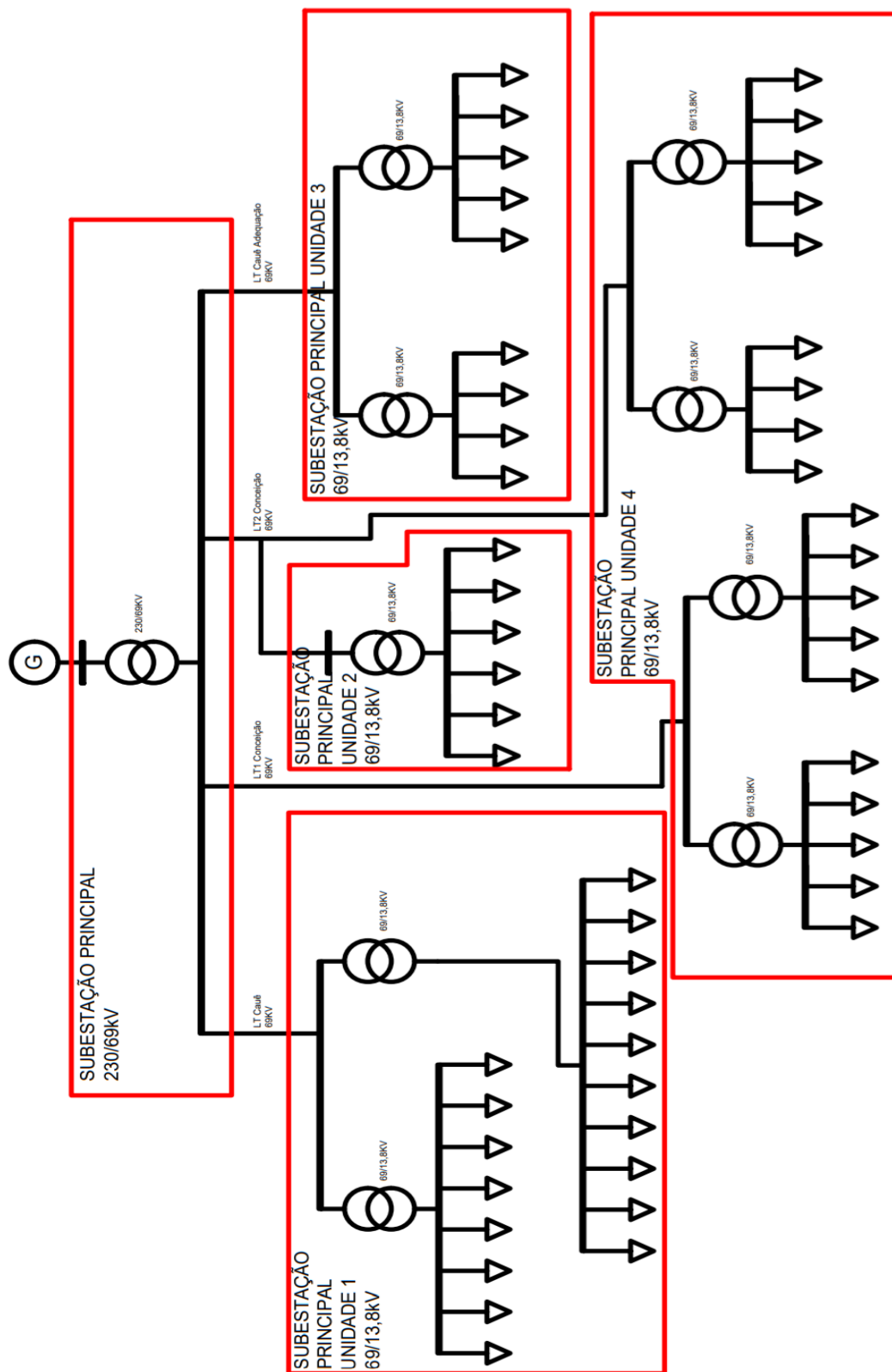
5.1 Sistema Elétrico Utilizado

O sistema elétrico utilizado para a aplicação do trabalho é a rede elétrica de uma empresa mineradora com um total de 83 subestações e Montante Contratado de Uso de Transmissão (MUST) de 117MW, e um consumo mensal médio de energia elétrica em torno de 60.000MWh/mês.

A empresa está conectada na rede básica de energia elétrica da concessionária, em uma tensão de 230kV. A entrada é através de uma subestação de 230kV / 69kV. A ela é conectada o SDEE, sendo que este está dividido em seis unidades. O SDEE é ilustrado na Figura 7 e possui diferentes níveis de tensão para alimentar as cargas industriais, sendo estas as seguintes:

- 69kV: Subestações principais das unidades;
- 13,8kV: Subestações Secundárias e Moinhos de bolas;
- 7,2kV: Escavadeiras;
- 4,16kV: Bombas de água e de polpa, Motores com grandes cargas, Centros de cargas de minas;
- 480V: Motores em geral da planta industrial, Centro de cargas de minas;
- 380V: Iluminação Industrial;

Figura 7: Diagrama Elétrico Resumido da Empresa.



Fonte: Do autor.

O SDEE da empresa possui um total de 2838 barras e 12228 componentes. Para este trabalho alguns elementos foram agrupados devido a elas possuir valores muito pequenos e não significarem impacto na análise.

Por outro lado, devido ao tamanho do sistema elétrico, não foi possível realizar a simulação do sistema completo, devido ao gasto de tempo computacional de simulação superando dias de teste sem obtenção de resultados. Por esse motivo foram construídos cenários detalhados a partir de cada unidade.

Todas as unidades que serão exploradas a seguir, são conectadas a subestação principal que faz fronteira com a concessionária citada anteriormente, ou seja, as 4 unidades têm como subestação principal própria, uma instalação com tensão de 69kV. São citadas também subestações críticas que, são as instalações que caso ocorra alguma condição de falta nas mesmas, impactam diretamente o processo de produção da empresa. Cada unidade está situada em uma localidade da cidade em que abriga a empresa.

- Cenário 1: Simulação com todas as subestações da Unidade 1;
- Cenário 2: Simulação com todas as subestações da Unidade 2;
- Cenário 3: Simulação com todas as subestações da Unidade 3;
- Cenário 4: Simulação com todas as subestações da Unidade 4;
- Cenário 5: Simulação com as subestações críticas da Unidade 1 da empresa;
- Cenário 6: Simulação com as subestações críticas da Unidade 4 da empresa;

Na Figura 7, ilustrou-se uma visão geral do sistema elétrico, na qual se observa cada uma das unidades de maneira mais simples. Os sistemas elétricos mais detalhados encontram-se nos subcapítulos seguintes, com alguns dos resultados obtidos durante a simulação.

Em todos os cenários foram simuladas todas as condições de falta em todos os trechos, um total de 10 condições de falta/trecho, todos os tipos de curto-circuito (Fase-Terra, Fase-Fase, Fase-Fase-Terra e, Trifásica ou Trifásica com Terra), e a impedância de defeito foi considerado entre 0-20 Ω , com uma variação de 1 Ω .

Quanto aos parâmetros do VNS foram adotados o critério de parada de 5000 iterações para cada estrutura de vizinhança e um total de 3 estruturas de vizinhança.

Na Tabela 11 são descritos os dados utilizados para realização da simulação das condições de curto-circuito para cada um dos cenários que foram descritos acima e, também os resultados obtidos através dessa simulação, o detalhamento dos dados utilizados em cada cenário se encontra no Anexo B deste trabalho.

Tabela 11: Dados Obtidos para os Cenários.

Cenários	1	2	3	4	5	6
Número de Barras a serem monitoradas	357	62	523	313	165	262
Número de Trechos	308	50	441	273	143	231
Número de Transformadores	48	11	83	39	22	30
Condições de Curto-circuito Simuladas	61600	10000	88200	64200	28400	46200
Número de condições de falta reduzidas	19	12	45	9	13	9
Número de barras reduzidas	19	14	44	9	11	9

Foram eliminadas as condições de curto-circuito e barras que possuíam valores iguais até chegar em uma matriz de observabilidade que possuía linhas e colunas únicas como resultado.

Para cada um dos cenários, foram simulados diversos testes, primeiramente testou-se o algoritmo VNS em condições livres, definindo o número inicial de medidores para Número de barras – 1, e obteve-se a solução 3 para o cenário 1 e, a solução 1 para os demais cenários. Foram definidos também número de medidores para cada cenário gerando outras soluções afim de analisar os resultados obtidos.

Na Tabela 12, são detalhadas as soluções geradas, em que cada solução designa onde os medidores deverão ser instalados e por fim, o número de faltas que não conseguiram ser monitoradas para cada solução obtida. É importante ressaltar que foram realizados testes em que os medidores não conseguiram

monitorar completamente o sistema, afim de analisar se o número de condições de curto-circuito não visualizados é elevado.

Tabela 12: Resultados Gerados pelo VNS para Diversos Cenários de Testes.

Cenário	Número da Solução	Quantidade de Medidores Encontrados	Barras onde serão instalados os medidores	Número de faltas não monitoradas
1	1	8	11, 18, 12, 14, 19, 15, 13, 16	0
	2	7	12, 7, 19, 8, 16, 14, 5	0
	3	6	14, 18, 19, 7, 12, 16	0
	4	5	15, 11, 17, 9, 8	5
2	1	7	8, 10, 12, 7, 13, 9, 11	0
	2	6	6, 5, 3, 8, 11, 14	1
	3	5	14, 9, 7, 3, 10	2
	4	4	13, 7, 10, 8	2
3	1	7	18, 39, 17, 13, 20, 41, 15	0
	2	6	38, 12, 18, 16, 19, 41	13
	3	5	12, 41, 38, 20, 15	22
4	1	6	3, 7, 8, 2, 5, 9	0
	2	5	1, 7, 6, 2, 4	1
	3	4	8, 7, 3, 4	2
5	1	5	4, 9, 6, 11, 1	0
6	1	6	3, 2, 9, 4, 7, 5	0

A Tabela 13 é uma continuação da Tabela 12, através das soluções obtidas foi detalhado os valores resultantes no Vetor-Redundância de cada uma, assim é possível observar em cada uma delas, quantas condições de curto-circuito foram monitoradas por 1 medidor, por 2 medidores e, por 3 ou mais medidores.

Tabela 13: Dados de Contagem do Vetor Redundância.

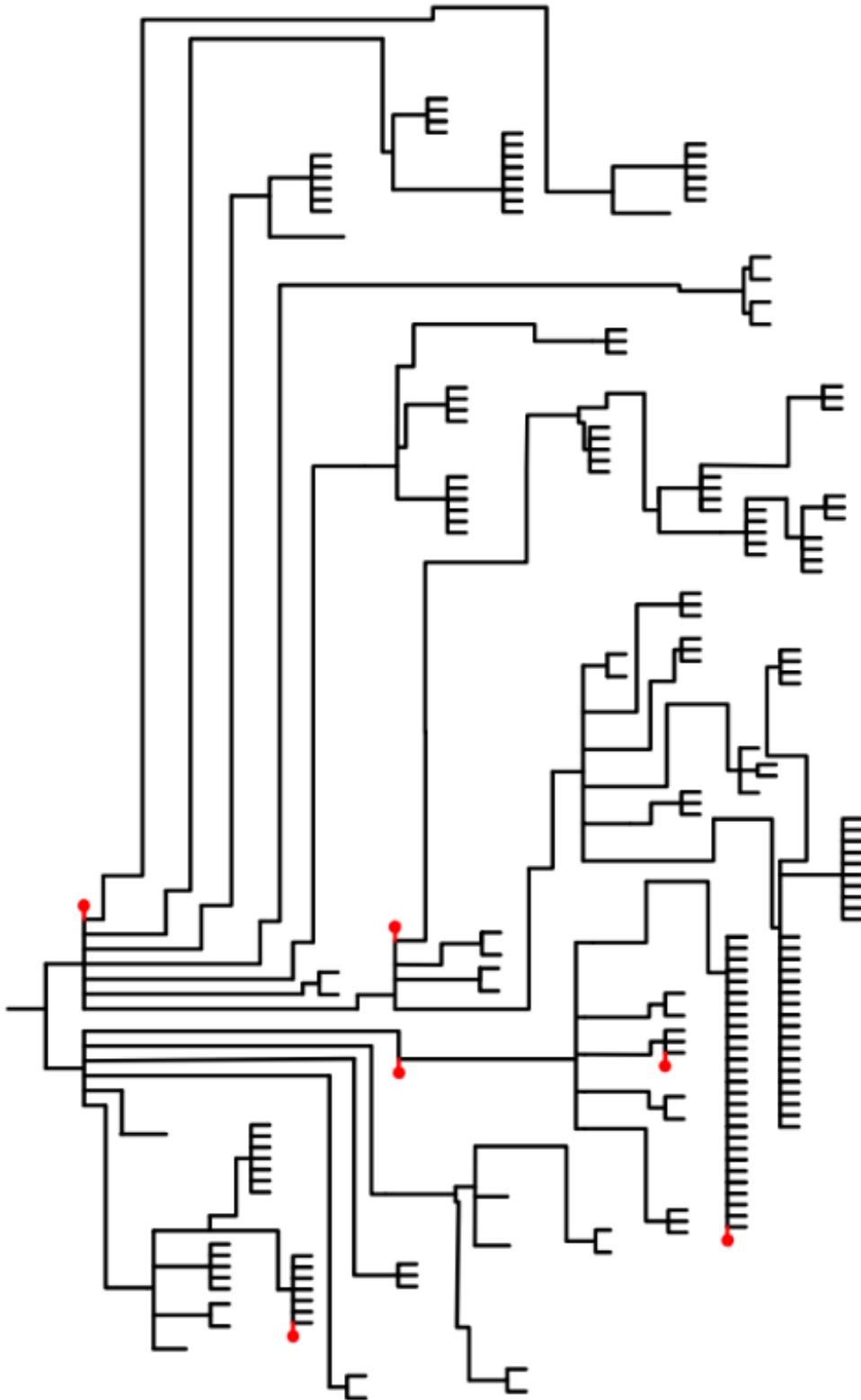
Cenário	Número da Solução	Número de condições de falta monitoradas por 1 MQEE	Número de condições de falta monitoradas por 2 MQEE	Número de condições de falta monitoradas por 3 ou mais MQEE
1	1	5	8	6
	2	12	1	6
	3	11	2	6
	4	6	1	7
2	1	4	1	7
	2	4	1	6
	3	3	1	6
	4	3	2	5
3	1	36	3	6
	2	23	3	6
	3	16	3	4
4	1	3	3	3
	2	4	1	3
	3	3	1	3
5	1	7	3	3
6	1	1	1	7

Nos subcapítulos seguintes, serão mostradas algumas das soluções obtidas aplicadas ao sistema elétrico, sendo possível realizar uma melhor visualização dos resultados.

5.2 Cenário 1

Na Figura 8 é possível observar a AMQEE representados no sistema elétrico para a solução 3 do Cenário 1, todas as condições de falta foram monitoradas. Pode-se observar que os medidores permaneceram bem espalhados pelo sistema.

Figura 8: Representação da AMQEE da Solução 3 para Unidade 1.

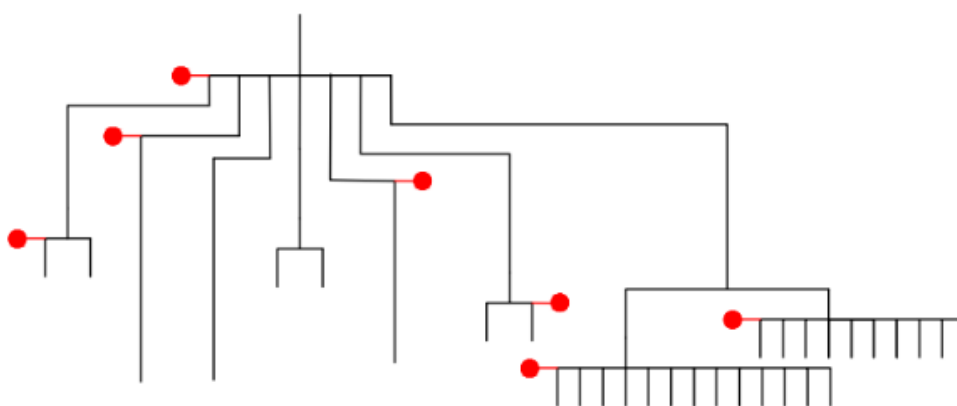


Fonte: Do Autor.

5.3 Cenário 2

Na Figura 9 é possível observar a AMQEE representados no sistema elétrico para a solução 1 do Cenário 2, todas as condições de falta foram monitoradas. Para esse sistema houveram 7 medidores alocados, ou seja, um número grande de medidores para o tamanho do sistema elétrico testado, comparando aos cenários.

Figura 9: Representação da AMQEE da Solução 1 para Unidade 2.



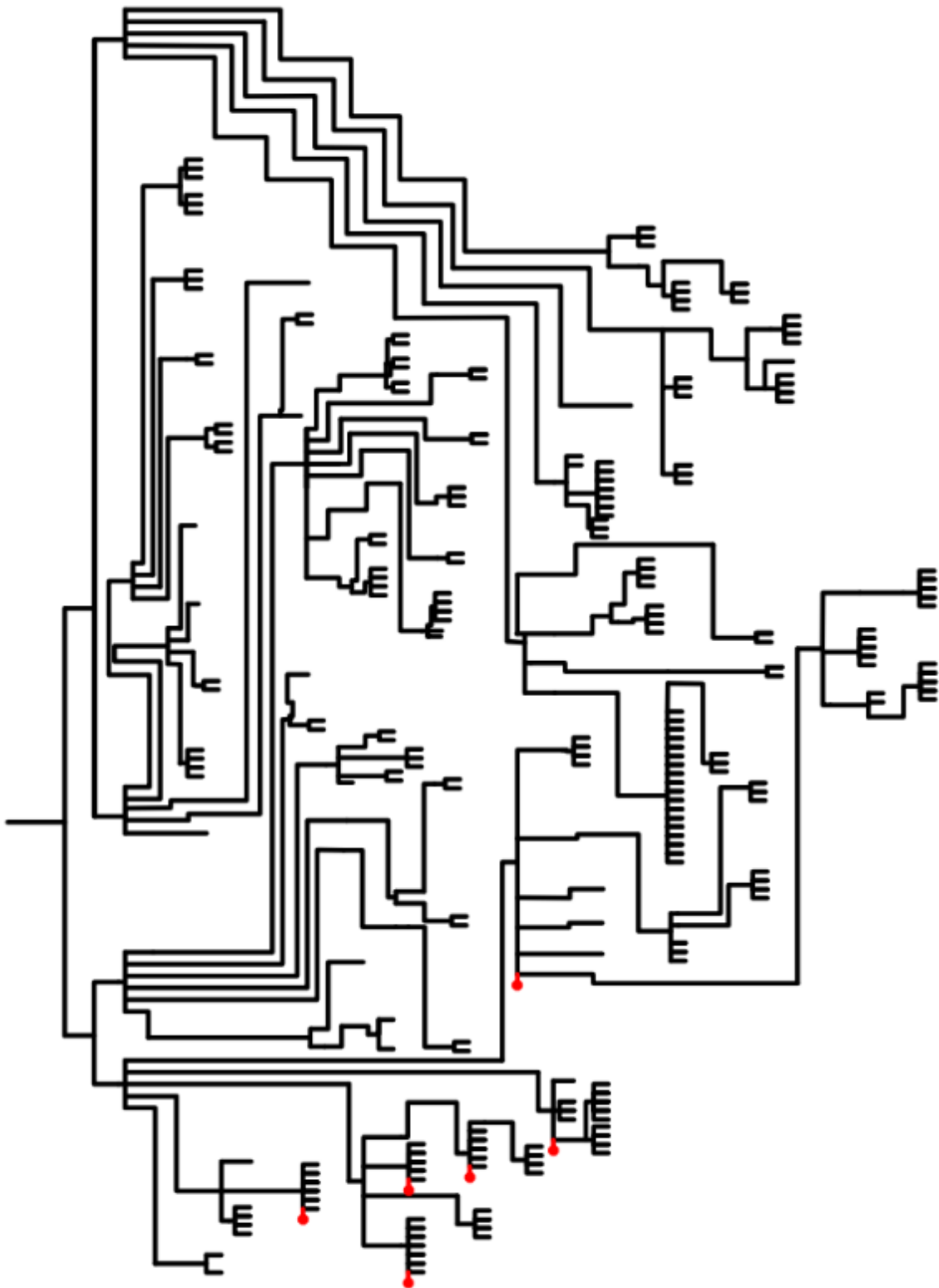
Fonte: Do autor.

5.4 Cenário 3

Na Figura 10 é possível observar a AMQEE representados no sistema elétrico para a solução 2 do Cenário 3. Representou-se uma solução em que há condições de falta não visualizadas e, através da alocação dos medidores é possível observar que eles ficaram somente em uma localidade do sistema elétrico, ocasionando nas condições não monitoradas.

Figura 10: Representação da Alocação dos MQEE para Solução 2 da Unidade

3.

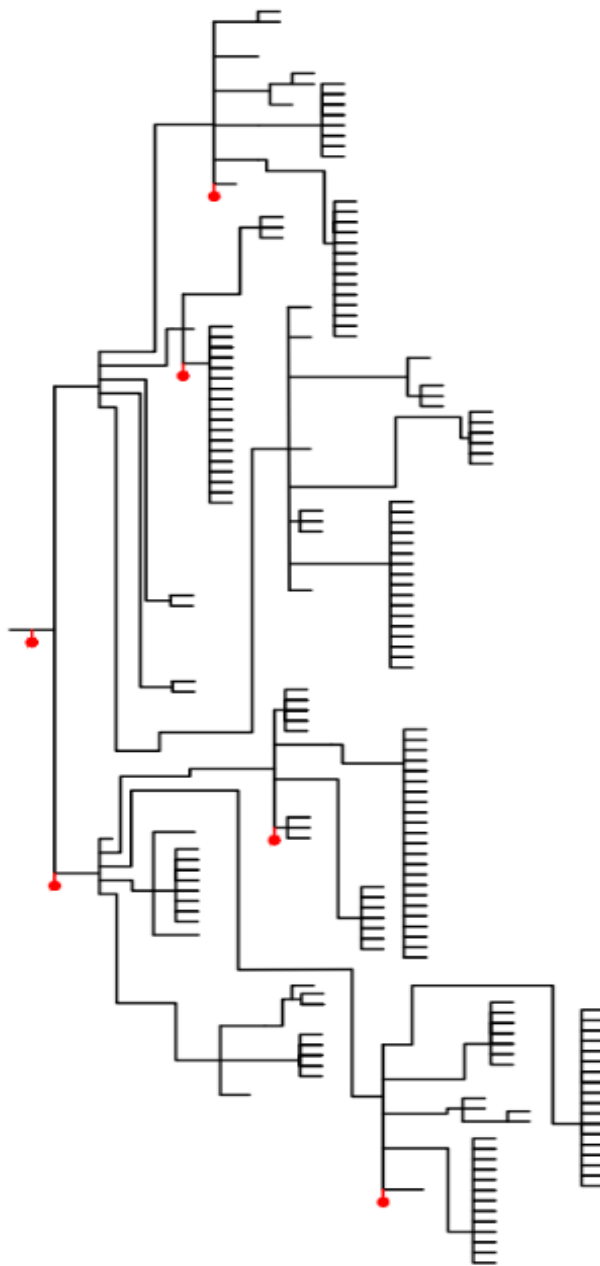


Fonte: Do autor.

5.5 Cenário 4

Na Figura 11 é possível observar a AMQEE representados no sistema elétrico para a solução 1 do Cenário 4, todas as condições de falta foram monitoradas. Pode-se observar que os medidores permaneceram bem espalhados pelo sistema.

Figura 11: Representação da Alocação dos MQEE para Unidade 4.

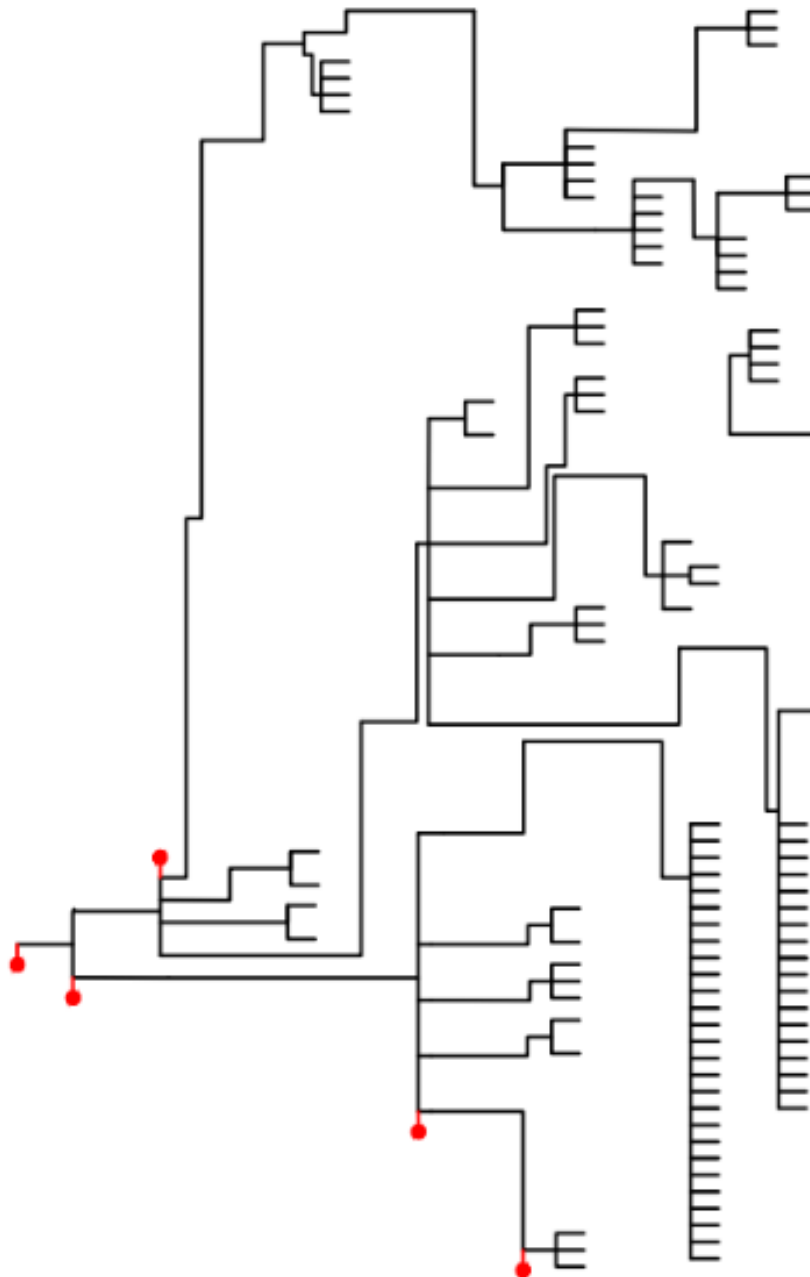


Fonte: Do autor.

5.6 Cenário 5

Para o Cenário 5, foi representada e calculada apenas uma solução, devido o monitoramento obrigatório de todos os pontos pois, somente subestações que afetam diretamente a produção da empresa.

Figura 12: Representação da Alocação dos MQEE para Unidade 1 (Subestações Críticas).

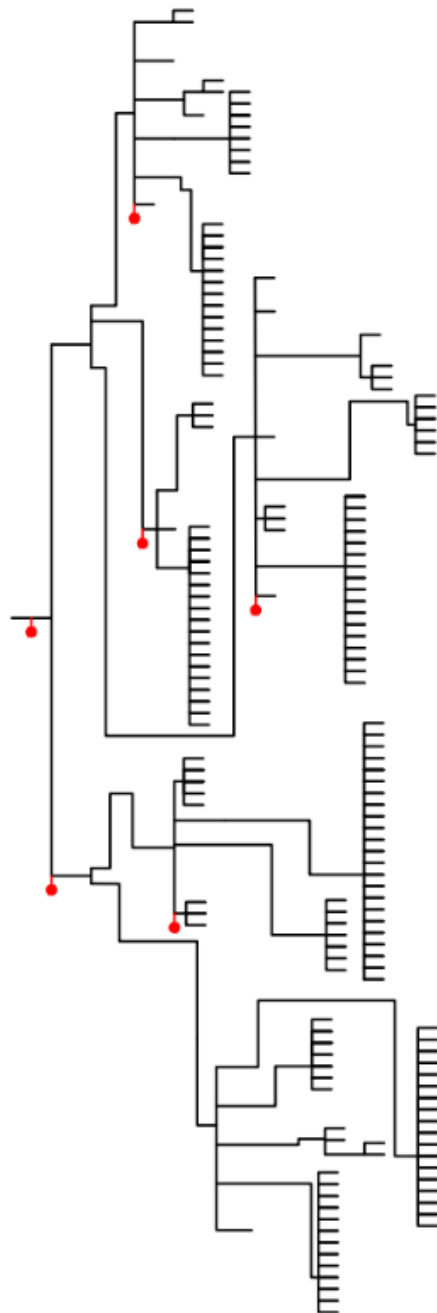


Fonte: Do Autor.

5.7 Cenário 06

No cenário 6 o foi representada e calculada apenas uma solução, devido o monitoramento obrigatório de todos os pontos pois, somente subestações que afetam diretamente a produção da empresa.

Figura 13: Representação da Alocação dos MQEE para Unidade 4 (Subestações Críticas).



Fonte: Do Autor.

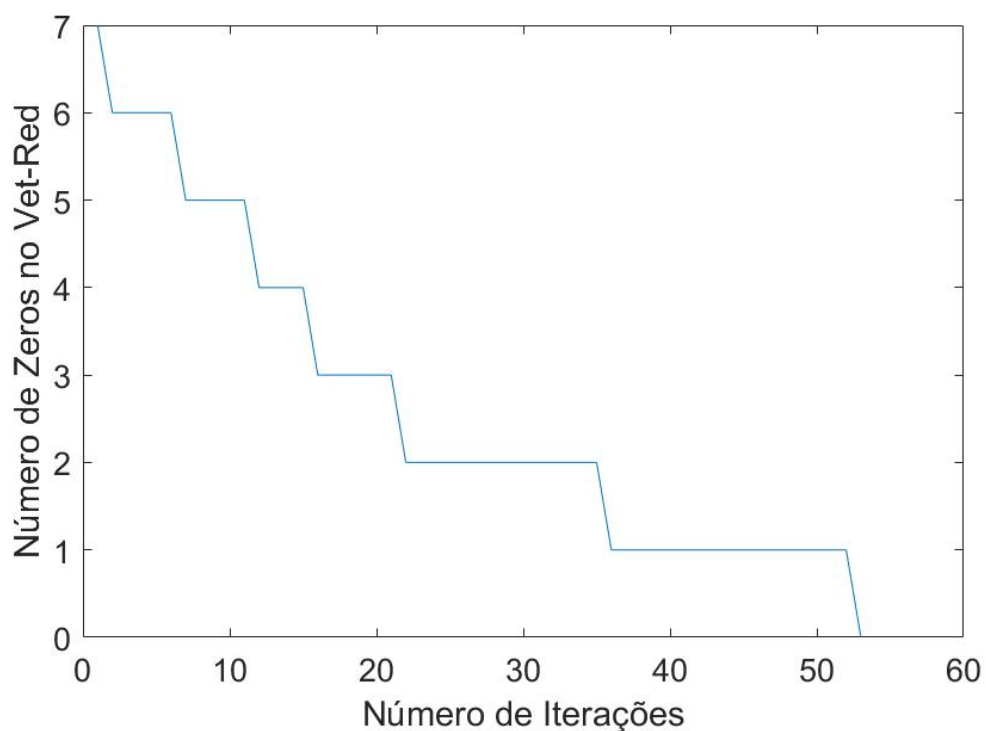
5.8 Desempenho da Técnica

Executou-se o cenário 1, selecionando o número 6 medidores, que é o menor número de equipamentos encontrado pela técnica. A tabela 14 é indicada o número de soluções visitadas pela técnica, até encontrar o Vetor-Redundância sem nenhum zero.

Tabela 14: Número de Visitas a Cada Melhora de Solução.

7 zeros	6 zeros	5 zeros	4 zeros	3 zeros	2 zeros	1 zero
2	5	5	4	6	7	17

Figura 14: Evolução da Função Objetivo.



6 CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi apresentada uma metodologia para alocação de Medidores de Qualidade de Energia Elétrica visando as Variações de Tensão de Curta Duração, para isso utilizou-se a técnica Busca em Vizinhança Variável.

Para avaliar a metodologia foi utilizada uma rede elétrica de uma empresa de mineração de grande porte.

A técnica aplicada, apresentou resultados aplicáveis para o problema de alocação de MQEE, pois foi capaz de cumprir o seu papel e conseguir realizar alocações em que foram observados por todos os MQEE.

É importante ressaltar que nos cenários 01 e 05, foi testada a Unidade 1 da empresa, porém com objetivos diferentes. Neste último cenário houve uma redução de 1 MQEE em comparação com o cenário 01, pois houve uma redução do número de barras a serem monitoradas. O mesmo ocorreu nos cenários 04 e 06.

A partir de um recurso voltado para este tipo de monitoramento é possível definir o número de medidores a serem instalados e a partir destes encontrar a melhor alocação observando o maior monitoramento de VTCDs.

6.1 Sugestões Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, poder ia-se analisar de forma mais criteriosa a rede elétrica, visto que existe uma quantidade elevada de condições de curto-circuito a ser reduzida, assim como um elevado número e barras que sofrem o mesmo impacto da VTCDs e este número é reduzido.

Também analisar outros parâmetros relacionados a Qualidade de Energia Elétrica visando a monitoração em conjunto com as VTCDs

Finalmente fazer um estudo do sistema de proteção da rede elétrica visando extrair informação deste sistema e complementar com a informação dos medidores de qualidade de energia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **PROCEDIMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL - PRODIST: MÓDULO 8 – QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA.** Brasil, 2017. 90 p.

CARVALHO, Ricardo J. O.; JANUÁRIO, Marconi; WERLICH, Rafael Eduardo. **AVALIAÇÃO DE AFUNDAMENTOS DE TENSÃO DECORRENTES DE CURTO-CIRCUITO EM SISTEMAS ELÉTRICOS.** In: Seminário Brasileiro sobre Qualidade da Energia Elétrica, 2003, Aracaju. SBQEE, 2003.

FIRMO, Thiago Martins. **ALOCAÇÃO ÓTIMA DE MEDIDORES VISANDO À ESTIMAÇÃO DE ESTADO EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO.** 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2016.

FREITAS, Adriano Felício de. **ALOCAÇÃO ÓTIMA DE PMUS EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA.** 2016. 215 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

FREITAS, Paulo Cesar Ferreira. **LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO OTIMIZAÇÃO POR NUVENS DE PARTÍCULAS E BUSCA EM VIZINHANÇA VARIÁVEL.** 2017. 95 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2017.

GLOVER, J. Duncan; SARMA, Mulukutla S. **SISTEMAS DE POTÊNCIA – ANÁLISIS Y DISEÑO.** 3. Ed. Spanish: 2003. 647p.

JUNQUEIRA, Caio Marco dos Santos. **UM ALGORITMO PARA ALOCAÇÃO ÓTIMA DE DETECTORES DE AFUNDAMENTOS DE TENSÃO**. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

KEMPNER, Thais Reggina. **A ROBUSTEZ DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO E A ALOCAÇÃO DE MEDIDORES DE QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA FRENTE AOS AFUNDAMENTOS DE TENSÃO**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MARTINS, Paulo Estevão Teixeira. **ALOCAÇÃO OTIMIZADA DE MEDIDORES EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO VISANDO À REDUÇÃO DA MÚLTIPLA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS**. 2019. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

MARTINS, Paulo Estevão Teixeira. **UM MODELO MULTIOBJETIVO PARA O PROBLEMA DE ALOCAÇÃO ÓTIMA DE MEDIDORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA VISANDO A DETECÇÃO DE VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO NA PRESENÇA DE SIMETRIAS**. 2017. 168 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2017.

MELO, Miguel Otávio Barreto Campelo de. **AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL: PROPOSTA DE METODOLOGIA**. 2008. 11 f. Artigo (Pós-graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

MENEZES, Tiago Vilela. **ESTRATÉGIA PARA ANÁLISE DE AFUNDAMENTO DE TENSÃO NO PLANEJAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

MLADENOVIC, N. **A VARIABLE NEIGHBORHOOD ALGORITHM: A NEW METAHEURISTIC FOR COMBINATORIAL OPTIMIZATION**. Abstracts of Papers Presented at Optimization Days, p. 112, 1995.

MLADENOVIC, N.; HANSEN, P. **VARIABLE NEIGHBORHOOD SEARCH**. Computers and Operations Research, Oxford, v.11, n. 24, p. 1097-1100, 1997.

OLIVEIRA, Ana Eliza Araújo. **ALOCAÇÃO DE MEDIDORES DE CORRENTE VISANDO MELHORAR FLUXO DE POTÊNCIA PROBABILÍSTICO EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**. 2019. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2019.

POSSAGNOLO, Leonardo Henrique Faria Macedo. **RECONFIGURAÇÃO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO OPERANDO EM VÁRIOS NÍVEIS DE DEMANDA ATRAVÉS DE UMA META-HEURÍSTICA DE BUSCA EM VIZINHANÇA VARIÁVEL**. 2015. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.

REIS, J. V. A. dos. **META-HEURÍSTICA BASEADA EM BUSCA EM VIZINHANÇA VARIÁVEL APLICADAS A PROBLEMAS DE OPERAÇÃO DE TRANSPORTES**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Novembro, 2013.

SANTOS, Débora Costa Soares dos. **ALOCAÇÃO DE MONITORES DE QUALIDADE DE ENERGIA E UNIDADES DE MEDIÇÃO FASORIAL USANDO**

PROGRAMAÇÃO DINÂMICA APROXIMADA. 2012. 108 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, Gustavo Gonçalves dos. **UMA CONTRIBUIÇÃO À ESTRATÉGIA PARA ALOCAÇÃO DE MEDIDORES E ESTIMAÇÃO DAS DISTORÇÕES HARMÔNICAS.** 2018. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

STEVENSON, W. D. **ELEMENTOS DE ANÁLISE DE SISTEMAS DE POTÊNCIA.** 2. Ed. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 1986. 458p.

ZVIETCOVICH, Wilington Guerra. **ESTIMADOR DE VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA UTILIZANDO ESTRATÉGIAS EVOLUTIVAS.** 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

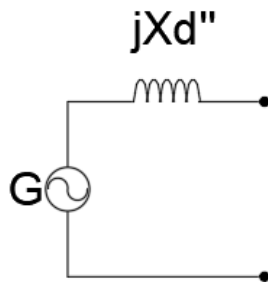
ZVIETCOVICH, Wilington Guerra; KAGAN, Nelson. **ALOCAÇÃO ÓTIMA DE MEDIDORES DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA VISANDO MONITORAMENTO DE VTCDs FRENTE ÀS CONDIÇÕES DE SIMETRIA UTILIZANDO ESTRATÉGIAS EVOLUTIVAS.** In: Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, 2011, Cuiába. CBQEE 2011, 2011.

ANEXO A – MODELO DOS COMPONENTES DO SISTEMA ELÉTRICO

O primeiro passo para o início do estudo de curto-circuito foi determinar o modelo dos componentes elétricos do sistema tais como gerador, transformador, barras, linhas, entre outros.

- Gerador síncrono: Segundo Benedito (2018), para estudos de análise transitória costuma-se representar a impedância do gerador através de sua reatância subtransitória (jX_d'' e jX_q''). Em estudos de curto-circuito utiliza-se a reatância sub-transitória de eixo direto (jX_d''). O gerador é representado na Figura 15 por uma fonte (G), que representa a tensão gerada na armadura em série com a reatância subtransitória:

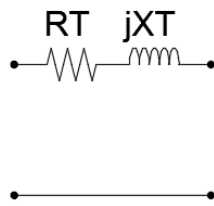
Figura 15: Modelo Gerador Síncrono.



Fonte: Do autor.

- Transformador: Segundo Rossi (2019), o transformador é representado por uma resistência (R_T) em série com a reatância indutiva (jX_T), parâmetros que são determinados através do ensaio de curto-circuito. Na Figura 16 pode-se observar a representação:

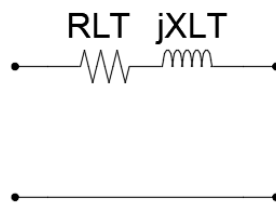
Figura 16: Modelo Transformador.



Fonte: Do autor.

- Linhas: De acordo com Stevenson (1986), as linhas com uma distância de até 80 km são consideradas curtas, e são representadas por uma resistência (RLT) em série com uma reatância indutiva (jXLT) como pode ser observado na Figura 17.

Figura 17: Modelo Linhas de Distribuição.



Fonte: Do autor.

ANEXO B – ESTUDO DE CURTO-CIRCUITO

Para determinação das correntes e conhecer o comportamento do sistema elétrico durante uma falta, é necessária a realização de um estudo denominado Estudo de Curto-circuito. No momento da ocorrência de um curto-circuito ocorre uma redução abrupta de impedância no sistema, que é responsável por gerar essas correntes de magnitudes elevadas.

Com a determinação da corrente de curto-circuito é possível dimensionar as linhas de transmissão devido a temperatura da falta, dimensionar disjuntores, transformadores de corrente (TC), realizar coordenação de relés, entre outros.

Quando ocorre uma falta num SEP, a corrente que circula é determinada pelas forças eletromotrizes internas das máquinas elétricas girantes do sistema, por suas impedâncias e pelas impedâncias existentes no sistema entre as máquinas e a falta. (STEVENSON, 1986). Um gerador elétrico continuará fornecer tensão para o circuito quando ocorre uma falta no mesmo, pois a turbina continuará a movimentá-lo, essa tensão, relacionada com as impedâncias de falta gerarão a corrente de curto-circuito. Nos motores elétricos, a falta causa uma queda de tensão muito alta no sistema elétrico, fazendo assim com que os mesmos parem de oferecer energia mecânica a carga, porém, devido a inércia da carga o motor permanecerá em rotação por um tempo determinado, gerando assim uma tensão para o sistema que relacionada com as impedâncias de falta, gerará a corrente de curto-circuito.

B-1 Componentes Simétricas

Para realizar os estudos com sistemas trifásicos desequilibrados uma das opções é decompô-lo em três sistemas equilibrados, formando assim as componentes de sequência positiva, negativa e zero, método que será utilizado neste trabalho. As componentes de sequência positiva possuem os três fasores equilibrados com mesmo módulo e defasados de 120° , a sequência de fase é igual a original. As componentes de sequência negativa também possuem os três fasores equilibrados com mesmo módulos e defasados de 120° , porém com

sequência de fase inversa a original. As componentes de sequência zero possuem os três fasores de mesmo módulo e mesmo ângulos de fase, ou seja, a defasagem entre fasores igual a zero.

$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0} \quad (4)$$

$$V_b = V_{b1} + V_{b2} + V_{b0} \quad (5)$$

$$V_c = V_{c1} + V_{c2} + V_{c0} \quad (6)$$

$$I_a = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0} \quad (7)$$

$$I_b = I_{b1} + I_{b2} + I_{b0} \quad (8)$$

$$I_c = I_{c1} + I_{c2} + I_{c0} \quad (9)$$

Onde: V_a , V_b e V_c = Tensão nas fases A, B e C, respectivamente;

V_{a1} , V_{b1} e V_{c1} = Componentes de tensão de sequência positiva das fases A, B e C, respectivamente;

V_{a2} , V_{b2} e V_{c2} = Componentes de tensão de sequência negativa das fases A, B e C, respectivamente;

V_{a0} , V_{b0} e V_{c0} = Componentes de tensão de sequência zero das fases A, B e C, respectivamente;

I_a , I_b e I_c = Corrente nas fases A, B e C, respectivamente;

I_{a1} , I_{b1} e I_{c1} = Componentes de corrente de sequência positiva das fases A, B e C, respectivamente;

I_{a2} , I_{b2} e I_{c2} = Componentes de corrente de sequência negativa das fases A, B e C, respectivamente;

I_{a0} , I_{b0} e I_{c0} = Componentes de tensão de sequência zero das fases A, B e C, respectivamente.

Para facilitar o cálculo e representação dos fasores é utilizado um vetor (Q) que realiza o defasamento de 120° entre as fases,

$$Q = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Onde:

$$a = 1/_{120^\circ};$$

$$a^2 = a 1/_{240^\circ}.$$

Assim, pode-se rearranjar as equações acima da seguinte maneira:

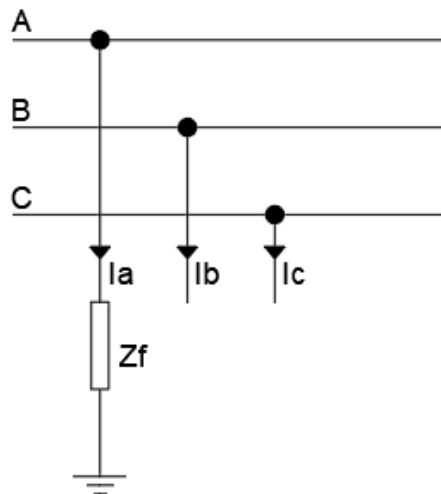
$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = Q \begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} = Q \begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} \quad (12)$$

B-2 Curto-Circuito Monofásico AT

Ocorre quando há um curto-circuito de alguma das fases para a terra, o sistema está desequilibrado e devem ser consideradas as matrizes de impedância para as sequências positiva, negativa e zero.

Figura 18: Representação Curto-Circuito AT.



Fonte: Do autor.

A partir da Figura 18, é possível chegar aos seguintes dados:

$$I_b = I_c = 0 \quad (13)$$

$$V_a = Z_f I_a \quad (14)$$

Com os valores acima, pode-se calcular as componentes simétricas por:

$$\begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Com o resultado da Equação 15, todas as componentes são iguais, então é possível escrever:

$$\begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ V_{f0} \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z_0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_1 & 0 \\ 0 & 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{a1} \\ I_{a1} \\ I_{a1} \end{bmatrix} \quad (16)$$

Obtém-se então as seguintes componentes simétricas:

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0} = \frac{V_{f0}}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + Z_f} \quad (17)$$

$$V_{a1} = V_{f0} - Z_1 I_{a1} \quad (18)$$

$$V_{a2} = -Z_2 I_{a2} \quad (19)$$

$$V_{a0} = -Z_0 I_{a0} \quad (20)$$

Onde:

Z_1 , Z_2 e Z_0 = Matrizes de impedância de sequência positiva, negativa e zero;

V_{f0} = Tensão pré-falta na barra;

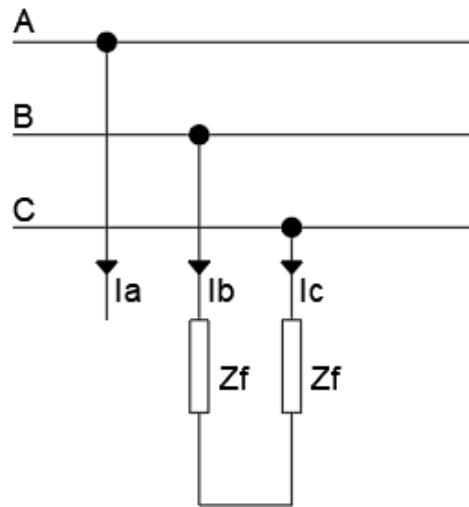
Z_f = Impedância de falta.

Assim, para calcular os valores de tensão e corrente de falta aplica-se as equações (11) e (12), respectivamente.

B-3 Curto-Circuito Bifásico BC

Ocorre quando há um curto-circuito entre duas fases distintas, o sistema está desequilibrado e tem-se os seguintes dados:

Figura 19: Representação Curto-Circuito BC.



Fonte: Do autor.

A partir da Figura 19, é possível chegar aos seguintes dados:

$$I_a = 0 \quad (21)$$

$$I_b = -I_c \quad (22)$$

$$V_b - V_c = Z_f(I_b - I_c) \quad (23)$$

Com os valores acima, pode-se calcular as componentes simétricas por:

$$\begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ I_b \\ -I_b \end{bmatrix} \quad (24)$$

Com o resultado da Equação 24, todas as componentes são iguais, então é possível escrever:

$$\begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ V_{f0} \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z_0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_1 & 0 \\ 0 & 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ I_{a1} \\ -I_{a1} \end{bmatrix} \quad (25)$$

Obtém-se então as seguintes componentes simétricas:

$$I_{a1} = \frac{V_{f0}}{Z_1 + Z_2 + 2Z_f} = -I_{a2} \quad (26)$$

$$I_{a0} = 0 \quad (27)$$

$$V_{a1} = V_{f0} - Z_1 I_{a1} \quad (28)$$

$$V_{a2} = -Z_2 I_{a2} \quad (29)$$

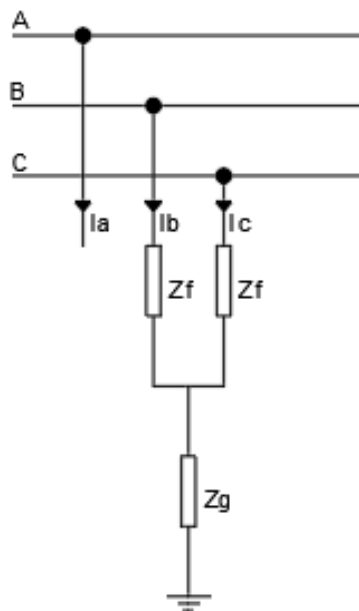
$$V_{a0} = 0 \quad (30)$$

Assim, para calcular os valores de tensão e corrente de falta aplica-se (11) e (12), respectivamente.

B-4 Curto-Circuito Bifásico BCT

Ocorre quando há um curto-circuito entre duas fases e terra, e tem-se as seguintes condições do sistema:

Figura 20: Representação Curto-Circuito BCT.



Fonte: Do autor.

A partir da Figura 20, é possível chegar aos seguintes dados:

$$I_a = 0 \quad (31)$$

$$I_b + I_c = 3I_{a0} \quad (32)$$

$$V_a = 0 \quad (33)$$

$$V_b = Z_f I_b + Z_g (I_b + I_c) \quad (34)$$

$$V_c = Z_f I_c + Z_g (I_b + I_c) \quad (35)$$

$$V_b - V_c = Z_f I_b - Z_f I_c \quad (36)$$

Com os valores acima, pode-se calcular as componentes simétricas por:

$$\begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} \quad (37)$$

Obtém-se então as seguintes componentes simétricas:

$$I_{a1} = \frac{V_{f0}}{Z_1 + Z_f + \frac{(Z_2 + Z_f)(Z_0 + Z_f + 3Z_g)}{(Z_2 + Z_f) + (Z_0 + Z_f + 3Z_g)}} \quad (38)$$

$$I_{a2} = -I_{a1} \frac{Z_0 + Z_f + 3Z_g}{Z_2 + Z_0 + 2Z_f + 3Z_g} \quad (39)$$

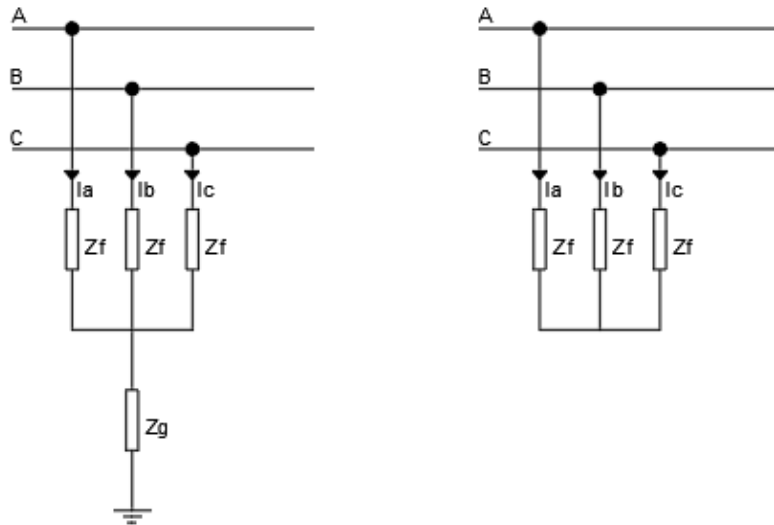
$$I_{a0} = -I_{a1} \frac{Z_2 + Z_f}{Z_2 + Z_0 + 2Z_f + 3Z_g} \quad (40)$$

$$V_{a1} = V_{a2} = V_{a0} = V_{f0} - I_{a1} Z_1 \quad (41)$$

B-5 Curto-Circuito Trifásico ABC ou ABCT

Ocorre quando há um curto-circuito entre as três fases ou entre as três fases e a terra, o sistema é equilibrado.

Figura 21: a) Representação Curto-Circuito ABCT. b) ABC.



Fonte: Do autor.

A partir da Figura 21, é possível chegar aos seguintes dados:

$$V_a = V_b = V_c = I_f Z_f \quad (42)$$

$$I_f = \frac{V_{f0}}{Z_f + Z} \quad (43)$$

ANEXO C – DADOS DOS SISTEMAS ELÉTRICOS UTILIZADOS

Para todos as unidades, as barras tipo 2 são SWING, e as barras tipo 0 PQ.

As conexões dos transformadores são:

- Delta no primário;
- Estrela-Aterrado no secundário.

Dados do Gerador:

- Barra 1;
- $X_1, X_2 = 0,005$ pu;
- $X_0 = 0,000626$ pu.

C-1 Unidade 1

Tabela 15: Trechos da Unidade 1.

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
1	2	6,14E-08	2,72E-07	10139	10169	0,000646	0,000481
3	10	1,18E-07	2,59E-07	10169	10170	0,002678	0,000447
10	100	8,86E-05	0,000122	10169	10171	0,002678	0,000447
1000	10000	0,001765	0,000511	10169	10172	0,002678	0,000447
10000	10001	0,000105	2,54E-05	10169	10173	0,002678	0,000447
10002	10003	0,008774	0,008522	10137	10174	0,000108	4,59E-05
10000	10004	0,000105	2,54E-05	10175	10176	0,002196	0,00213
10005	10006	0,017548	0,017043	10175	10177	0,002196	0,00213
10006	10007	0,002196	0,00213	10175	10178	0,002196	0,00213
10007	10008	0,021957	0,021304	10137	10179	0,000117	4,97E-05
10008	10009	0,032557	0,006978	10180	10181	0,002196	0,00213
10008	10010	0,032557	0,006978	10180	10182	0,002196	0,00213
10000	10011	5,15E-05	3,54E-05	10182	10348	0,002196	0,00213
10012	10013	0,001243	0,001034	10180	10183	0,002196	0,00213
10013	10014	0,004285	0,000716	10137	10184	0,000126	4,97E-05
10013	10015	0,002678	0,000447	10185	10186	0,002196	0,00213
10013	10016	0,004285	0,000716	10185	10187	0,002196	0,00213
10013	10017	0,004285	0,000716	10185	10188	0,002196	0,00213
10013	10018	0,002678	0,000447	10137	10189	0,000135	5,74E-05
10000	10019	5,39E-05	2,30E-05	10190	10191	0,002196	0,00213
10020	10021	0,001243	0,001034	10190	10192	0,002196	0,00213
10021	10022	0,000573	0,00064	10190	10193	0,002196	0,00213
10022	10023	0,030532	0,005101	10137	10194	0,001457	0,000351
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
10022	10024	0,030891	0,00678	10195	10196	0,00841	0,008167
10022	10025	0,030891	0,00678	10137	10197	0,000153	6,50E-05
10022	10026	0,01712	0,004887	10198	10199	0,017521	0,017014
10022	10027	0,006963	0,001163	10134	10200	0,000493	0,000154
10022	10028	0,021426	0,003579	10201	10202	0,016996	0,012783
10022	10029	0,003214	0,000537	10134	10203	0,000493	0,000154
10021	10030	0,000573	0,00064	10204	10205	0,010722	0,012522
10030	10031	0,006428	0,001074	10205	10206	0,007148	0,008348
10030	10032	0,006428	0,001074	10205	10207	0,007148	0,008348
10030	10033	0,007499	0,001253	10134	10208	9,85E-05	0,000121
10030	10034	0,007231	0,001208	10208	10209	4,87E-05	8,93E-06
10030	10035	0,003214	0,000537	10210	10211	0,002196	0,00213
10030	10036	0,003214	0,000537	10210	10212	0,002196	0,00213
10030	10037	0,003214	0,000537	10210	10213	0,002196	0,00213
1000	10038	4,04E-05	3,94E-05	10210	10214	0,002196	0,00213
10038	10039	0,000363	0,000475	10210	10215	0,006522	0,026348
10039	10040	0,000195	3,57E-05	10208	10216	0,000155	0,00019
10041	10042	0,003574	0,004174	10216	10217	0,000113	5,80E-05
1000	10043	4,04E-05	3,94E-05	10218	10219	0,000143	0,00016
10043	10044	0,002328	0,001943	10219	10220	0,000115	0,000128
10045	10046	0,013161	0,012783	10220	10221	0,01782	0,003801
10045	10047	0,013161	0,012783	10220	10222	0,019712	0,004205
1000	10048	4,04E-05	3,94E-05	10220	10223	0,039424	0,00841
10048	10049	0,001928	0,001586	10220	10224	0,043208	0,009217
10050	10051	0,008613	0,004348	10220	10225	0,045732	0,009755
10051	10052	0,032161	0,002522	10220	10226	0,008867	0,003459
10051	10053	0,032161	0,002522	10226	10227	0,001607	0,000268
10051	10054	0,007504	0,002261	10226	10228	0,001607	0,000268
10054	10055	1,434278	0,11247	10226	10229	0,001607	0,000268
1000	10056	4,04E-05	3,94E-05	10226	10230	0,001607	0,000268
10056	10057	0,000142	0,000142	10226	10231	0,001879	0,000723
10057	10058	0,000103	7,07E-05	10232	10233	0,022661	0,017043
10058	10059	0,000105	2,54E-05	10233	10234	0,028313	0,017217
10059	10060	1,94E-05	1,09E-05	10233	10235	0,007504	0,002261
10061	10062	0,410809	0,066348	10233	10236	0,007504	0,002261
10062	10063	1,305643	0,102383	10216	10237	5,19E-05	1,62E-05
10058	10064	0,000313	0,000488	10238	10239	0,000143	0,00016
10064	10065	5,19E-05	1,62E-05	10239	10240	0,030435	0,006492
10066	10067	0,12007	0,036174	10239	10241	0,029174	0,006223
10067	10068	0,704243	0,113739	10239	10242	0,033116	0,007064
10057	10069	0,000648	0,000709	10239	10243	0,035481	0,007569
10069	10070	0,000105	2,54E-05	10239	10244	0,013846	0,005326
10071	10072	0,000114	5,78E-05	10244	10245	0,001339	0,000224
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
10069	10073	0,000105	2,54E-05	10244	10246	0,001339	0,000224
10074	10075	0,008613	0,004348	10244	10247	0,000772	0,000186
10069	10076	0,000575	0,000245	10248	10249	0,011209	0,014609
10076	10077	3,89E-05	1,22E-05	1001	10250	2,69E-05	2,63E-05
10078	10079	0,021935	0,021304	10250	10251	0,012371	0,019318
10076	10080	3,89E-05	1,22E-05	10252	10253	0,000536	8,95E-05
10081	10082	0,007504	0,022609	10252	10254	0,000536	8,95E-05
1000	10083	2,07E-05	2,54E-05	1001	10255	3,11E-05	3,81E-05
10083	10084	0,000302	0,000922	10255	10256	0,001305	0,002038
10084	10085	7,77E-06	9,52E-06	10256	10257	0,002194	0,003426
10085	10086	0,000108	4,59E-05	10257	10258	0,003024	0,004908
10087	10088	0,008774	0,008522	10258	10259	5,19E-05	1,62E-05
10087	10089	0,008774	0,008522	10260	10261	0,000136	8,49E-05
10087	10090	0,008774	0,008522	10261	10262	0,001931	0,000424
10085	10091	8,99E-05	3,83E-05	10261	10263	0,001427	0,000407
10092	10093	0,008774	0,008522	10261	10264	0,001427	0,000407
10092	10094	0,008774	0,008522	10261	10265	0,001427	0,000407
10085	10095	8,09E-05	3,44E-05	10261	10266	0,001427	0,000407
10096	10097	0,008774	0,008522	10256	10267	9,81E-05	8,15E-05
10096	10098	0,008774	0,008522	10267	10268	2,59E-05	8,11E-06
10096	10099	0,008774	0,008522	10269	10270	0,004387	0,004261
10085	10100	7,19E-05	3,06E-05	10270	10271	0,016304	0,006587
10101	10102	0,008774	0,008522	10270	10272	0,016304	0,006587
10101	10103	0,008774	0,008522	10267	10273	4,87E-05	8,93E-06
10085	10104	5,18E-05	6,35E-05	10274	10275	0,014991	0,007522
10105	10106	0,000687	0,000687	10275	10276	0,014878	0,007565
10106	10107	0,002118	0,000242	10275	10277	0,014878	0,007565
10106	10108	0,001694	0,000194	10256	10278	0,001082	0,000883
10106	10109	0,001694	0,000194	10278	10279	0,000153	6,50E-05
10106	10110	0,001694	0,000194	10280	10281	0,000214	0,00011
10106	10111	0,001694	0,000194	10281	10282	8,56E-05	0,000246
10106	10112	0,001694	0,000194	10281	10283	8,56E-05	0,000246
10106	10113	0,002118	0,000242	10281	10284	8,56E-05	0,000246
10106	10114	0,001694	0,000194	1001	10285	3,11E-05	3,81E-05
10106	10115	0,001271	0,000145	10285	10286	0,002026	0,002448
10106	10116	0,001271	0,000145	10286	10287	8,77E-05	2,11E-05
10106	10117	0,001271	0,000145	10288	10289	0,000172	0,000192
10106	10118	0,001271	0,000145	10289	10290	0,000965	0,000212
10106	10119	0,009319	0,001066	10289	10291	0,000965	0,000212
10106	10120	0,004236	0,000485	10286	10292	8,77E-05	2,11E-05
10106	10121	0,00268	0,000456	10293	10294	0,012939	0,014452
10106	10122	0,000427	0,000121	10294	10295	0,004387	0,004261
10106	10123	0,000427	0,000121	10294	10296	0,004387	0,004261
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
10106	10124	0,000427	0,000121	1001	10297	4,04E-05	3,94E-05
10106	10125	0,000214	0,000112	10297	10298	0,000328	0,000487
10106	10126	0,000214	0,000112	10298	10299	9,74E-05	1,79E-05
10106	10127	0,00402	0,000684	10300	10301	0,003539	0,002152
10106	10128	0,008048	0,000921	10301	10302	0,58687	0,094783
10106	10129	0,004824	0,000821	10298	10303	9,74E-05	1,79E-05
10106	10130	0,005083	0,000582	10304	10305	0,000285	0,000147
10106	10131	0,006432	0,001095	10305	10306	0,004285	0,000716
10106	10132	0,008472	0,000969	10305	10307	0,006778	0,000776
10106	10133	0,003752	0,000639	10305	10308	0,004285	0,000716
1001	10134	2,07E-05	2,54E-05	10305	10309	0,006778	0,000776
10134	10135	2,07E-05	2,54E-05	10305	10310	0,004285	0,000716
10135	10136	0,000302	0,000922	10305	10311	0,004285	0,000716
10136	10137	1,30E-05	1,59E-05	1001	10312	3,11E-05	3,81E-05
10137	10138	1,55E-05	1,90E-05	10312	10313	1,80E-05	7,65E-06
10349	10139	0,000687	0,000786	10313	10314	9,74E-05	1,79E-05
10139	10140	0,003812	0,000436	10315	10316	6,41E-06	6,35E-07
10139	10141	0,003812	0,000436	10316	10317	0,000257	0,000314
10139	10142	0,001282	0,000364	10317	10318	0,016069	0,002948
10139	10143	0,001282	0,000364	10317	10319	0,008302	0,001523
10139	10144	0,003812	0,000436	10317	10320	0,021426	0,003931
10139	10145	0,003812	0,000436	10317	10321	0,01232	0,00226
10139	10146	0,003812	0,000436	10317	10322	0,006428	0,001179
10139	10147	0,003812	0,000436	10317	10323	0,01232	0,00226
10139	10148	0,003812	0,000436	10317	10324	0,011784	0,002162
10139	10149	0,003812	0,000436	10317	10325	0,006428	0,001179
10139	10150	0,006778	0,000776	10313	10326	1,80E-05	7,65E-06
10139	10151	0,006778	0,000776	10327	10328	0,000315	0,000352
10139	10152	0,000642	0,000335	10328	10329	0,000171	0,00021
10139	10153	0,000642	0,000335	10329	10330	0,001071	0,000197
10139	10154	0,009319	0,001066	10329	10331	0,001071	0,000197
10139	10155	0,009319	0,001066	10329	10332	0,001071	0,000197
10139	10156	0,011014	0,00126	10329	10333	0,001071	0,000197
10139	10157	0,008048	0,000921	1001	10334	4,04E-05	3,94E-05
10139	10158	0,000717	0,032638	10334	10335	0,002612	0,000656
10158	10159	0,004236	0,000485	10335	10336	5,39E-05	2,30E-05
10158	10160	0,004236	0,000485	10337	10338	0,012939	0,014452
10158	10161	0,004236	0,000485	10335	10339	5,39E-05	2,30E-05
10158	10162	0,004236	0,000485	10340	10341	0,000175	0,00017
10158	10163	0,004236	0,000485	10341	10342	0,005356	0,000895
10158	10164	0,001427	0,000407	10341	10343	0,002853	0,000815
10158	10165	0,001427	0,000407	10341	10344	0,003861	0,000847
10158	10166	0,001427	0,000407	10341	10345	0,003861	0,000847
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
10158	10167	0,001427	0,000407	10341	10346	0,003861	0,000847
10158	10168	0,001427	0,000407	10341	10347	0,005356	0,000895

Tabela 16: Barras da Unidade 1.

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
1	2	0	0	10171	0	0,15293	0,09074
2	0	0	0	10172	0	0,22678	0,13276
3	0	0	0	10173	0	0,1492	0,09247
10	0	0	0	10174	0	0	0
100	0	0	0	10175	0	0	0
1000	0	0	0	10176	0	0,26856	0,20142
1001	0	0	0	10177	0	0,30661	0,22989
10000	0	0	0	10178	0	0,42895	0,3217
10001	0	0	0	10179	0	0	0
10002	0	0	0	10180	0	0	0
10003	0	0,05595	0,04196	10181	0	0,27453	0,20588
10004	0	0	0	10182	0	0,6692	0,42689
10005	0	0	0	10348	0	0,7712	0,578
10006	0	0	0	10183	0	0,58038	0,43529
10007	0	0	0	10184	0	0	0
10008	0	0	0	10185	0	0	0
10009	0	0,074	0,0555	10186	0	0,40565	0,30424
10010	0	0,074	0,0555	10187	0	0,28721	0,21541
10011	0	0	0	10188	0	0,31705	0,23779
10012	0	0	0	10189	0	0	0
10013	0	0	0	10190	0	0	0
10014	0	0,2984	0,20053	10191	0	0,50355	0,37768
10015	0	0,38046	0,23078	10192	0	0,09325	0,06994
10016	0	0,36181	0,23843	10193	0	0,50578	0,37933
10017	0	0,373	0,26036	10194	0	0	0
10018	0	0,30586	0,19196	10195	0	0	0
10019	0	0	0	10196	0	0,96	0,72
10020	0	0	0	10197	0	0	0
10021	0	0	0	10198	0	0	0
10022	0	0	0	10199	0	0,18	0,135
10023	0	0,2944	0,2238	10200	0	0	0
10024	0	0,5968	0,36986	10201	0	0	0
10025	0	0,5968	0,36986	10202	0	0,8952	0,6714
10026	0	0,6714	0,43368	10203	0	0	0
10027	0	0,373	0,26036	10204	0	0	0
10028	0	0,373	0,26036	10205	0	0	0
10029	0	0,2611	0,20948	10206	0	0,09325	0,06994
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
10030	0	0	0	10207	0	0,2611	0,19583
10031	0	0,2944	0,2238	10208	0	0	0
10032	0	0,2944	0,2238	10209	0	0	0
10033	0	0,373	0,23036	10210	0	0	0
10034	0	0,373	0,24093	10211	0	1,5901	1,19257
10035	0	0,2611	0,16865	10212	0	1,378	1,0335
10036	0	0,2611	0,20948	10213	0	0,5106	0,38295
10037	0	0,4476	0,32406	10214	0	0,5833	0,43748
10038	0	0	0	10215	0	0,6144	0,4608
10039	0	0	0	10216	0	0	0
10040	0	0	0	10217	0	0	0
10041	0	0	0	10218	0	0	0
10042	0	0,8	0,6	10219	0	0	0
10043	0	0	0	10220	0	0	0
10044	0	0	0	10221	0	0,30586	0,18875
10045	0	0	0	10222	0	0,30288	0,18781
10046	0	0,795	0,59625	10223	0	0,1492	0,09247
10047	0	0,133	0,09975	10224	0	0,1492	0,08853
10048	0	0	0	10225	0	0,1492	0,11119
10049	0	0	0	10226	0	0	0
10050	0	0	0	10227	0	0,3	0,2016
10051	0	0	0	10228	0	0,3	0,2016
10052	0	0,02238	0,0162	10229	0	0,3	0,2016
10053	0	0,02238	0,01268	10230	0	0,3	0,2016
10054	0	0	0	10231	0	0	0
10055	0	0,09325	0,05779	10232	0	0	0
10056	0	0	0	10233	0	0	0
10057	0	0	0	10234	0	0,33	0,19581
10058	0	0	0	10235	0	0,06	0,03718
10059	0	0	0	10236	0	0,093	0,05764
10060	0	0	0	10237	0	0	0
10061	0	0	0	10238	0	0	0
10062	0	0	0	10239	0	0	0
10063	0	0,09325	0,05779	10240	0	0,30586	0,18875
10064	0	0	0	10241	0	0,30288	0,18781
10065	0	0	0	10242	0	0,30288	0,18781
10066	0	0	0	10243	0	0,30586	0,18875
10067	0	0	0	10244	0	0	0
10068	0	0,09325	0,05779	10245	0	0,3	0,19378
10069	0	0	0	10246	0	0,3	0,19378
10070	0	0	0	10247	0	0	0
10071	0	0	0	10248	0	0	0
10072	0	2,13729	1,54892	10249	0	0,91922	0,68942
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
10073	0	0	0	10250	0	0	0
10074	0	0	0	10251	0	0	0
10075	0	0,041	0,03077	10252	0	0	0
10076	0	0	0	10253	0	0,4103	0,20678
10077	0	0	0	10254	0	0,4103	0,20678
10078	0	0	0	10255	0	0	0
10079	0	0,117	0,09387	10256	0	0	0
10080	0	0	0	10257	0	0	0
10081	0	0	0	10258	0	0	0
10082	0	0,34	0,27171	10259	0	0	0
10083	0	0	0	10260	0	0	0
10084	0	0	0	10261	0	0	0
10085	0	0	0	10262	0	0,4849	0,28772
10086	0	0	0	10263	0	0,5968	0,29911
10087	0	0	0	10264	0	0,5968	0,29911
10088	0	0,59757	0,44816	10265	0	0,5968	0,29911
10089	0	0,32824	0,24618	10266	0	0,4849	0,28772
10090	0	0,37451	0,27863	10267	0	0	0
10091	0	0	0	10268	0	0	0
10092	0	0	0	10269	0	0	0
10093	0	1,80344	1,35261	10270	0	0	0
10094	0	0,83477	0,62608	10271	0	0,09325	0,06994
10095	0	0	0	10272	0	0,09325	0,06994
10096	0	0	0	10273	0	0	0
10097	0	0,65126	0,48835	10274	0	0	0
10098	0	0,44462	0,33346	10275	0	0	0
10099	0	0,3551	0,26632	10276	0	0,2238	0,16785
10100	0	0	0	10277	0	0,1119	0,08393
10101	0	0	0	10278	0	0	0
10102	0	0,69154	0,51865	10279	0	0	0
10103	0	0,17158	0,12869	10280	0	0	0
10104	0	0	0	10281	0	0	0
10105	0	0	0	10282	0	0,5968	0,29911
10106	0	0	0	10283	0	0,4476	0,2774
10107	0	0,1865	0,13018	10284	0	0,5968	0,2991
10108	0	0,2238	0,1328	10285	0	0	0
10109	0	0,2238	0,1387	10286	0	0	0
10110	0	0,2238	0,1387	10287	0	0	0
10111	0	0,2611	0,16182	10288	0	0	0
10112	0	0,2238	0,1387	10289	0	0	0
10113	0	0,1865	0,13018	10290	0	0,5595	0,37599
10114	0	0,2611	0,16182	10291	0	0,5595	0,37599
10115	0	0,2611	0,16182	10292	0	0	0
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
10116	0	0,2611	0,16182	10293	0	0,5595	0,405
10117	0	0,2611	0,16182	10294	0	0,5595	0,405
10118	0	0,2611	0,16182	10295	0	0	0
10119	0	0,2611	0,16182	10296	0	0	0
10120	0	0,2238	0,16785	10297	0	0	0
10121	0	0,2238	0,16785	10298	0	0	0
10122	0	0,4476	0,2774	10299	0	0	0
10123	0	0,373	0,26036	10300	0	0	0
10124	0	0,373	0,26036	10301	0	0,72	0,54
10125	0	0,5222	0,30986	10302	0	0,02984	0,0216
10126	0	0,5222	0,30986	10303	0	0	0
10127	0	0,4476	0,28912	10304	0	0	0
10128	0	0,18	0,11627	10305	0	0	0
10129	0	0,4476	0,324	10306	0	0,373	0,24093
10130	0	0,2611	0,16387	10307	0	0,2611	0,20948
10131	0	0,22	0,11271	10308	0	0,373	0,24093
10132	0	0,1865	0,13018	10309	0	0,2238	0,1387
10133	0	0,4476	0,28912	10310	0	0,373	0,24093
10134	0	0	0	10311	0	0,373	0,24093
10135	0	0	0	10312	0	0	0
10136	0	0	0	10313	0	0	0
10137	0	0	0	10314	0	0	0
10138	0	0	0	10315	0	0	0
10349	0	0	0	10316	0	0	0
10139	0	0	0	10317	0	0	0
10140	0	0,2238	0,1328	10318	0	0,2611	0,19583
10141	0	0,2238	0,1328	10319	0	0,2944	0,2238
10142	0	0,373	0,23116	10320	0	0,4476	0,28912
10143	0	0,42	0,26029	10321	0	0,2611	0,19583
10144	0	0,2611	0,16182	10322	0	0,22529	0,13189
10145	0	0,2611	0,16182	10323	0	0,2611	0,19583
10146	0	0,2984	0,18493	10324	0	0,1492	0,1119
10147	0	0,2611	0,16182	10325	0	0,2984	0,2238
10148	0	0,2984	0,18493	10326	0	0	0
10149	0	0,2611	0,16182	10327	0	0	0
10150	0	0,4476	0,2774	10328	0	0	0
10151	0	0,1865	0,11558	10329	0	0	0
10152	0	0,5222	0,25291	10330	0	0,455	0,2369
10153	0	0,5968	0,289	10331	0	0,22678	0,13276
10154	0	0,1865	0,10066	10332	0	0,1492	0,08853
10155	0	0,30288	0,18771	10333	0	0,22678	0,13276
10156	0	0,2238	0,1387	10334	0	0	0
10157	0	0,18	0,10681	10335	0	0	0
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
10158	0	0	0	10336	0	0	0
10159	0	0,1865	0,09555	10337	0	0	0
10160	0	0,1865	0,09555	10338	0	0,48	0,36
10161	0	0,2238	0,1387	10339	0	0	0
10162	0	0,5968	0,38549	10340	0	0	0
10163	0	0,5968	0,38549	10341	0	0	0
10164	0	0,30596	0,20394	10342	0	0,4476	0,56643
10165	0	0,2984	0,177	10343	0	0,4476	0,56643
10166	0	0,30586	0,20554	10344	0	0,1492	0,08456
10167	0	0,38046	0,23078	10345	0	0,373	0,24093
10168	0	0,30586	0,165	10346	0	0,373	0,24093
10169	0	0	0	10347	0	0,2238	0,162
10170	0	0,30288	0,18691				

Tabela 17: Transformadores da Unidade 1.

De	Para	X (%)	De	Para	X (%)
2	3	0,113369	10184	10185	0,070639
100	1000	0,120437	10189	10190	0,060541
100	1001	0,092831	10194	10195	0,04724
10001	10002	0,052895	10197	10198	0,04724
10004	10005	0,049251	10200	10201	0,057264
10011	10012	0,061719	10203	10204	0,058932
10019	10020	0,081454	10209	10210	0,049054
10040	10041	0,062814	10217	10218	0,056543
10044	10045	0,052403	10231	10232	0,04931
10049	10050	0,038887	10237	10238	0,05724
10060	10061	0,048561	10247	10248	0,04931
10065	10066	0,042302	10251	10252	0,055946
10070	10071	0,042901	10259	10260	0,056322
10073	10074	0,057927	10268	10269	0,04949
10077	10078	0,061031	10273	10274	0,04949
10080	10081	0,055945	10279	10280	0,060226
10086	10087	0,07797	10287	10288	0,05714
10091	10092	0,060342	10292	10293	0,062614
10095	10096	0,05558	10299	10300	0,059212
10100	10101	0,057165	10303	10304	0,058832
10104	10105	0,049811	10314	10315	0,056543
10138	10349	0,049112	10326	10327	0,056543
10174	10175	0,056967	10336	10337	0,052994
10179	10180	0,05766	10339	10340	0,058534

C-2 Unidade 2

Tabela 18: Trechos da Unidade 2.

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
1	2	6,14E-08	2,72E-07	2001	20026	0,002454	0,00205
3	10	1,18E-07	2,59E-07	20027	20028	0,000214	0,00011
10	200	0,000209	0,00039	20028	20029	0,001158	0,000254
2000	2001	1,04E-05	1,27E-05	20030	20031	0,011626	0,0028
2001	20000	0,002175	0,003339	20031	20032	0,156265	0,066513
20000	20001	7,37E-05	1,78E-05	20031	20033	0,017009	0,02887
20002	20003	0,000157	0,000118	2001	20034	0,00108	0,001455
20003	20004	0,002761	0,034539	20034	20035	4,31E-05	3,91E-05
20003	20005	0,00314	0,03928	20035	20036	3,52E-05	4,32E-05
2001	20006	0,002222	0,003457	20037	20038	0,000405	0,000496
20006	20007	6,18E-06	4,24E-06	20038	20039	0,005097	0,001119
20008	20009	0,010361	0,013741	20038	20040	0,004054	0,00089
20009	20010	0,000149	0,001071	20038	20041	0,004595	0,001008
2001	20011	0,001618	0,001356	20038	20042	0,003995	0,00114
20011	20012	1,56E-05	8,72E-06	20038	20043	0,011368	0,005959
20013	20014	0,010885	0,010931	20038	20044	0,011368	0,005959
20014	20015	0,003472	0,001215	20038	20045	0,011368	0,005959
2001	20016	0,001619	0,001358	20038	20046	0,020868	0,011267
20016	20017	0,005078	0,003984	20038	20047	0,020868	0,011267
20018	20019	0,607174	0,092717	20038	20048	0,020868	0,011267
20018	20020	0,315609	0,052022	20038	20049	0,033584	0,018371
2001	20021	0,001759	0,001473	20038	20050	0,039503	0,021678
20021	20022	1,30E-05	7,27E-06	20038	20051	0,039503	0,021678
20023	20024	0,01296	0,014163	20035	20052	0,290348	0,03827
20024	20025	0,003472	0,001215	20053	20054	0,026322	0,025565

Tabela 19: Barras da Unidade 2.

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
1	2	0	0	20024	0	0	0
2	0	0	0	20025	0	1,8	1,02
3	0	0	0	20026	0	0	0
10	0	0	0	20027	0	0	0
200	0	0	0	20028	0	0	0
2000	0	0	0	20029	0	0	0
2001	0	0	0	20030	0	0	0
20000	0	0	0	20031	0	0	0
20001	0	0	0	20032	0	0,1119	0,08393
20002	0	0	0	20033	0	0,05595	0,04196
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
20003	0	0	0	20034	0	0	0
20004	0	0	0	20035	0	0	0
20005	0	0	0	20036	0	0	0
20006	0	0	0	20037	0	0	0
20007	0	0	0	20038	0	0	0
20008	0	0	0	20039	0	0,368	0,2856
20009	0	0	0	20040	0	0,37	0,25826
20010	0	2,9	1,40454	20041	0	0,37	0,25826
20011	0	0	0	20042	0	0,56	0,39088
20012	0	0	0	20043	0	0,63	0,4725
20013	0	0	0	20044	0	0,63	0,4725
20014	0	0	0	20045	0	0,63	0,4725
20015	0	1,8	1,02	20046	0	0,63	0,4725
20016	0	0	0	20047	0	0,63	0,4725
20017	0	0	0	20048	0	0,63	0,4725
20018	0	0	0	20049	0	0,63	0,4725
20019	0	0,026	0,01549	20050	0	0,63	0,4725
20020	0	0,082	0,04869	20051	0	0,63	0,4725
20021	0	0	0	20052	0	0	0
20022	0	0	0	20053	0	0	0
20023	0	0	0	20054	0	1,128	0,75286

Tabela 20: Transformadores da Unidade 2.

De	Para	X (%)
2	3	0,113369
200	2000	0,080198
20001	20002	0,063902
20007	20008	0,06649
20012	20013	0,074565
20017	20018	0,0526
20022	20023	0,063101
20026	20027	0,047351
20029	20030	0,043662
20036	20037	0,076026
20052	20053	0,060892

C-3 Unidade 3

Tabela 21: Trechos da Unidade 3.

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
1	2	6,14E-08	2,72E-07	30304	30305	0,000157	5,34E-05
3	10	1,18E-07	2,59E-07	30305	30306	0,004999	0,001342
10	300	0,000954	0,00149	30306	30307	0,001994	0,000601
10	301	0,000953	0,001489	30279	30308	0,031363	0,025837
3000	30000	0,001903	0,004055	30308	30309	0,000198	8,42E-05
30001	30002	7,31E-05	1,24E-05	30310	30311	3,43E-05	1,73E-05
30002	30003	0,005414	0,067724	30311	30312	0,00078	0,001259
30001	30004	7,31E-05	1,24E-05	30312	30313	0,011537	0,000905
30004	30005	0,005414	0,067724	30311	30314	5,98E-05	1,80E-05
3000	30006	0,001276	0,002142	30314	30315	0,008653	0,001063
30006	30007	0,00034	0,000254	30311	30316	0,002991	0,000901
30008	30009	0,000169	0,000317	30316	30317	0,012819	0,001005
30009	30010	0,001976	0,001182	30279	30318	0,000513	0,000231
30009	30011	0,001425	0,001147	30319	30320	0,000299	9,01E-05
30009	30012	0,001976	0,001182	30320	30321	0,000658	0,000198
30009	30013	0,001425	0,001147	30319	30322	0,000299	9,01E-05
30006	30014	0,000856	0,000295	30322	30323	0,000598	0,00018
30015	30016	0,000172	0,000289	30279	30324	0,000536	0,000247
30016	30017	0,000453	0,000388	30325	30326	9,97E-05	3,00E-05
30016	30018	0,000453	0,000388	30326	30327	0,000997	0,0003
30016	30019	0,000453	0,000388	30325	30328	9,97E-05	3,00E-05
30016	30020	0,000453	0,000388	30328	30329	0,000997	0,0003
30016	30021	0,001425	0,000988	30279	30330	0,031363	0,025837
30016	30022	0,001425	0,000988	30331	30332	0,000219	6,61E-05
30006	30023	0,001158	0,000286	30332	30333	0,000598	0,00018
3000	30025	0,00304	0,012544	30332	30334	0,000598	0,00018
30025	30026	0,000198	8,58E-05	30331	30335	0,000219	6,61E-05
30027	30028	0,000227	0,000156	30335	30336	0,000598	0,00018
30028	30029	0,000147	0,000195	30335	30337	0,000598	0,00018
30028	30030	0,000147	0,000195	30331	30338	0,000219	6,61E-05
30028	30031	0,000147	0,000195	30338	30339	0,000598	0,00018
30028	30032	0,000147	0,000195	30338	30340	0,000598	0,00018
30028	30033	0,000147	0,000195	3002	30341	0,036745	0,056092
30028	30034	0,000147	0,000195	30341	30342	8,56E-05	4,79E-05
30028	30035	0,000147	0,000195	30343	30344	0,016327	0,029348
30025	30036	0,000285	8,96E-05	30344	30345	0,010399	0,00364
30037	30038	0,000169	0,000288	3002	30346	0,012366	0,010351
30038	30039	0,000874	0,000849	30346	30347	0,000143	8,00E-05
30039	30040	0,001355	0,000112	30348	30349	0,000676	0,00057
30039	30041	0,001355	0,000112	30349	30350	0,031878	0,031673

Continua

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
30039	30042	0,001355	0,000112	30350	30351	0,010399	0,00364
30039	30043	0,001355	0,000112	30349	30352	0,015973	0,029052
30025	30044	0,000198	8,58E-05	30352	30353	0,010399	0,00364
30045	30046	0,00034	0,000233	3002	30356	0,01247	0,009966
30046	30047	0,002321	0,042981	30356	30357	0,000185	0,000104
30046	30048	2,90E-05	0,000537	30358	30359	0,008232	0,003524
30046	30049	2,90E-05	0,000537	3002	30360	0,03337	0,051488
30046	30050	0,002321	0,042981	30360	30361	0,000143	8,00E-05
30046	30051	0,00313	0,047575	30362	30363	0,012707	0,019195
30025	30052	0,000198	8,58E-05	30363	30364	0,002576	0,004022
30053	30054	0,000227	0,000157	30365	30366	0,003191	9,61E-05
30054	30055	3,86E-05	9,07E-06	30366	30367	1,14E-05	5,78E-06
30054	30056	3,86E-05	9,07E-06	30367	30368	0,000997	0,0003
30054	30057	3,86E-05	9,07E-06	30366	30369	3,43E-05	1,73E-05
30054	30058	3,86E-05	9,07E-06	30369	30370	0,000997	0,0003
30054	30059	0,007719	0,001811	30366	30371	0,005726	0,000449
30054	30060	0,007719	0,001811	30371	30372	0,008119	0,006701
30054	30061	0,005934	0,002282	30366	30373	0,001623	0,000199
30062	30063	0,000216	0,000148	30373	30374	0,007572	0,00093
30063	30064	0,000144	3,09E-05	30363	30375	0,003085	0,002561
30063	30065	0,000195	0,000315	30376	30377	0,003191	9,61E-05
30063	30066	0,001145	3,96E-05	30377	30378	1,99E-05	6,01E-06
30063	30067	0,000678	3,58E-05	30378	30379	0,000598	0,00018
3000	30068	0,012962	0,017335	30377	30380	1,99E-05	6,01E-06
30068	30069	0,00057	0,000197	30380	30381	0,000598	0,00018
30070	30071	0,000114	0,000136	30363	30382	0,005985	0,004967
30071	30072	0,000115	0,000131	30383	30384	0,001197	0,00036
30072	30073	0,003139	0,000896	30384	30385	0,010682	0,000838
30072	30074	0,006962	0,001002	30363	30386	0,018941	0,015722
30072	30075	0,024634	0,003699	30387	30388	0,003899	0,00063
30072	30076	0,025705	0,003699	30388	30389	0,004133	0,000667
30072	30077	0,00964	0,001387	3002	30390	0,06938	0,079259
30071	30078	0,000115	0,000131	30390	30391	5,71E-05	3,20E-05
30078	30079	0,003709	0,001059	30392	30393	0,023856	0,01972
30078	30080	0,009106	0,001521	30393	30394	0,00074	0,000615
30078	30081	0,011784	0,001969	30395	30396	9,97E-05	3,00E-05
30078	30082	0,01232	0,002058	30396	30397	7,80E-05	1,26E-05
30068	30083	0,000571	0,000179	30397	30398	0,000798	0,00024
30084	30085	0,000143	0,000241	30396	30399	7,80E-05	1,26E-05
30085	30086	0,000286	0,000482	30399	30400	0,000798	0,00024
30085	30087	0,000137	0,000232	30395	30401	9,97E-05	3,00E-05
30085	30088	0,000126	0,000212	30401	30402	7,80E-05	1,26E-05
30068	30089	0,000965	0,00029	30402	30403	0,000598	0,00018
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
30090	30091	0,000186	0,000243	30401	30404	7,80E-05	1,26E-05
3000	30092	0,011093	0,046194	30401	30405	0,001365	0,00022
30092	30093	0,038812	0,042415	30393	30406	0,032176	0,026706
30093	30094	0,038812	0,042415	30407	30408	0,000855	6,70E-05
30095	30096	0,000147	0,000195	30408	30409	0,012087	0,001952
30096	30097	0,000147	0,000195	30409	30410	0,007408	0,001196
30097	30098	0,000147	0,000195	30408	30411	0,000171	1,34E-05
30097	30099	0,000147	0,000195	30411	30412	0,009747	0,001574
30097	30100	0,000147	0,000195	30393	30413	0,003752	0,002803
30097	30101	0,000147	0,000195	30414	30415	0,000199	6,01E-05
30097	30102	0,000147	0,000195	30415	30416	0,000256	2,01E-05
30096	30103	0,000147	0,000195	30416	30417	0,005377	0,000691
30096	30104	0,000147	0,000195	30415	30418	0,008578	0,001385
30093	30105	0,038812	0,042415	30418	30419	0,005887	0,000951
30106	30107	0,000147	0,000195	30415	30420	0,003119	0,000504
30107	30108	0,000147	0,000195	30420	30421	0,003899	0,00063
30107	30109	0,000147	0,000195	30393	30422	0,00327	0,002714
30107	30110	0,000147	0,000195	30423	30424	0,000172	8,67E-05
30107	30111	0,000147	0,000195	30424	30425	7,98E-05	2,40E-05
30107	30112	0,000147	0,000195	30425	30426	0,000239	7,21E-05
30093	30113	0,038812	0,042415	30424	30427	0,00012	3,60E-05
30114	30115	0,000147	0,000195	30427	30428	0,000239	7,21E-05
30115	30116	0,000147	0,000195	30429	30430	0,000239	7,21E-05
30115	30117	0,000147	0,000195	30430	30431	0,000259	7,81E-05
30115	30118	0,000147	0,000195	30431	30432	0,007018	0,001133
30115	30119	0,000147	0,000195	30430	30433	0,012885	0,00546
30115	30120	0,000147	0,000195	30433	30434	0,010438	0,001282
30092	30121	0,000771	0,000328	30430	30435	0,00016	4,81E-05
30122	30123	0,000117	0,000113	30435	30436	0,003175	0,000991
30123	30124	0,000997	0,0003	3003	30437	0,000592	0,000578
30092	30125	0,000653	0,000278	30437	30438	0,00034	0,000233
30126	30127	0,000117	0,000113	30439	30440	0,000209	0,000197
30127	30128	0,001082	0,000133	30440	30441	0,000143	7,45E-05
30092	30129	0,000514	0,000219	30441	30442	0,000147	0,000195
30130	30131	0,000117	0,000113	30441	30443	0,000147	0,000195
30092	30132	0,000261	0,000179	30441	30444	0,000147	0,000195
30133	30134	0,000567	0,000354	30440	30445	9,23E-05	6,92E-05
30134	30135	0,008034	0,001419	30445	30446	0,00804	0,001368
30134	30136	0,012708	0,001456	30445	30447	0,00804	0,001368
30134	30137	0,012707	0,001527	30445	30448	0,00804	0,001368
30134	30138	0,011584	0,002542	30445	30449	0,00804	0,001368
30139	30140	0,000339	0,000575	30445	30450	0,00804	0,001368
30140	30141	0,000298	3,88E-05	30445	30451	0,00804	0,001368
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
30140	30142	3,73E-05	4,85E-05	30445	30452	0,00804	0,001368
30140	30143	0,000298	3,88E-05	30437	30453	0,00034	0,000233
30140	30144	0,002022	0,000168	30454	30455	0,000209	0,000197
30134	30145	0,011584	0,002542	30437	30456	0,00034	0,000233
30146	30147	0,000687	0,000347	30457	30458	0,000231	0,000208
30147	30148	4,33E-05	1,75E-05	3003	30459	0,049286	0,040879
30147	30149	1,49E-05	0,000194	30459	30460	0,000386	9,31E-05
30147	30150	0,002711	0,000143	30461	30462	0,000291	0,000283
30092	30151	0,000287	0,00032	3003	30463	0,069714	0,154044
30152	30153	0,00017	0,000106	30463	30464	7,41E-05	7,22E-05
30153	30154	8,54E-05	0,000799	30465	30466	5,67E-05	3,54E-05
30153	30155	8,54E-05	0,000799	30466	30467	0,001582	0,000609
30153	30156	8,54E-05	0,000799	30466	30468	0,001582	0,000609
30153	30157	8,54E-05	0,000799	30466	30469	0,001582	0,000609
3003	30158	0,011093	0,046194	3003	30470	0,050966	0,106647
30158	30159	0,000143	0,000175	30470	30471	0,000198	8,42E-05
30160	30161	0,000287	0,00032	30472	30473	0,000198	7,61E-05
30161	30162	0,012954	0,049289	30473	30474	0,000989	0,00038
30161	30163	0,013802	0,00486	30473	30475	0,000989	0,00038
30161	30164	0,013608	0,004792	30473	30476	0,000989	0,00038
30161	30165	0,013997	0,049289	3003	30477	0,034923	0,072408
30161	30166	0,013802	0,00486	30477	30478	0,000593	0,000253
30161	30167	0,013997	0,049289	30479	30480	0,000254	0,000432
30161	30168	0,023685	0,00605	30480	30481	0,000141	8,58E-05
30161	30169	0,024493	0,006256	30481	30482	0,000988	0,000503
30161	30170	0,010109	0,00356	30481	30483	0,000988	0,000503
30161	30171	0,010692	0,003765	30481	30484	0,000988	0,000503
30161	30172	0,011275	0,003971	30481	30485	0,000988	0,000503
30161	30173	0,011858	0,004176	30481	30486	0,000988	0,000503
30161	30174	0,025838	0,0066	30480	30487	8,75E-05	8,49E-05
30161	30175	0,025665	0,006531	30477	30488	0,000593	0,000253
30161	30176	0,018571	0,004744	30489	30490	0,000113	7,08E-05
30161	30177	0,025838	0,0066	30490	30491	0,002678	0,000447
30161	30178	0,025665	0,006531	30490	30492	0,002678	0,000447
30161	30179	0,001857	0,004744	30490	30493	0,002678	0,000447
30161	30180	6,81E-05	4,25E-05	30490	30494	0,002678	0,000447
30180	30181	0,005356	0,000895	3003	30495	0,003379	0,002956
30180	30182	0,005356	0,000895	30495	30496	0,000395	0,000172
30180	30183	0,005356	0,000895	30497	30498	0,001317	0,001246
30161	30184	0,003955	0,001633	30498	30499	0,038812	0,042415
30184	30185	0,000791	0,000304	30498	30500	0,038812	0,042415
30184	30186	0,000791	0,000304	30498	30501	0,038812	0,042415
30158	30187	0,001285	0,000547	30498	30502	0,038812	0,042415
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
30188	30189	0,000287	0,00032	30498	30503	0,001135	0,000708
30158	30190	0,002664	0,000642	30503	30504	0,000812	0,010159
30191	30192	0,000447	0,000582	30503	30505	0,000541	0,006772
30192	30193	0,018759	0,004744	30503	30506	0,000541	0,006772
30193	30194	0,000199	6,01E-05	30495	30507	0,000395	0,000172
30194	30195	0,001355	7,16E-05	30508	30509	0,000527	0,000498
30194	30196	0,001355	7,16E-05	30509	30510	0,002678	0,000447
30194	30197	0,001355	7,16E-05	30509	30511	0,002678	0,000447
30194	30198	0,001355	7,16E-05	30509	30512	0,002678	0,000447
30192	30199	0,000855	6,70E-05	2	3	0	0,113369
30199	30200	0,001355	7,16E-05	300	3000	0	0,073837
30199	30201	0,001355	7,16E-05	300	3001	0	0,072508
30199	30202	0,001355	7,16E-05	301	3002	0	0,081821
30199	30203	0,001355	7,16E-05	301	3003	0	0,073355
30158	30204	0,001311	0,001606	30000	30001	0	0,052797
30205	30206	8,16E-05	7,93E-05	30007	30008	0	0,058434
30205	30207	8,16E-05	7,93E-05	30014	30015	0	0,059047
3001	30208	0,038812	0,042415	30023	30024	0	0,033861
30208	30209	0,038812	0,042415	30026	30027	0	0,05505
30210	30211	0,038812	0,042415	30036	30037	0	0,058552
30211	30212	0,038812	0,042415	30044	30045	0	0,054552
30210	30215	0,014205	0,022172	30052	30053	0	0,034804
30215	30216	0,010399	0,00364	30044	30045	0	0,054552
3001	30217	0,038812	0,042415	30061	30062	0	0,034804
30217	30218	0,038812	0,042415	30069	30070	0	0,06978
30219	30220	0,038812	0,042415	30083	30084	0	0,056741
30220	30221	0,038812	0,042415	30089	30090	0	0,043439
3001	30224	0,038812	0,042415	30094	30095	0	0,05495
30224	30225	0,038812	0,042415	30105	30106	0	0,063364
30226	30227	0,038812	0,042415	30113	30114	0	0,054452
30227	30228	0,038812	0,042415	30121	30122	0	0,056768
30226	30231	0,038812	0,042415	30125	30126	0	0,056945
30231	30232	0,038812	0,042415	30129	30130	0	0,057165
3001	30235	0,035797	0,0357	30132	30133	0	0,054154
30235	30236	0,011533	0,009346	30138	30139	0	0,050957
30237	30238	7,98E-05	2,40E-05	30145	30146	0	0,040589
30238	30239	7,80E-05	1,26E-05	30151	30152	0	0,046887
30239	30240	0,013646	0,002204	30159	30160	0	0,05021
30235	30241	0,007881	0,006241	30187	30188	0	0,054985
30242	30243	0,000144	5,83E-05	30190	30191	0	0,054072
30243	30244	9,97E-05	3,00E-05	30204	30205	0	0,056669
30244	30245	0,000865	0,000185	30209	30210	0	0,06649
30243	30246	9,97E-05	3,00E-05	30212	30213	0	0,056623
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
30246	30247	0,000865	0,000185	30212	30214	0	0,056623
30235	30248	0,023037	0,01888	30218	30219	0	0,077655
30249	30250	0,00039	6,30E-05	30221	30222	0	0,056623
30250	30251	0,000427	3,35E-05	30221	30223	0	0,056623
30251	30252	0,001352	0,000166	30225	30226	0	0,067786
30250	30253	0,000324	3,99E-05	30228	30229	0	0,056623
30253	30254	0,000975	0,000157	30228	30230	0	0,056623
30250	30255	0,000427	3,35E-05	30232	30233	0	0,056623
30255	30256	0,003418	0,000268	30232	30234	0	0,056623
30235	30257	0,024012	0,019807	30236	30237	0	0,047044
30258	30259	0,000997	0,0003	30241	30242	0	0,058936
30259	30260	5,77E-05	1,24E-05	30248	30249	0	0,044502
30260	30261	2,17E-05	8,75E-05	30257	30258	0	0,058936
30259	30262	0,000115	2,47E-05	30265	30266	0	0,058936
30262	30263	0,000217	8,75E-05	30272	30273	0	0,058936
3001	30264	0,027725	0,033747	30280	30281	0	0,03879
30264	30265	0,03119	0,025775	30290	30291	0	0,044012
30266	30267	0,000303	0,000123	30303	30304	0	0,06208
30267	30268	0,000234	3,78E-05	30309	30310	0	0,049196
30268	30269	0,00117	0,000189	30318	30319	0	0,052797
30267	30270	4,33E-05	1,75E-05	30324	30325	0	0,039665
30270	30271	0,00117	0,000189	30330	30331	0	0,066489
30264	30272	0,03119	0,025775	30342	30343	0	0,042665
30273	30274	0,000199	6,01E-05	30347	30348	0	0,067686
30274	30275	5,98E-05	1,80E-05	30353	30354	0	0,056623
30275	30276	0,000598	0,00018	30353	30355	0	0,056623
30274	30277	0,00012	3,60E-05	30357	30358	0	0,066889
30277	30278	0,000598	0,00018	30361	30362	0	0,077755
3001	30279	0,023189	0,029712	30364	30365	0	0,044404
30279	30280	0,031363	0,025837	30375	30376	0	0,044404
30281	30282	0,000541	6,64E-05	30382	30383	0	0,044404
30282	30283	0,001582	0,000609	30386	30387	0	0,044404
30282	30284	0,001582	0,000609	30353	30354	0	0,056623
30282	30285	0,001582	0,000609	30391	30392	0	0,064397
30282	30286	0,001582	0,000609	30394	30395	0	0,048609
30281	30287	0,000541	6,64E-05	30406	30407	0	0,044404
30287	30288	0,001582	0,000609	30413	30414	0	0,0489
30287	30289	0,001582	0,000609	30386	30387	0	0,044404
30279	30290	0,031363	0,025837	30422	30423	0	0,058683
30291	30292	0,000195	3,15E-05	30422	30429	0	0,058683
30292	30293	0,000798	0,00024	30438	30439	0	0,068185
30291	30294	5,98E-05	1,80E-05	30453	30454	0	0,048426
30294	30295	0,000144	3,09E-05	30456	30457	0	0,05933
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
30295	30296	0,000128	0,000101	30460	30461	0	0,049645
30294	30297	0,00027	3,32E-05	30464	30465	0	0,070767
30297	30298	0,000128	0,000101	30471	30472	0	0,057837
30294	30299	0,000195	3,15E-05	30478	30479	0	0,048131
30299	30300	0,000128	0,000101	30488	30489	0	0,061881
30294	30301	0,000195	3,15E-05	30496	30497	0	0,056045
30301	30302	0,000128	0,000101	30507	30508	0	0,072703
30279	30303	0,03142	0,034691				

Tabela 22: Barras da Unidade 3.

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
1	2	0	0	30252	0	0,09325	0,06994
2	0	0	0	30253	0	0	0
3	0	0	0	30254	0	0,1119	0,0664
10	0	0	0	30255	0	0	0
300	0	0	0	30256	0	0,02	0,0079
301	0	0	0	30257	0	0	0
3000	0	0	0	30258	0	0	0
3001	0	0	0	30259	0	0	0
3002	0	0	0	30260	0	0	0
3003	0	0	0	30261	0	0,1119	0,08393
30000	0	0	0	30262	0	0	0
30001	0	0	0	30263	0	0,1119	0,08393
30002	0	0	0	30264	0	0	0
30003	0	0,2984	0,18493	30265	0	0	0
30004	0	0	0	30266	0	0	0
30005	0	0,2984	0,18493	30267	0	0	0
30006	0	0	0	30268	0	0	0
30007	0	0	0	30269	0	0,09325	0,06994
30008	0	0	0	30270	0	0	0
30009	0	0	0	30271	0	0,1492	0,08853
30010	0	0,66	0,46068	30272	0	0	0
30011	0	0,66	0,46068	30273	0	0	0
30012	0	0,66	0,46068	30274	0	0	0
30013	0	0,66	0,46068	30275	0	0	0
30014	0	0	0	30276	0	0,1492	0,1119
30015	0	0	0	30277	0	0	0
30016	0	0	0	30278	0	0,1119	0,0664
30017	0	0,487	0,36525	30279	0	0	0
30018	0	0,4476	0,3357	30280	0	0	0
30019	0	0,4476	0,3357	30281	0	0	0
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
30020	0	0,4476	0,4476	30282	0	0	0
30021	0	0,096	0,072	30283	0	0,01119	0,00664
30022	0	0,096	0,072	30284	0	0,02238	0,01328
30023	0	0	0	30285	0	0,00746	0,00443
30024	0	0,09	0,0675	30286	0	0,02238	0,01328
30025	0	0	0	30287	0	0	0
30026	0	0	0	30288	0	0,09325	0,05533
30027	0	0	0	30289	0	0,03879	0,02909
30028	0	0	0	30290	0	0	0
30029	0	0,373	0,22133	30291	0	0	0
30030	0	0,2611	0,16865	30292	0	0	0
30031	0	0,2984	0,2238	30293	0	0,02984	0,01611
30032	0	0,3	0,225	30294	0	0	0
30033	0	0,2984	0,2238	30295	0	0	0
30034	0	0,2984	0,2238	30296	0	0,02984	0,01611
30035	0	0,2611	0,16865	30297	0	0	0
30036	0	0	0	30298	0	0,02984	0,01611
30037	0	0	0	30299	0	0	0
30038	0	0	0	30300	0	0,02238	0,01268
30039	0	0	0	30301	0	0	0
30040	0	0,02984	0,02238	30302	0	0,02238	0,01268
30041	0	0,02984	0,02238	30303	0	0	0
30042	0	0,02984	0,02238	30304	0	0	0
30043	0	0,02984	0,02238	30305	0	0	0
30044	0	0	0	30306	0	0	0
30045	0	0	0	30307	0	0,09325	0,05533
30046	0	0,373	0,27975	30308	0	0	0
30047	0	0,2984	0,17706	30309	0	0	0
30048	0	0,4476	0,26559	30310	0	0	0
30049	0	0,4476	0,26559	30311	0	0	0
30050	0	0,2984	0,17706	30312	0	0	0
30051	0	0,373	0,22133	30313	0	0,02238	0,01328
30052	0	0	0	30314	0	0	0
30053	0	0	0	30315	0	0,09325	0,06994
30054	0	0	0	30316	0	0	0
30055	0	0,373	0,22133	30317	0	0,02238	0,01328
30056	0	0,1492	0,08853	30318	0	0	0
30057	0	0,1865	0,11066	30319	0	0	0
30058	0	0,1865	0,11066	30320	0	0	0
30059	0	0,373	0,22133	30321	0	0,09325	0,05779
30060	0	0,373	0,22133	30322	0	0	0
30061	0	0	0	30323	0	0,1119	0,05733
30062	0	0	0	30324	0	0	0
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
30063	0	0	0	30325	0	0	0
30064	0	0,006	0,0045	30326	0	0	0
30065	0	0,006	0,0045	30327	0	0,1119	0,06935
30066	0	0,004	0,003	30328	0	0	0
30067	0	0,011	0,00825	30329	0	0,1119	0,06935
30068	0	0	0	30330	0	0	0
30069	0	0	0	30331	0	0	0
30070	0	0	0	30332	0	0	0
30071	0	0	0	30333	0	0,09325	0,05533
30072	0	0	0	30334	0	0,09325	0,05533
30073	0	0,63	0,64273	30335	0	0	0
30074	0	0,22	0,15928	30336	0	0,1119	0,0664
30075	0	0,44	0,28421	30337	0	0,1119	0,0664
30076	0	0,44	0,28421	30338	0	0	0
30077	0	0,3	0,225	30339	0	0,1119	0,0664
30078	0	0	0	30340	0	0,1119	0,0664
30079	0	0,63	0,60723	30341	0	0	0
30080	0	0,15	0,1125	30342	0	0	0
30081	0	0,37	0,26788	30343	0	0	0
30082	0	0,37	0,26788	30344	0	0	0
30083	0	0	0	30345	0	1,8	102000
30084	0	0	0	30346	0	0	0
30085	0	0	0	30347	0	0	0
30086	0	0,525	0,39375	30348	0	0	0
30087	0	0,452	0,339	30349	0	0	0
30088	0	0,883	0,77873	30350	0	0	0
30089	0	0	0	30351	0	1,8	1,02
30090	0	0	0	30352	0	0	0
30091	0	0,207	0,08818	30353	0	0	0
30092	0	0	0	30354	0	2,84599	1,37838
30093	0	0	0	30355	0	0,09325	0,06994
30094	0	0	0	30356	0	0	0
30095	0	0	0	30357	0	0	0
30096	0	0	0	30358	0	0	0
30097	0	0	0	30359	0	0,76092	0,4107
30098	0	0,33	0,09625	30360	0	0	0
30099	0	0,33	0,09625	30361	0	0	0
30100	0	0,33	0,09625	30362	0	0	0
30101	0	0,33	0,09625	30363	0	0	0
30102	0	0,33	0,09625	30364	0	0	0
30103	0	0,33	0,09625	30365	0	0	0
30104	0	0,33	0,09625	30366	0	0	0
30105	0	0	0	30367	0	0	0
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
30106	0	0	0	30368	0	0,1119	0,08393
30107	0	0	0	30369	0	0	0
30108	0	0,33	0,09625	30370	0	0,1119	0,08393
30109	0	0,33	0,09625	30371	0	0	0
30110	0	0,33	0,09625	30372	0	0,00895	0,00531
30111	0	0,33	0,09625	30373	0	0	0
30112	0	0,33	0,09625	30374	0	0,02238	0,01679
30113	0	0	0	30375	0	0	0
30114	0	0	0	30376	0	0	0
30115	0	0	0	30377	0	0	0
30116	0	0,33	0,09625	30378	0	0	0
30117	0	0,33	0,09625	30379	0	0,09325	0,05779
30118	0	0,33	0,09625	30380	0	0	0
30119	0	0,33	0,09625	30381	0	0,09325	0,05779
30120	0	0,33	0,09625	30382	0	0	0
30121	0	0	0	30383	0	0	0
30122	0	0	0	30384	0	0	0
30123	0	0	0	30385	0	0,00746	0,00443
30124	0	0,1865	0,13988	30386	0	0	0
30125	0	0	0	30387	0	0	0
30126	0	0	0	30388	0	0	0
30127	0	0	0	30389	0	0,02238	0,01328
30128	0	0,02984	0,01927	30390	0	0	0
30129	0	0	0	30391	0	0	0
30130	0	0	0	30392	0	0	0
30131	0	0,695	0,52125	30393	0	0	0
30132	0	0	0	30394	0	0	0
30133	0	0	0	30395	0	0	0
30134	0	0	0	30396	0	0	0
30135	0	0,2611	0,16592	30397	0	0	0
30136	0	0,1865	0,13988	30398	0	0,1119	0,08393
30137	0	0,1492	0,08853	30399	0	0	0
30138	0	0	0	30400	0	0,1119	0,08393
30139	0	0	0	30401	0	0	0
30140	0	0	0	30402	0	0	0
30141	0	0,004	0,003	30403	0	0,0373	0,02798
30142	0	0,006	0,0045	30404	0	0	0
30143	0	0,004	0,003	30405	0	0,05595	0,04196
30144	0	0,011	0,00825	30406	0	0	0
30145	0	0	0	30407	0	0	0
30146	0	0	0	30408	0	0	0
30147	0	0	0	30409	0	0	0
30148	0	0,006	0,0045	30410	0	0,0263	0,01549
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
30149	0	0,004	0,003	30411	0	0	0
30150	0	0,011	0,00825	30412	0	0,01492	0,00885
30151	0	0	0	30413	0	0	0
30152	0	0	0	30414	0	0	0
30153	0	0	0	30415	0	0	0
30154	0	0,1865	0,11066	30416	0	0	0
30155	0	0,1865	0,11066	30417	0	0,02462	0,01461
30156	0	0,1865	0,11066	30418	0	0	0
30157	0	0,2611	0,16865	30419	0	0,0373	0,02213
30158	0	0	0	30420	0	0	0
30159	0	0	0	30421	0	0,09325	0,05533
30160	0	0	0	30422	0	0	0
30161	0	0	0	30423	0	0	0
30162	0	0,2611	0,18903	30424	0	0	0
30163	0	0,3357	0,24304	30425	0	0	0
30164	0	0,3357	0,24304	30426	0	0,1865	0,13986
30165	0	0,2611	0,18903	30427	0	0	0
30166	0	0,75719	0,48118	30428	0	0,1865	0,13986
30167	0	0,1492	0,09637	30429	0	0	0
30168	0	0,75719	0,48118	30430	0	0	0
30169	0	0,2238	0,14456	30431	0	0	0
30170	0	0,75719	0,48118	30432	0	0,082	0,06155
30171	0	0,1865	0,12047	30433	0	0	0
30172	0	0,1865	0,12047	30434	0	0,0746	0,05595
30173	0	0,1492	0,08853	30435	0	0	0
30174	0	0,1865	0,12047	30436	0	0,02238	0,01328
30175	0	0,1865	0,12047	30437	0	0	0
30176	0	0,2238	0,16785	30438	0	0	0
30177	0	0,3357	0,24304	30439	0	0	0
30178	0	0,2611	0,16865	30440	0	0	0
30179	0	0,1492	0,09637	30441	0	0	0
30180	0	0	0	30442	0	0,59	0,4425
30181	0	0,373	0,23116	30443	0	0,59	0,4425
30182	0	0,373	0,23116	30444	0	0,59	0,4425
30183	0	0,3357	0,24304	30445	0	0	0
30184	0	0	0	30446	0	0,22	0,13634
30185	0	0,7	0,37782	30447	0	0,22	0,13634
30186	0	0,2611	0,16865	30448	0	0,3	0,178
30187	0	0	0	30449	0	0,3	0,178
30188	0	0	0	30450	0	0,22	0,17074
30189	0	0,3928	0,2946	30451	0	0,15	0,1125
30190	0	0	0	30452	0	0	0
30191	0	0	0	30453	0	0	0
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
30192	0	0	0	30454	0	0	0
30193	0	1,7343	1,30073	30455	0	0,66	0,35623
30194	0	0	0	30456	0	0	0
30195	0	0,1865	0,13986	30457	0	0	0
30196	0	0,1865	0,13986	30458	0	1,5602	1,17015
30197	0	0,1865	0,13986	30459	0	0	0
30198	0	0,1865	0,13986	30460	0	0	0
30199	0	0	0	30461	0	0	0
30200	0	0,1865	0,13986	30462	0	0,17531	0,13148
30201	0	0,1865	0,13986	30463	0	0	0
30202	0	0,1865	0,13986	30464	0	0	0
30203	0	0,1865	0,13986	30465	0	0	0
30204	0	0	0	30466	0	0	0
30205	0	0	0	30467	0	0,8206	0,42041
30206	0	1,22923	0,67927	30468	0	0,8206	0,42041
30207	0	0,33	0,17811	30469	0	0,8206	0,42041
30208	0	0	0	30470	0	0	0
30209	0	0	0	30471	0	0	0
30210	0	0	0	30472	0	0	0
30211	0	0	0	30473	0	0	0
30212	0	0	0	30474	0	0,8206	0,42041
30213	0	2,84599	1,37838	30475	0	0,8206	0,42041
30214	0	0,09325	0,06994	30476	0	0,8206	0,42041
30215	0	0	0	30477	0	0	0
30216	0	1,8	1,02	30478	0	0	0
30217	0	0	0	30479	0	0	0
30218	0	0	0	30480	0	0	0
30219	0	0	0	30481	0	0	0
30220	0	0	0	30482	0	0,075	0,05625
30221	0	0	0	30483	0	0,075	0,05625
30222	0	2,84599	1,37838	30484	0	0,055	0,04125
30223	0	0,09325	0,06994	30485	0	0,055	0,04125
30224	0	0	0	30486	0	0,055	0,04125
30225	0	0	0	30487	0	0,4068	0,305
30226	0	0	0	30488	0	0	0
30227	0	0	0	30489	0	0	0
30228	0	0	0	30490	0	0	0
30229	0	2,84599	1,37838	30491	0	0,1865	0,11558
30230	0	0,09325	0,06994	30492	0	0,1865	0,11558
30231	0	0	0	30493	0	0,1865	0,11558
30232	0	0	0	30494	0	0,2238	0,1387
30233	0	2,84599	1,37838	30495	0	0	0
30234	0	0,09325	0,06994	30496	0	0	0
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
30235	0	0	0	30497	0	0	0
30236	0	0	0	30498	0	0	0
30237	0	0	0	30499	0	0,2984	0,18493
30238	0	0	0	30500	0	0,2984	0,18493
30239	0	0	0	30501	0	0,37	0,28715
30240	0	0,05595	0,04196	30502	0	0,37	0,28715
30241	0	0	0	30503	0	0	0
30242	0	0	0	30504	0	0,261	0,17546
30243	0	0	0	30505	0	0,192	0,12085
30244	0	0	0	30506	0	0,192	0,12085
30245	0	0,1119	0,08393	30507	0	0	0
30246	0	0	0	30508	0	0	0
30247	0	0,09325	0,06994	30509	0	0	0
30248	0	0	0	30510	0	0,373	0,23116
30249	0	0	0	30511	0	0,59	0,36565
30250	0	0	0	30512	0	0,59	0,36565
30251	0	0	0				

Tabela 23: Transformadores da Unidade 3.

De	Para	X (%)	De	Para	X (%)
2	3	0,113369	30236	30237	0,047044
300	3000	0,073837	30241	30242	0,058936
300	3001	0,072508	30248	30249	0,044502
301	3003	0,073355	30257	30258	0,058936
30000	30001	0,052797	30265	30266	0,058936
30007	30008	0,058434	30272	30273	0,058936
30014	30015	0,059047	30280	30281	0,03879
30023	30024	0,033861	30290	30291	0,044012
30026	30027	0,05505	30303	30304	0,06208
30036	30037	0,058552	30309	30310	0,049196
30044	30045	0,054552	30318	30319	0,052797
30052	30053	0,034804	30324	30325	0,039665
30044	30045	0,054552	30330	30331	0,066489
30061	30062	0,034804	30342	30343	0,042665
30069	30070	0,06978	30347	30348	0,067686
30083	30084	0,056741	30353	30354	0,056623
30089	30090	0,043439	30353	30355	0,056623
30094	30095	0,05495	30357	30358	0,066889
30105	30106	0,063364	30361	30362	0,077755
30113	30114	0,054452	30364	30365	0,044404
30121	30122	0,056768	30375	30376	0,044404
30125	30126	0,056945	30382	30383	0,044404
Continua					

De	Para	X (%)	De	Para	X (%)
Continuação					
30129	30130	0,057165	30386	30387	0,044404
30132	30133	0,054154	30353	30354	0,056623
30138	30139	0,050957	30391	30392	0,064397
30145	30146	0,040589	30394	30395	0,048609
30151	30152	0,046887	30406	30407	0,044404
30159	30160	0,05021	30413	30414	0,0489
30187	30188	0,054985	30386	30387	0,044404
30190	30191	0,054072	30422	30423	0,058683
30204	30205	0,056669	30422	30429	0,058683
30209	30210	0,06649	30438	30439	0,068185
30212	30213	0,056623	30453	30454	0,048426
30212	30214	0,056623	30456	30457	0,05933
30218	30219	0,077655	30460	30461	0,049645
30221	30222	0,056623	30464	30465	0,070767
30221	30223	0,056623	30471	30472	0,057837
30225	30226	0,067786	30478	30479	0,048131
30228	30229	0,056623	30488	30489	0,061881
30228	30230	0,056623	30496	30497	0,056045
30232	30233	0,056623	30507	30508	0,072703
30232	30234	0,056623			

C-5 Unidade 4

Tabela 24: Trechos da Unidade 4.

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
1	2	6,14E-08	2,72E-07	5001	50144	0,000291	0,000438
3	10	1,18E-07	2,59E-07	50144	50145	0,000527	4,45E-05
10	500	4,16E-05	1,21E-05	50146	50147	0,025972	0,024722
5000	5002	0,01147	0,017391	50144	50148	2,77E-05	4,20E-05
5003	5004	0,01375	0,023194	50149	50150	0,000226	0,000384
5001	5005	0,01147	0,017391	50150	50151	0,012919	0,0033
5006	5007	0,01375	0,023194	50150	50152	0,01265	0,003231
5000	50000	0,002245	0,002154	50150	50153	0,012919	0,0033
50000	50001	2,64E-05	2,23E-05	50150	50154	0,012919	0,0033
50002	50003	0,017722	0,023472	50150	50155	0,001967	0,002033
50000	50004	2,64E-05	2,23E-05	50150	50156	0,001678	0,001734
50005	50006	0,000231	0,000239	50150	50157	0,001909	0,001973
50006	50007	0,003023	0,001389	50150	50158	0,001678	0,001734
50006	50008	0,012112	0,003094	50150	50159	0,001215	0,001256
50006	50009	0,013188	0,003369	50150	50160	0,012919	0,0033
50006	50010	0,013727	0,003506	50150	50161	0,01265	0,003231
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
50006	50011	0,014803	0,003781	50150	50162	0,012112	0,003094
50000	50012	2,64E-05	2,23E-05	50150	50163	0,011304	0,002887
50013	50014	0,011096	0,014696	50150	50164	0,009959	0,002544
50014	50015	0,055739	0,066043	50150	50165	0,014534	0,003712
50015	50016	0,038835	0,005143	50150	50166	0,014265	0,003644
50014	50017	0,055739	0,066043	50150	50167	0,013996	0,003575
5000	50018	0,000413	0,000446	50144	50168	0,000527	4,45E-05
50018	50019	0,027819	0,02875	50169	50170	0,017217	0,029043
50020	50021	0,027208	0,023333	50170	50171	0,017035	0,014609
50018	50022	3,96E-05	3,34E-05	50170	50172	0,017035	0,014609
50023	50024	0,000231	0,000239	50170	50173	0,017035	0,014609
50024	50025	0,024224	0,006187	50144	50174	0,000527	4,45E-05
50024	50026	0,024224	0,006187	50175	50176	0,017217	0,029043
50024	50027	0,017496	0,006161	50176	50177	0,011096	0,014696
50024	50028	0,010766	0,00275	50176	50178	0,011096	0,014696
50024	50029	0,010766	0,00275	50176	50179	0,011096	0,014696
50024	50030	0,010766	0,00275	50176	50180	0,011096	0,014696
50024	50031	0,010766	0,00275	50176	50181	0,011096	0,014696
50024	50032	0,010766	0,00275	50176	50182	0,011096	0,014696
50018	50033	0,000413	0,000446	50144	50183	0,000527	4,45E-05
50034	50035	0,341587	0,368913	50184	50185	0,017217	0,029043
50035	50036	0,341587	0,368913	50144	50186	0,000527	4,45E-05
5000	50037	0,000736	0,001746	50187	50188	0,017217	0,029043
50037	50038	0,034875	0,029444	50188	50189	0,011096	0,014696
50039	50040	0,017722	0,023472	50189	50190	0,07767	0,101652
50037	50041	0,000139	2,10E-05	50189	50191	0,072122	0,094391
50042	50043	0,000118	0,000224	50189	50192	0,072122	0,094391
50043	50044	0,013997	0,049289	50188	50193	0,008609	0,014522
50043	50045	0,013802	0,00486	50144	50194	0,000104	0,000199
50043	50046	0,013608	0,004792	50144	50195	9,11E-05	0,000173
50043	50047	0,013997	0,049289	50144	50196	8,03E-05	0,000153
50043	50048	0,013802	0,00486	50144	50197	0,000527	4,45E-05
50043	50049	0,013997	0,049289	50198	50199	0,025972	0,024722
50043	50050	0,023685	0,00605	50144	50200	0,000527	4,45E-05
50043	50051	0,024493	0,006256	50201	50202	0,017009	0,02887
50043	50052	0,010107	0,00356	50202	50203	0,014061	0,014609
50043	50053	0,010692	0,003765	5001	50204	0,00028	0,000302
50043	50054	0,011275	0,003971	50204	50205	0,000264	2,23E-05
50043	50055	0,011858	0,004176	50206	50207	0,011209	0,014609
50043	50056	0,025838	0,0066	50204	50208	0,000264	2,23E-05
50043	50057	0,025569	0,006531	50209	50210	0,017903	0,023333
50043	50058	0,018571	0,004744	50210	50211	0,046861	0,012361
50037	50059	2,64E-05	2,23E-05	5001	50212	0,001156	0,000908
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
50060	50061	0,008504	0,014435	50212	50213	5,46E-05	3,47E-05
50061	50062	0,008504	0,014435	50214	50215	0,012913	0,021783
50062	50063	0,008504	0,014435	50215	50216	0,021522	0,036304
50062	50064	0,008504	0,014435	50215	50217	0,021522	0,036304
50061	50065	0,008504	0,014435	5001	50218	0,000389	0,000648
50061	50066	0,008504	0,014435	50218	50219	3,96E-05	3,34E-05
50037	50067	2,64E-05	2,23E-05	50220	50221	0,019479	0,018542
50068	50069	0,008504	0,014435	50221	50222	0,013701	0,011806
50069	50070	0,008504	0,014435	50218	50223	2,02E-05	1,97E-05
50069	50071	0,008504	0,014435	50224	50225	0,000171	0,000204
50069	50072	0,008504	0,014435	50225	50226	0,006998	0,001787
50069	50073	0,008504	0,014435	50225	50227	0,006998	0,001787
50069	50074	0,008504	0,014435	50225	50228	0,006729	0,000172
50069	50075	0,008504	0,014435	50225	50229	0,00646	0,000165
50069	50076	0,008504	0,014435	50225	50230	0,00619	0,001581
50037	50077	2,64E-05	2,23E-05	50225	50231	0,005437	0,001389
50078	50079	0,000113	0,000192	50225	50232	0,005168	0,00132
50079	50080	0,019379	0,00495	50225	50233	0,004845	0,001237
50079	50081	0,018841	0,004812	50225	50234	0,004576	0,001169
50079	50082	0,019379	0,00495	50225	50235	0,018841	0,004812
50079	50083	0,019917	0,005087	50225	50236	0,018841	0,004812
50079	50084	0,019379	0,00495	50225	50237	0,022609	0,005775
50079	50085	0,019917	0,005087	50225	50238	0,022609	0,005775
50079	50086	0,019917	0,005087	50225	50239	0,008901	0,003873
50079	50087	0,019379	0,00495	50225	50240	0,008901	0,003873
50079	50088	0,019379	0,00495	50225	50241	0,008901	0,003873
50079	50089	0,018302	0,004675	50225	50242	0,010766	0,00275
50079	50090	0,016718	0,005887	50225	50243	0,010766	0,00275
50079	50091	0,016524	0,005819	50218	50244	3,96E-05	3,34E-05
50079	50092	0,016329	0,00575	50235	50246	0,012196	0,011609
50079	50093	0,014191	0,004997	50236	50247	0,00813	0,007739
50079	50094	0,021801	0,000557	50236	50248	0,00813	0,007739
50079	50095	0,02207	0,005637	50236	50249	0,00813	0,007739
5000	50096	0,000288	0,000457	5001	50250	0,000678	0,001165
50096	50097	0,000102	0,000194	50250	50251	2,64E-05	2,23E-05
50096	50098	9,11E-05	0,000173	50252	50253	0,023056	0,029444
50096	50099	7,77E-05	0,000148	50253	50254	0,023208	0,006181
50096	50100	2,77E-05	4,20E-05	50250	50255	1,39E-05	2,10E-05
50101	50102	0,000236	0,000448	50256	50257	0,000118	0,000224
50102	50103	0,003905	0,002478	50257	50258	0,010012	0,006355
50102	50104	0,003604	0,002288	50257	50259	0,010012	0,006355
50102	50105	0,003504	0,002224	50257	50260	0,007409	0,004702
50102	50106	0,003312	0,00197	50257	50261	0,007409	0,004702
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
50102	50107	0,003003	0,001906	50257	50262	0,001531	0,003531
50102	50108	0,002703	0,001716	50257	50263	0,001531	0,003531
50102	50109	0,014265	0,003644	50257	50264	0,018841	0,004812
50096	50110	2,77E-05	4,20E-05	50257	50265	0,018841	0,004812
50111	50112	0,000236	0,000448	50257	50266	0,024224	0,006187
50112	50113	0,002303	0,001462	50257	50267	0,026915	0,006875
50112	50114	0,004606	0,002117	50257	50268	0,026915	0,006875
50112	50115	0,003598	0,001654	50257	50269	0,025838	0,0066
50112	50116	0,002735	0,001257	50257	50270	0,024224	0,006187
50112	50117	0,011035	0,002819	50257	50271	0,024224	0,006187
50112	50118	0,012112	0,003094	50257	50272	0,024224	0,006187
50112	50119	0,012919	0,0033	50250	50273	2,64E-05	2,23E-05
50112	50120	0,011573	0,002956	50274	50275	0,008504	0,014435
50112	50121	0,012112	0,003094	50275	50276	0,017009	0,041391
50112	50122	0,013188	0,003369	50275	50277	0,017009	0,041391
50112	50123	0,011843	0,003025	50275	50278	0,017009	0,041391
50112	50124	0,01265	0,003231	50275	50279	0,017009	0,041391
50112	50125	0,013727	0,003506	50275	50280	0,017009	0,041391
50112	50126	0,012112	0,003094	50275	50281	0,017009	0,041391
50112	50127	0,012919	0,0033	50275	50282	0,017009	0,041391
50112	50128	0,013996	0,003575	50275	50283	0,017009	0,041391
50112	50129	0,024493	0,006256	50250	50284	2,64E-05	2,23E-05
50112	50130	0,001602	0,003696	50285	50286	0,008504	0,014435
50112	50131	0,002153	0,004965	50286	50287	0,008504	0,014435
50112	50132	0,010766	0,00275	50285	50288	0,008504	0,014435
50112	50133	0,017495	0,004469	50288	50289	0,008504	0,014435
50112	50134	0,01265	0,003231	50288	50290	0,008504	0,014435
50112	50135	0,010497	0,002681	50250	50291	2,64E-05	2,23E-05
50096	50136	0,000527	4,45E-05	50292	50293	0,008504	0,014435
50137	50138	0,017009	0,02887	50293	50294	0,008504	0,014435
50138	50139	0,293857	0,186522	50250	50295	2,64E-05	2,23E-05
50138	50140	0,271252	0,172174	50296	50297	0,008504	0,014435
50138	50141	0,263717	0,167391	50297	50298	0,008504	0,014435
50138	50142	0,233578	0,148261	50297	50299	0,008504	0,014435
50138	50143	0,226043	0,143478				

Tabela 25: Barras da Unidade 4.

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
1	2	0	0	50144	0	0	0
2	0	0	0	50145	0	0	0
3	0	0	0	50146	0	0	0
10	0	0	0	50147	0	0,44	0,26787
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continua							
500	0	0	0	50148	0	0	0
5000	0	0	0	50149	0	0	0
5001	0	0	0	50150	0	0	0
5002	0	0	0	50151	0	0,185	0,09985
5003	0	0	0	50152	0	0,185	0,09985
5004	0	0,12	0,09	50153	0	0,185	0,09985
5005	0	0	0	50154	0	0,185	0,09985
5006	0	0	0	50155	0	0,59	0,42715
5007	0	0,12	0,09	50156	0	0,59	0,42715
50000	0	0	0	50157	0	0,59	0,42715
50001	0	0	0	50158	0	0,92	0,57016
50002	0	0	0	50159	0	0,92	0,57016
50003	0	0,276	0,11757	50160	0	0,33	0,23892
50004	0	0	0	50161	0	0,33	0,23892
50005	0	0	0	50162	0	0,33	0,23892
50006	0	0	0	50163	0	0,33	0,23892
50007	0	0,373	0,21328	50164	0	0,33	0,23892
50008	0	0,22	0,15927	50165	0	0,16	0,11584
50009	0	0,22	0,15927	50166	0	0,16	0,11584
50010	0	0,3	0,225	50167	0	0,16	0,11584
50011	0	0,3	0,225	50168	0	0	0
50012	0	0	0	50169	0	0	0
50013	0	0	0	50170	0	0	0
50014	0	0	0	50171	0	0,312	0,234
50015	0	0,151	0,11325	50172	0	0,312	0,20967
50016	0	0,165	0,04816	50173	0	0,312	0,234
50017	0	0,41	0,22134	50174	0	0	0
50018	0	0	0	50175	0	0	0
50019	0	0	0	50176	0	0	0
50020	0	0	0	50177	0	0,33	0,09625
50021	0	0,10125	0,04936	50178	0	0,33	0,09625
50022	0	0	0	50179	0	0,33	0,09625
50023	0	0	0	50180	0	0,33	0,09625
50024	0	0	0	50181	0	0,33	0,09625
50025	0	0,4	0,28959	50182	0	0,33	0,09625
50026	0	0,4	0,28959	50183	0	0	0
50027	0	0,4	0,28959	50184	0	0	0
50028	0	0,37	0,21755	50185	0	0	0
50029	0	0,37	0,21755	50186	0	0	0
50030	0	0,37	0,21755	50187	0	0	0
50031	0	0,56	0,34429	50188	0	0	0
50032	0	0,56	0,34429	50189	0	0	0
50033	0	0	0	50190	0	0,33	0,09625
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
50034	0	0	0	50191	0	0,33	0,09625
50035	0	0	0	50192	0	0,33	0,09625
50036	0	0,323	0,16551	50193	0	0,642	0,4815
50037	0	0	0	50194	0	4,5	2,78885
50038	0	0	0	50195	0	4,5	2,78885
50039	0	0	0	50196	0	4,5	2,78885
50040	0	0,276	0,11757	50197	0	0	0
50041	0	0	0	50198	0	0	0
50042	0	0	0	50199	0	0,44	0,26787
50043	0	0	0	50200	0	0	0
50044	0	0,63	0,40694	50201	0	0	0
50045	0	0,63	0,40694	50202	0	0	0
50046	0	0,63	0,40694	50203	0	4,014	2,166
50047	0	0,63	0,40694	50204	0	0	0
50048	0	0,63	0,40694	50205	0	0	0
50049	0	0,63	0,40694	50206	0	0,666	0,3584
50050	0	0,66	0,42632	50207	0	0	0
50051	0	0,66	0,42632	50208	0	0	0
50052	0	0,66	0,42632	50209	0	0	0
50053	0	0,66	0,42632	50210	0	0	0
50054	0	0,22	0,15356	50211	0	0,624	0,585
50055	0	0,22	0,15356	50212	0	0	0
50056	0	0,185	0,09985	50213	0	0	0
50057	0	0,185	0,09985	50214	0	0	0
50058	0	0,2238	0,16202	50215	0	0	0
50059	0	0	0	50216	0	0,885	0,66375
50060	0	0	0	50217	0	0,03	0,0225
50061	0	0	0	50218	0	0	0
50062	0	0	0	50219	0	0	0
50063	0	0,33	0,2475	50220	0	0	0
50064	0	0,33	0,2475	50221	0	0	0
50065	0	0,7983	0,38663	50222	0	0,44	0,23749
50066	0	0,365	0,27375	50223	0	0	0
50067	0	0	0	50224	0	0	0
50068	0	0	0	50225	0	0	0
50069	0	0	0	50226	0	0,26	0,195
50070	0	0,33	0,21316	50227	0	0,3	0,178
50071	0	0,33	0,21316	50228	0	0,3	0,178
50072	0	0,33	0,21316	50229	0	0,3	0,178
50073	0	0,09	0,05578	50230	0	0,3	0,178
50074	0	0,11	0,07392	50231	0	0,3	0,178
50075	0	0,11	0,07392	50232	0	0,3	0,178
50076	0	0,11	0,07392	50233	0	0,3	0,178
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
50077	0	0	0	50234	0	0,3	0,178
50078	0	0	0	50235	0	0,185	0,11465
50079	0	0	0	50236	0	0,185	0,11465
50080	0	0,185	0,13394	50237	0	0,44	0,261
50081	0	0,185	0,13394	50238	0	0,44	0,261
50082	0	0,185	0,13394	50239	0	1	0,59337
50083	0	0,185	0,13394	50240	0	1	0,59337
50084	0	0,22	0,13054	50241	0	1	0,59337
50085	0	0,22	0,13054	50242	0	0,3	0,225
50086	0	0,22	0,13054	50243	0	0,3	0,225
50087	0	0,22	0,13054	50244	0	0	0
50088	0	0,22	0,13054	50245	0	0	0
50089	0	0,22	0,13054	50246	0	0	0
50090	0	0,66	0,42632	50247	0	0,79	0,23042
50091	0	0,66	0,42632	50248	0	0,84	0,45338
50092	0	0,66	0,42632	50249	0	0,17	0,1275
50093	0	0,66	0,42632	50250	0	0	0
50094	0	0,185	0,11465	50251	0	0	0
50095	0	0,185	0,11465	50252	0	0	0
50096	0	0	0	50253	0	0	0
50097	0	4,5	2,78885	50254	0	0,276	0,11757
50098	0	4,5	2,78885	50255	0	0	0
50099	0	4,5	2,78885	50256	0	0	0
50100	0	0	0	50257	0	0	0
50101	0	0	0	50258	0	0,56	0,40543
50102	0	0	0	50259	0	0,56	0,40543
50103	0	0,75	0,5235	50260	0	0,56	0,40543
50104	0	0,75	0,5235	50261	0	0,56	0,40543
50105	0	0,75	0,5235	50262	0	0,66	0,46068
50106	0	0,75	0,5235	50263	0	0,66	0,46068
50107	0	0,75	0,5235	50264	0	0,15	0,1125
50108	0	0,75	0,5235	50265	0	0,15	0,1125
50109	0	0,33	0,23892	50266	0	0,368	0,2397
50110	0	0	0	50267	0	0,368	0,2397
50111	0	0	0	50268	0	0,15	0,1125
50112	0	0	0	50269	0	0,26	0,195
50113	0	0,92	0,57016	50270	0	0,368	0,2397
50114	0	0,59	0,42715	50271	0	0,368	0,2397
50115	0	0,59	0,42715	50272	0	0	0
50116	0	0,59	0,42715	50273	0	0	0
50117	0	0,185	0,1323	50274	0	0	0
50118	0	0,185	0,1323	50275	0	0	0
50119	0	0,185	0,1323	50276	0	0,4	0,2792
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
Continuação							
50120	0	0,185	0,1323	50277	0	0,4	0,2792
50121	0	0,185	0,1323	50278	0	0,4	0,2792
50122	0	0,185	0,1323	50279	0	0,4	0,2792
50123	0	0,185	0,1323	50280	0	0,26	0,18824
50124	0	0,185	0,1323	50281	0	0,26	0,18824
50125	0	0,185	0,1323	50282	0	0,26	0,18824
50126	0	0,185	0,1323	50283	0	0,26	0,18824
50127	0	0,185	0,1323	50284	0	0	0
50128	0	0,185	0,1323	50285	0	0	0
50129	0	0,33	0,23892	50286	0	0	0
50130	0	0,44	0,28421	50287	0	1,235	0,59814
50131	0	0,44	0,28421	50288	0	0,525	0,15308
50132	0	0,3	0,225	50289	0	0,44	0,34148
50133	0	0,48	0,31	50290	0	0,44	0,34148
50134	0	0,3	0,225	50291	0	0	0
50135	0	0,15	0,1125	50292	0	0	0
50136	0	0	0	50293	0	1,067	0,60266
50137	0	0	0	50294	0	0,11	0,08537
50138	0	0	0	50295	0	0	0
50139	0	0,281	0,21075	50296	0	0	0
50140	0	0,281	0,21075	50297	0	1,05	0,30625
50141	0	0,281	0,21075	50298	0	0,44	0,34148
50142	0	0,281	0,21075	50299	0	0,44	0,34148
50143	0	0,281	0,21075				

Tabela 26: Transformadores da Unidade 4.

De	Para	X (%)	De	Para	X (%)
2	3	0,113369	50148	50149	0,083051
500	5000	0,139734	50168	50169	0,056174
500	5001	0,140534	50174	50175	0,060425
5002	5003	0,070316	50183	50184	0,055778
5005	5006	0,070316	50186	50187	0,061222
50001	50002	0,042448	50197	50198	0,041176
50004	50005	0,067412	50200	50201	0,055877
50012	50013	0,04866	50205	50206	0,048561
50019	50020	0,041665	50208	50209	0,052159
50022	50023	0,070498	50213	50214	0,059741
50033	50034	0,042839	50219	50220	0,042643
50038	50039	0,042252	50223	50224	0,081155
50041	50042	0,082352	50244	50245	0,05657
50059	50060	0,061819	50251	50252	0,042056
50067	50068	0,062018	50255	50256	0,083351
Continua					

De	Para	X (%)	De	Para	X (%)
Continuação					
50077	50078	0,081853	50273	50274	0,055183
50100	50101	0,082352	50284	50285	0,055481
50110	50111	0,082053	50291	50292	0,065487
50136	50137	0,056273	50295	50296	0,056471
50145	50146	0,061128			

C-5 Unidade 1 com Subestações Críticas

Tabela 27: Trechos da Unidade 1 (Subestações Críticas).

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
1	2	6,14E-08	2,72E-07	10139	10156	0,011014	0,00126
3	10	1,18E-07	2,59E-07	10139	10157	0,008048	0,000921
10	100	8,86E-05	0,000122	10139	10169	0,000646	0,000481
1000	10083	2,07E-05	2,54E-05	10169	10170	0,002678	0,000447
10083	10084	0,000302	0,000922	10169	10171	0,002678	0,000447
10084	10085	7,77E-06	9,52E-06	10169	10172	0,002678	0,000447
10085	10086	0,000108	4,59E-05	10169	10173	0,002678	0,000447
10087	10088	0,008774	0,008522	10137	10174	0,000108	4,59E-05
10087	10089	0,008774	0,008522	10175	10176	0,002196	0,00213
10087	10090	0,008774	0,008522	10175	10177	0,002196	0,00213
10085	10091	8,99E-05	3,83E-05	10175	10178	0,002196	0,00213
10092	10093	0,008774	0,008522	10137	10179	0,000117	4,97E-05
10092	10094	0,008774	0,008522	10180	10181	0,002196	0,00213
10085	10095	8,09E-05	3,44E-05	10180	10182	0,002196	0,00213
10096	10097	0,008774	0,008522	10182	10348	0,002196	0,00213
10096	10098	0,008774	0,008522	10180	10183	0,002196	0,00213
10096	10099	0,008774	0,008522	10137	10184	0,000126	4,97E-05
10085	10100	7,19E-05	3,06E-05	10185	10186	0,002196	0,00213
10101	10102	0,008774	0,008522	10185	10187	0,002196	0,00213
10101	10103	0,008774	0,008522	10185	10188	0,002196	0,00213
10085	10104	5,18E-05	6,35E-05	10137	10189	0,000135	5,74E-05
10105	10106	0,000687	0,000687	10190	10191	0,002196	0,00213
10106	10107	0,002118	0,000242	10190	10192	0,002196	0,00213
10106	10108	0,001694	0,000194	10190	10193	0,002196	0,00213
10106	10109	0,001694	0,000194	10137	10194	0,001457	0,000351
10106	10110	0,001694	0,000194	10195	10196	0,00841	0,008167
10106	10111	0,001694	0,000194	10137	10197	0,000153	6,50E-05
10106	10112	0,001694	0,000194	10198	10199	0,017521	0,017014
10106	10113	0,002118	0,000242	10134	10200	0,000493	0,000154
10106	10114	0,001694	0,000194	10201	10202	0,016996	0,012783
10106	10115	0,001271	0,000145	10134	10203	0,000493	0,000154
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
10106	10116	0,001271	0,000145	10204	10205	0,010722	0,012522
10106	10117	0,001271	0,000145	10205	10206	0,007148	0,008348
10106	10118	0,001271	0,000145	10205	10207	0,007148	0,008348
10106	10119	0,009319	0,001066	10134	10208	9,85E-05	0,000121
10106	10120	0,004236	0,000485	10208	10209	4,87E-05	8,93E-06
10106	10121	0,00268	0,000456	10210	10211	0,002196	0,00213
10106	10122	0,000427	0,000121	10210	10212	0,002196	0,00213
10106	10123	0,000427	0,000121	10210	10213	0,002196	0,00213
10106	10124	0,000427	0,000121	10210	10214	0,002196	0,00213
10106	10125	0,000214	0,000112	10210	10215	0,006522	0,026348
10106	10126	0,000214	0,000112	10208	10216	0,000155	0,00019
10106	10127	0,00402	0,000684	10216	10217	0,000113	5,80E-05
10106	10128	0,008048	0,000921	10218	10219	0,000143	0,00016
10106	10129	0,004824	0,000821	10219	10220	0,000115	0,000128
10106	10130	0,005083	0,000582	10220	10221	0,01782	0,003801
10106	10131	0,006432	0,001095	10220	10222	0,019712	0,004205
10106	10132	0,008472	0,000969	10220	10223	0,039424	0,00841
10106	10133	0,003752	0,000639	10220	10224	0,043208	0,009217
1001	10134	2,07E-05	2,54E-05	10220	10225	0,045732	0,009755
10134	10135	2,07E-05	2,54E-05	10220	10226	0,008867	0,003459
10135	10136	0,000302	0,000922	10226	10227	0,001607	0,000268
10136	10137	1,30E-05	1,59E-05	10226	10228	0,001607	0,000268
10137	10138	1,55E-05	1,90E-05	10226	10229	0,001607	0,000268
10349	10139	0,000687	0,000786	10226	10230	0,001607	0,000268
10139	10140	0,003812	0,000436	10226	10231	0,001879	0,000723
10139	10141	0,003812	0,000436	10232	10233	0,022661	0,017043
10139	10142	0,001282	0,000364	10233	10234	0,028313	0,017217
10139	10143	0,001282	0,000364	10233	10235	0,007504	0,002261
10139	10144	0,003812	0,000436	10233	10236	0,007504	0,002261
10139	10145	0,003812	0,000436	10216	10237	5,19E-05	1,62E-05
10139	10146	0,003812	0,000436	10238	10239	0,000143	0,00016
10139	10147	0,003812	0,000436	10239	10240	0,030435	0,006492
10139	10148	0,003812	0,000436	10239	10241	0,029174	0,006223
10139	10149	0,003812	0,000436	10239	10242	0,033116	0,007064
10139	10150	0,006778	0,000776	10239	10243	0,035481	0,007569
10139	10151	0,006778	0,000776	10239	10244	0,013846	0,005326
10139	10152	0,000642	0,000335	10244	10245	0,001339	0,000224
10139	10153	0,000642	0,000335	10244	10246	0,001339	0,000224
10139	10154	0,009319	0,001066	10244	10247	0,000772	0,000186
10139	10155	0,009319	0,001066	10248	10249	0,011209	0,014609

Tabela 28: Barras da Unidade 1 (Subestações Críticas).

Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	Q (pu)
1	2	0	0	10169	0	0	0
2	0	0	0	10170	0	0,30288	0,18691
3	0	0	0	10171	0	0,15293	0,09074
10	0	0	0	10172	0	0,22678	0,13276
100	0	0	0	10173	0	0,1492	0,09247
1000	0	0	0	10174	0	0	0
1001	0	0	0	10175	0	0	0
10083	0	0	0	10176	0	0,26856	0,20142
10084	0	0	0	10177	0	0,30661	0,22989
10085	0	0	0	10178	0	0,42895	0,3217
10086	0	0	0	10179	0	0	0
10087	0	0	0	10180	0	0	0
10088	0	0,59757	0,44816	10181	0	0,27453	0,20588
10089	0	0,32824	0,24618	10182	0	0,6692	0,42689
10090	0	0,37451	0,27863	10348	0	0,7712	0,578
10091	0	0	0	10183	0	0,58038	0,43529
10092	0	0	0	10184	0	0	0
10093	0	1,80344	1,35261	10185	0	0	0
10094	0	0,83477	0,62608	10186	0	0,40565	0,30424
10095	0	0	0	10187	0	0,28721	0,21541
10096	0	0	0	10188	0	0,31705	0,23779
10097	0	0,65126	0,48835	10189	0	0	0
10098	0	0,44462	0,33346	10190	0	0	0
10099	0	0,3551	0,26632	10191	0	0,50355	0,37768
10100	0	0	0	10192	0	0,09325	0,06994
10101	0	0	0	10193	0	0,50578	0,37933
10102	0	0,69154	0,51865	10194	0	0	0
10103	0	0,17158	0,12869	10195	0	0	0
10104	0	0	0	10196	0	0,96	0,72
10105	0	0	0	10197	0	0	0
10106	0	0	0	10198	0	0	0
10107	0	0,1865	0,13018	10199	0	0,18	0,135
10108	0	0,2238	0,1328	10200	0	0	0
10109	0	0,2238	0,1387	10201	0	0	0
10110	0	0,2238	0,1387	10202	0	0,8952	0,6714
10111	0	0,2611	0,16182	10203	0	0	0
10112	0	0,2238	0,1387	10204	0	0	0
10113	0	0,1865	0,13018	10205	0	0	0
10114	0	0,2611	0,16182	10206	0	0,09325	0,06994
10115	0	0,2611	0,16182	10207	0	0,2611	0,19583
10116	0	0,2611	0,16182	10208	0	0	0
10117	0	0,2611	0,16182	10209	0	0	0
10118	0	0,2611	0,16182	10210	0	0	0
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
10119	0	0,2611	0,16182	10211	0	1,5901	1,19257
10120	0	0,2238	0,16785	10212	0	1,378	1,0335
10121	0	0,2238	0,16785	10213	0	0,5106	0,38295
10122	0	0,4476	0,2774	10214	0	0,5833	0,43748
10123	0	0,373	0,26036	10215	0	0,6144	0,4608
10124	0	0,373	0,26036	10216	0	0	0
10125	0	0,5222	0,30986	10217	0	0	0
10126	0	0,5222	0,30986	10218	0	0	0
10127	0	0,4476	0,28912	10219	0	0	0
10128	0	0,18	0,11627	10220	0	0	0
10129	0	0,4476	0,324	10221	0	0,30586	0,18875
10130	0	0,2611	0,16387	10222	0	0,30288	0,18781
10131	0	0,22	0,11271	10223	0	0,1492	0,09247
10132	0	0,1865	0,13018	10224	0	0,1492	0,08853
10133	0	0,4476	0,28912	10225	0	0,1492	0,11119
10134	0	0	0	10226	0	0	0
10135	0	0	0	10227	0	0,3	0,2016
10136	0	0	0	10228	0	0,3	0,2016
10137	0	0	0	10229	0	0,3	0,2016
10138	0	0	0	10230	0	0,3	0,2016
10349	0	0	0	10231	0	0	0
10139	0	0	0	10232	0	0	0
10140	0	0,2238	0,1328	10233	0	0	0
10141	0	0,2238	0,1328	10234	0	0,33	0,19581
10142	0	0,373	0,23116	10235	0	0,06	0,03718
10143	0	0,42	0,26029	10236	0	0,093	0,05764
10144	0	0,2611	0,16182	10237	0	0	0
10145	0	0,2611	0,16182	10238	0	0	0
10146	0	0,2984	0,18493	10239	0	0	0
10147	0	0,2611	0,16182	10240	0	0,30586	0,18875
10148	0	0,2984	0,18493	10241	0	0,30288	0,18781
10149	0	0,2611	0,16182	10242	0	0,30288	0,18781
10150	0	0,4476	0,2774	10243	0	0,30586	0,18875
10151	0	0,1865	0,11558	10244	0	0	0
10152	0	0,5222	0,25291	10245	0	0,3	0,19378
10153	0	0,5968	0,289	10246	0	0,3	0,19378
10154	0	0,1865	0,10066	10247	0	0	0
10155	0	0,30288	0,18771	10248	0	0	0
10156	0	0,2238	0,1387	10249	0	0,91922	0,68942
10157	0	0,18	0,10681				

Tabela 29: Transformadores Unidade 1 (Subestações Críticas).

De	Para	X (%)	De	Para	X (%)
2	3	0,113369	10184	10185	0,070639
100	1000	0,120437	10189	10190	0,060541
100	1001	0,092831	10194	10195	0,04724
10086	10087	0,07797	10197	10198	0,04724
10091	10092	0,060342	10200	10201	0,057264
10095	10096	0,05558	10203	10204	0,058932
10100	10101	0,057165	10209	10210	0,049054
10104	10105	0,049811	10217	10218	0,056543
10138	10349	0,049112	10231	10232	0,04931
10174	10175	0,056967	10237	10238	0,05724
10179	10180	0,05766	10247	10248	0,04931

C-6 Unidade 4 com Subestações Críticas

Tabela 30: Trechos da Unidade 4 (Subestações Críticas).

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
1	2	6,14E-08	2,72E-07	50150	50156	0,001678	0,001734
3	10	1,18E-07	2,59E-07	50150	50157	0,001909	0,001973
10	500	4,16E-05	1,21E-05	50150	50158	0,001678	0,001734
5000	5002	0,01147	0,017391	50150	50159	0,001215	0,001256
5003	5004	0,01375	0,023194	50150	50160	0,012919	0,0033
5001	5005	0,01147	0,017391	50150	50161	0,01265	0,003231
5006	5007	0,01375	0,023194	50150	50162	0,012112	0,003094
5000	50037	0,000736	0,001746	50150	50163	0,011304	0,002887
50037	50038	0,034875	0,029444	50150	50164	0,009959	0,002544
50039	50040	0,017722	0,023472	50150	50165	0,014534	0,003712
50037	50041	0,000139	2,10E-05	50150	50166	0,014265	0,003644
50042	50043	0,000118	0,000224	50150	50167	0,013996	0,003575
50043	50044	0,013997	0,049289	50144	50168	0,000527	4,45E-05
50043	50045	0,013802	0,00486	50169	50170	0,017217	0,029043
50043	50046	0,013608	0,004792	50170	50171	0,017035	0,014609
50043	50047	0,013997	0,049289	50170	50172	0,017035	0,014609
50043	50048	0,013802	0,00486	50170	50173	0,017035	0,014609
50043	50049	0,013997	0,049289	50144	50174	0,000527	4,45E-05
50043	50050	0,023685	0,00605	50175	50176	0,017217	0,029043
50043	50051	0,024493	0,006256	50176	50177	0,011096	0,014696
50043	50052	0,010107	0,00356	50176	50178	0,011096	0,014696
50043	50053	0,010692	0,003765	50176	50179	0,011096	0,014696
50043	50054	0,011275	0,003971	50176	50180	0,011096	0,014696
50043	50055	0,011858	0,004176	50176	50181	0,011096	0,014696

Continua

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
50043	50056	0,025838	0,0066	50176	50182	0,011096	0,014696
50043	50057	0,025569	0,006531	50144	50183	0,000527	4,45E-05
50043	50058	0,018571	0,004744	50184	50185	0,017217	0,029043
50037	50059	2,64E-05	2,23E-05	50144	50186	0,000527	4,45E-05
50060	50061	0,008504	0,014435	50187	50188	0,017217	0,029043
50061	50062	0,008504	0,014435	50188	50189	0,011096	0,014696
50062	50063	0,008504	0,014435	50189	50190	0,07767	0,101652
50062	50064	0,008504	0,014435	50189	50191	0,072122	0,094391
50061	50065	0,008504	0,014435	50189	50192	0,072122	0,094391
50061	50066	0,008504	0,014435	50188	50193	0,008609	0,014522
50037	50067	2,64E-05	2,23E-05	50144	50194	0,000104	0,000199
50068	50069	0,008504	0,014435	50144	50195	9,11E-05	0,000173
50069	50070	0,008504	0,014435	50144	50196	8,03E-05	0,000153
50069	50071	0,008504	0,014435	50144	50197	0,000527	4,45E-05
50069	50072	0,008504	0,014435	50198	50199	0,025972	0,024722
50069	50073	0,008504	0,014435	50144	50200	0,000527	4,45E-05
50069	50074	0,008504	0,014435	50201	50202	0,017009	0,02887
50069	50075	0,008504	0,014435	50202	50203	0,014061	0,014609
50069	50076	0,008504	0,014435	5001	50218	0,000389	0,000648
50037	50077	2,64E-05	2,23E-05	50218	50219	3,96E-05	3,34E-05
50078	50079	0,000113	0,000192	50220	50221	0,019479	0,018542
50079	50080	0,019379	0,00495	50221	50222	0,013701	0,011806
50079	50081	0,018841	0,004812	50218	50223	2,02E-05	1,97E-05
50079	50082	0,019379	0,00495	50224	50225	0,000171	0,000204
50079	50083	0,019917	0,005087	50225	50226	0,006998	0,001787
50079	50084	0,019379	0,00495	50225	50227	0,006998	0,001787
50079	50085	0,019917	0,005087	50225	50228	0,006729	0,000172
50079	50086	0,019917	0,005087	50225	50229	0,00646	0,000165
50079	50087	0,019379	0,00495	50225	50230	0,00619	0,001581
50079	50088	0,019379	0,00495	50225	50231	0,005437	0,001389
50079	50089	0,018302	0,004675	50225	50232	0,005168	0,00132
50079	50090	0,016718	0,005887	50225	50233	0,004845	0,001237
50079	50091	0,016524	0,005819	50225	50234	0,004576	0,001169
50079	50092	0,016329	0,00575	50225	50235	0,018841	0,004812
50079	50093	0,014191	0,004997	50225	50236	0,018841	0,004812
50079	50094	0,021801	0,000557	50225	50237	0,022609	0,005775
50079	50095	0,02207	0,005637	50225	50238	0,022609	0,005775
5000	50096	0,000288	0,000457	50225	50239	0,008901	0,003873
50096	50097	0,000102	0,000194	50225	50240	0,008901	0,003873
50096	50098	9,11E-05	0,000173	50225	50241	0,008901	0,003873
50096	50099	7,77E-05	0,000148	50225	50242	0,010766	0,00275
50096	50100	2,77E-05	4,20E-05	50225	50243	0,010766	0,00275
50101	50102	0,000236	0,000448	50218	50244	3,96E-05	3,34E-05
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
50102	50103	0,003905	0,002478	50235	50246	0,012196	0,011609
50102	50104	0,003604	0,002288	50236	50247	0,00813	0,007739
50102	50105	0,003504	0,002224	50236	50248	0,00813	0,007739
50102	50106	0,003312	0,00197	50236	50249	0,00813	0,007739
50102	50107	0,003003	0,001906	5001	50250	0,000678	0,001165
50102	50108	0,002703	0,001716	50250	50251	2,64E-05	2,23E-05
50102	50109	0,014265	0,003644	50252	50253	0,023056	0,029444
50096	50110	2,77E-05	4,20E-05	50253	50254	0,023208	0,006181
50111	50112	0,000236	0,000448	50250	50255	1,39E-05	2,10E-05
50112	50113	0,002303	0,001462	50256	50257	0,000118	0,000224
50112	50114	0,004606	0,002117	50257	50258	0,010012	0,006355
50112	50115	0,003598	0,001654	50257	50259	0,010012	0,006355
50112	50116	0,002735	0,001257	50257	50260	0,007409	0,004702
50112	50117	0,011035	0,002819	50257	50261	0,007409	0,004702
50112	50118	0,012112	0,003094	50257	50262	0,001531	0,003531
50112	50119	0,012919	0,0033	50257	50263	0,001531	0,003531
50112	50120	0,011573	0,002956	50257	50264	0,018841	0,004812
50112	50121	0,012112	0,003094	50257	50265	0,018841	0,004812
50112	50122	0,013188	0,003369	50257	50266	0,024224	0,006187
50112	50123	0,011843	0,003025	50257	50267	0,026915	0,006875
50112	50124	0,01265	0,003231	50257	50268	0,026915	0,006875
50112	50125	0,013727	0,003506	50257	50269	0,025838	0,0066
50112	50126	0,012112	0,003094	50257	50270	0,024224	0,006187
50112	50127	0,012919	0,0033	50257	50271	0,024224	0,006187
50112	50128	0,013996	0,003575	50257	50272	0,024224	0,006187
50112	50129	0,024493	0,006256	50250	50273	2,64E-05	2,23E-05
50112	50130	0,001602	0,003696	50274	50275	0,008504	0,014435
50112	50131	0,002153	0,004965	50275	50276	0,017009	0,041391
50112	50132	0,010766	0,00275	50275	50277	0,017009	0,041391
50112	50133	0,017495	0,004469	50275	50278	0,017009	0,041391
50112	50134	0,01265	0,003231	50275	50279	0,017009	0,041391
50112	50135	0,010497	0,002681	50275	50280	0,017009	0,041391
50096	50136	0,000527	4,45E-05	50275	50281	0,017009	0,041391
50137	50138	0,017009	0,02887	50275	50282	0,017009	0,041391
50138	50139	0,293857	0,186522	50275	50283	0,017009	0,041391
50138	50140	0,271252	0,172174	50250	50284	2,64E-05	2,23E-05
50138	50141	0,263717	0,167391	50285	50286	0,008504	0,014435
50138	50142	0,233578	0,148261	50286	50287	0,008504	0,014435
50138	50143	0,226043	0,143478	50285	50288	0,008504	0,014435
5001	50144	0,000291	0,000438	50288	50289	0,008504	0,014435
50144	50145	0,000527	4,45E-05	50288	50290	0,008504	0,014435
50146	50147	0,025972	0,024722	50250	50291	2,64E-05	2,23E-05
50144	50148	2,77E-05	4,20E-05	50292	50293	0,008504	0,014435
Continua							

De	Para	R (pu)	X (pu)	De	Para	R (pu)	X (pu)
Continuação							
50149	50150	0,000226	0,000384	50293	50294	0,008504	0,014435
50150	50151	0,012919	0,0033	50250	50295	2,64E-05	2,23E-05
50150	50152	0,01265	0,003231	50296	50297	0,008504	0,014435
50150	50153	0,012919	0,0033	50297	50298	0,008504	0,014435
50150	50154	0,012919	0,0033	50297	50299	0,008504	0,014435
50150	50155	0,001967	0,002033				

Tabela 31: Barras da Unidade 4 (Subestações Críticas).

Barra	Tipo	P (pu)	X (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	X (pu)
1	2	0	0	50155	0	0,59	0,42715
2	0	0	0	50156	0	0,59	0,42715
3	0	0	0	50157	0	0,59	0,42715
10	0	0	0	50158	0	0,92	0,57016
500	0	0	0	50159	0	0,92	0,57016
5000	0	0	0	50160	0	0,33	0,23892
5001	0	0	0	50161	0	0,33	0,23892
5002	0	0	0	50162	0	0,33	0,23892
5003	0	0	0	50163	0	0,33	0,23892
5004	0	0,12	0,09	50164	0	0,33	0,23892
5005	0	0	0	50165	0	0,16	0,11584
5006	0	0	0	50166	0	0,16	0,11584
5007	0	0,12	0,09	50167	0	0,16	0,11584
50037	0	0	0	50168	0	0	0
50038	0	0	0	50169	0	0	0
50039	0	0	0	50170	0	0	0
50040	0	0,276	0,11757	50171	0	0,312	0,234
50041	0	0	0	50172	0	0,312	0,20967
50042	0	0	0	50173	0	0,312	0,234
50043	0	0	0	50174	0	0	0
50044	0	0,63	0,40694	50175	0	0	0
50045	0	0,63	0,40694	50176	0	0	0
50046	0	0,63	0,40694	50177	0	0,33	0,09625
50047	0	0,63	0,40694	50178	0	0,33	0,09625
50048	0	0,63	0,40694	50179	0	0,33	0,09625
50049	0	0,63	0,40694	50180	0	0,33	0,09625
50050	0	0,66	0,42632	50181	0	0,33	0,09625
50051	0	0,66	0,42632	50182	0	0,33	0,09625
50052	0	0,66	0,42632	50183	0	0	0
50053	0	0,66	0,42632	50184	0	0	0
50054	0	0,22	0,15356	50185	0	0	0
50055	0	0,22	0,15356	50186	0	0	0
50056	0	0,185	0,09985	50187	0	0	0
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	X (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	X (pu)
Continuação							
50057	0	0,185	0,09985	50188	0	0	0
50058	0	0,2238	0,16202	50189	0	0	0
50059	0	0	0	50190	0	0,33	0,09625
50060	0	0	0	50191	0	0,33	0,09625
50061	0	0	0	50192	0	0,33	0,09625
50062	0	0	0	50193	0	0,642	0,4815
50063	0	0,33	0,2475	50194	0	4,5	2,78885
50064	0	0,33	0,2475	50195	0	4,5	2,78885
50065	0	0,7983	0,38663	50196	0	4,5	2,78885
50066	0	0,365	0,27375	50197	0	0	0
50067	0	0	0	50198	0	0	0
50068	0	0	0	50199	0	0,44	0,26787
50069	0	0	0	50200	0	0	0
50070	0	0,33	0,21316	50201	0	0	0
50071	0	0,33	0,21316	50202	0	0	0
50072	0	0,33	0,21316	50203	0	4,014	2,166
50073	0	0,09	0,05578	50218	0	0	0
50074	0	0,11	0,07392	50219	0	0	0
50075	0	0,11	0,07392	50220	0	0	0
50076	0	0,11	0,07392	50221	0	0	0
50077	0	0	0	50222	0	0,44	0,23749
50078	0	0	0	50223	0	0	0
50079	0	0	0	50224	0	0	0
50080	0	0,185	0,13394	50225	0	0	0
50081	0	0,185	0,13394	50226	0	0,26	0,195
50082	0	0,185	0,13394	50227	0	0,3	0,178
50083	0	0,185	0,13394	50228	0	0,3	0,178
50084	0	0,22	0,13054	50229	0	0,3	0,178
50085	0	0,22	0,13054	50230	0	0,3	0,178
50086	0	0,22	0,13054	50231	0	0,3	0,178
50087	0	0,22	0,13054	50232	0	0,3	0,178
50088	0	0,22	0,13054	50233	0	0,3	0,178
50089	0	0,22	0,13054	50234	0	0,3	0,178
50090	0	0,66	0,42632	50235	0	0,185	0,11465
50091	0	0,66	0,42632	50236	0	0,185	0,11465
50092	0	0,66	0,42632	50237	0	0,44	0,261
50093	0	0,66	0,42632	50238	0	0,44	0,261
50094	0	0,185	0,11465	50239	0	1	0,59337
50095	0	0,185	0,11465	50240	0	1	0,59337
50096	0	0	0	50241	0	1	0,59337
50097	0	4,5	2,78885	50242	0	0,3	0,225
50098	0	4,5	2,78885	50243	0	0,3	0,225
50099	0	4,5	2,78885	50244	0	0	0
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	X (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	X (pu)
Continuação							
50100	0	0	0	50245	0	0	0
50101	0	0	0	50246	0	0	0
50102	0	0	0	50247	0	0,79	0,23042
50103	0	0,75	0,5235	50248	0	0,84	0,45338
50104	0	0,75	0,5235	50249	0	0,17	0,1275
50105	0	0,75	0,5235	50250	0	0	0
50106	0	0,75	0,5235	50251	0	0	0
50107	0	0,75	0,5235	50252	0	0	0
50108	0	0,75	0,5235	50253	0	0	0
50109	0	0,33	0,23892	50254	0	0,276	0,11757
50110	0	0	0	50255	0	0	0
50111	0	0	0	50256	0	0	0
50112	0	0	0	50257	0	0	0
50113	0	0,92	0,57016	50258	0	0,56	0,40543
50114	0	0,59	0,42715	50259	0	0,56	0,40543
50115	0	0,59	0,42715	50260	0	0,56	0,40543
50116	0	0,59	0,42715	50261	0	0,56	0,40543
50117	0	0,185	0,1323	50262	0	0,66	0,46068
50118	0	0,185	0,1323	50263	0	0,66	0,46068
50119	0	0,185	0,1323	50264	0	0,15	0,1125
50120	0	0,185	0,1323	50265	0	0,15	0,1125
50121	0	0,185	0,1323	50266	0	0,368	0,2397
50122	0	0,185	0,1323	50267	0	0,368	0,2397
50123	0	0,185	0,1323	50268	0	0,15	0,1125
50124	0	0,185	0,1323	50269	0	0,26	0,195
50125	0	0,185	0,1323	50270	0	0,368	0,2397
50126	0	0,185	0,1323	50271	0	0,368	0,2397
50127	0	0,185	0,1323	50272	0	0	0
50128	0	0,185	0,1323	50273	0	0	0
50129	0	0,33	0,23892	50274	0	0	0
50130	0	0,44	0,28421	50275	0	0	0
50131	0	0,44	0,28421	50276	0	0,4	0,2792
50132	0	0,3	0,225	50277	0	0,4	0,2792
50133	0	0,48	0,31	50278	0	0,4	0,2792
50134	0	0,3	0,225	50279	0	0,4	0,2792
50135	0	0,15	0,1125	50280	0	0,26	0,18824
50136	0	0	0	50281	0	0,26	0,18824
50137	0	0	0	50282	0	0,26	0,18824
50138	0	0	0	50283	0	0,26	0,18824
50139	0	0,281	0,21075	50284	0	0	0
50140	0	0,281	0,21075	50285	0	0	0
50141	0	0,281	0,21075	50286	0	0	0
50142	0	0,281	0,21075	50287	0	1,235	0,59814
Continua							

Barra	Tipo	P (pu)	X (pu)	Barra	Tipo	P (pu)	X (pu)
Continuação							
50143	0	0,281	0,21075	50288	0	0,525	0,15308
50144	0	0	0	50289	0	0,44	0,34148
50145	0	0	0	50290	0	0,44	0,34148
50146	0	0	0	50291	0	0	0
50147	0	0,44	0,26787	50292	0	0	0
50148	0	0	0	50293	0	1,067	0,60266
50149	0	0	0	50294	0	0,11	0,08537
50150	0	0	0	50295	0	0	0
50151	0	0,185	0,09985	50296	0	0	0
50152	0	0,185	0,09985	50297	0	1,05	0,30625
50153	0	0,185	0,09985	50298	0	0,44	0,34148
50154	0	0,185	0,09985	50299	0	0,44	0,34148

Tabela 32: Transformadores da Unidade 4 (Subestações Críticas).

De	Para	X (%)	De	Para	X (%)
2	3	0,113369	50168	50169	0,056174
500	5000	0,139734	50174	50175	0,060425
500	5001	0,140534	50183	50184	0,055778
5002	5003	0,070316	50186	50187	0,061222
5005	5006	0,070316	50197	50198	0,041176
50038	50039	0,042252	50200	50201	0,055877
50041	50042	0,082352	50219	50220	0,042643
50059	50060	0,061819	50223	50224	0,081155
50067	50068	0,062018	50244	50245	0,05657
50077	50078	0,081853	50251	50252	0,042056
50100	50101	0,082352	50255	50256	0,083351
50110	50111	0,082053	50273	50274	0,055183
50136	50137	0,056273	50284	50285	0,055481
50145	50146	0,061128	50291	50292	0,065487
50148	50149	0,083051	50295	50296	0,056471