

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA INTERDISCIPLINAR DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM COMPUTAÇÃO APLICADA

Raul Antonio Gerhardt

UM SISTEMA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DE  
SEGURANÇA EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA

São Leopoldo, 2007.

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA INTERDISCIPLINAR DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM COMPUTAÇÃO APLICADA

Raul Antonio Gerhardt

UM SISTEMA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DE  
SEGURANÇA EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Dissertação a ser avaliada como Requisito Parcial para Obtenção do  
Título de Mestre em Computação Aplicada

Orientador  
Prof. Dr. José Vicente Canto dos Santos

São Leopoldo, 2007

Raul Antonio Gerhardt

Um Sistema Computacional para Análise de Segurança em Sistemas de Energia Elétrica

Monografia apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Computação Aplicada

Aprovado em março 2007.

BANCA EXAMINADORA

---

Professor Dr. José Vicente Canto dos Santos – Orientador  
PIPCA – Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

---

Professor Dr. Sérgio L. Haffner  
FENG – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS

---

Professor Dr. Arthur T. Gómez  
PIPCA – Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

## **AGRADECIMENTOS**

Um trabalho de mestrado, normalmente caracterizado como trabalho árduo, envolve diversas pessoas devido as suas proporções. Durante as atividades do mestrado, sendo nas aulas ministradas ou no desenvolvimento da dissertação, houve a colaboração de diversas pessoas e algumas entidades.

Agradeço a CEEE - Companhia Estadual de Energia Elétrica do Estado do Rio Grande do Sul e a Fundação Padre Urbano Thiesen pelo apoio financeiro, fundamental para a realização deste.

Ao corpo docente do PIPCA, agradeço o conhecimento adquirido e a energia despendida para que esse trabalho fosse realizado, seja nas aulas ministradas, nas indicações bibliográficas ou na discussão e elaboração de idéias. Registro, em especial, o agradecimento à coordenação do PIPCA na pessoa do Professor Doutor Arthur Gómez .

Ao meu orientador, meu mestre mais brilhante, Professor Doutor José Vicente Canto dos Santos, agradeço a parceria, os conhecimentos repassados e a indicação dos caminhos frente a tempestade de idéias e informações. Tenho a convicção que a participação desse grande ser humano foi fundamental no processo de elaboração. Ao “JV”, meu muito obrigado.

Às empresas que presto serviço, agradeço a colaboração e a compreensão da minha ausência durante algum período. Agradeço em especial aos meus colegas, sejam da informática, sejam dos demais setores, por me darem o apoio nesta etapa sonhada.

A minha família, que é fundamental, agradeço pelo apoio, incentivo e paciência durante este processo. Quaisquer palavras frente e essa estrutura não representariam a força e o significado que tem.

Aos amigos de longe, aos de perto, dos mais diversos grupos e características, grato pela torcida e pelo apoio. Acredito na frase que os amigos são a família que escolhemos, valeu!

“Nossas vidas são como a respiração, como as folhas que crescem e caem. Quando realmente entendermos sobre as folhas que caem, seremos capazes de varrer os caminhos todos os dias e nos alegrar com nossas vidas neste mundo mutável”.

Ajahn Chah

## **RESUMO**

Na área de sistemas de energia elétrica, devido a sua importância, os problemas de análise de segurança e planejamento, vêm sendo exaustivamente estudados nos últimos anos. O principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema computacional para análise de segurança estática em sistemas de energia elétrica que explorará semelhanças entre os problemas de análise de segurança e de planejamento em sistemas de energia elétrica. Além disto, o sistema proposto incorpora elementos que procuram aumentar sua adequação ao uso real em companhias concessionárias de energia elétrica. Na extensa revisão bibliográfica realizada, não foi encontrado relato de proposta semelhante. Para validar o sistema proposto, são apresentados resultados de testes realizados com diversas redes elétricas, incluindo um sistema real brasileiro, de grande porte.

## **ABSTRACT**

In the electrical energy systems area, the problems of security analysis and planning, have been intensively studied in the last years. The main objective of this work has been the developing of a computational system for static security analysis, that will explore likeness between the problems of security analysis and planning on electrical energy systems. Moreover, the considered system incorporates elements that they look to increase its adequacy to the real use in electrical utilities. The ample literature review achieved by the author has showed that no analogous proposal was found. To validate the proposed system, the results of tests made on several power systems were described, including a real life Brazilian system of considerable dimensions.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxograma do processo de análise de contingência	24
Figura 5.1 – Arquitetura Clássica da Análise de Segurança	55
Figura 5.2 – Arquitetura do novo sistema de análise de segurança	56
Figura 5.3 – Situação de ilhamento	57
Figura 6.1 - Módulos desenvolvidos	61
Figura 6.2 – Sistema desenvolvido no PIPCA-UNISINOS	62
Figura 6.3 – Algoritmo Geral	62
Figura 6.4 – Índices de desempenho utilizados no ANAREDE	63
Figura 6.5 - Algoritmo para tratamento de ilhamentos	64
Figura 6.6 – Sistema 30 barras – ISfl x ISme	68
Figura 6.7 – Sistema 30 barras – ISv x ISme	68
Figura 6.8 – Sistema 30 barras – ISmvar x ISme	68
Figura 6.9 – Sistema 30 barras com todos os índices	69
Figura 6.10 – Sistema 3425 – 60 maiores ISfl	76
Figura 6.11 – Sistema 3425 – 60 maiores ISv	76
Figura 6.12 – Sistema 3425 – 60 maiores ISmvar	76
Figura 6.13 - Sistema 3425 – 100 maiores ISme	77

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 – Estados de Operação da Rede	20
Tabela 6.1 – Resultado do ANAREDE para o Sistema de 30 barras e ME	66
Tabela 6.2 – Contingências com SFR tratadas pela técnica de ilhamento	69
Tabela 6.3 – 60 maiores ISfl	71
Tabela 6.4 – 60 maiores ISv	72
Tabela 6.5 – 60 maiores ISmvar	73
Tabela 6.6 – 60 maiores ISme	74
Tabela 6.7 – 60 Contingências com Separação Física da Rede	78

## LISTA DE ABREVIATURAS

DSA	<i>Dynamic Security Assessment</i>
DTSA	<i>Decision Tree Security Assessment</i>
FACTS	<i>Flexible Alternating Current Transmission Systems</i>
FCCA	Fluxo de Potência Não Linear
FCCC	Fluxo de Potência Linear
FCDR	Fluxo de Potência Desacoplado Rápido
FPO	Fluxo de Potência Ótimo
GI	Infactibilidade do Sistema
GRASP	<i>Greedy Randomized Adaptive Search Procedure</i>
ISme	Índice de Severidade Mínimo Esforço
ISfl	Índice de Severidade Fluxo de Potência
ISv	Índice de Severidade Tensão
ISmvar	Índice de Severidade Geração Reativa
ISO	<i>Independent System Operator</i>
KKT	<i>Karush-Kuhn-Tucker</i>
MOD	<i>Mode of Disturbance</i>
MPI-AO	Método de Pontos Interiores de Alta Ordem
PD	Pré Despacho
PDA	Pré Despacho Ativo
PDR	Pré Despacho Reativo
PI	Índice de Performance ( <i>Performance Index</i> )
PPL	Problema de Programação Linear
RTS	<i>Reability Test System</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SCOPF	<i>Security-Constrained Optimal Power Flows</i>
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SFR	Separação Física da Rede
WSCC	<i>Western System Coordinating Council</i>

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. ANÁLISE DE SEGURANÇA EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA.....</b>	<b>16</b>
2.1 Revisão da literatura .....	16
2.2 Estados de Operação de um Sistema de Potência.....	19
2.3 Análise de Segurança .....	21
2.4 Monitoração de Sistemas de Potência.....	21
2.5 Contingências.....	22
2.5.1 Análise de Contingências .....	23
2.5.2 Índices de Performance.....	24
2.5.3 Otimização de Ações Corretivas e Preventivas .....	26
2.5.4 Seleção de Contingências .....	26
2.5.5 Seleção de Contingências e Estabilidade de Tensão .....	27
<b>3. PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DA REDE ELÉTRICA .....</b>	<b>28</b>
3.1 Revisão da Literatura.....	28
3.2 Problema de Planejamento da Expansão .....	30
3.3 Modelos Matemáticos.....	31
3.3.1 Modelagem Matemática Clássica.....	32
3.3.1.1 Modelo AC .....	32
3.3.1.2 Modelo DC .....	33
3.3.1.3 Modelo de Transporte.....	34
3.3.1.4 Modelo Híbrido .....	35
3.3.1.5 Modelo Linear Disjuntivo .....	37
3.4 Algoritmos Heurísticos.....	38
3.4.1 Algoritmo Heurístico de Garver .....	39
3.4.2 Método de Mínimo Esforço.....	39
3.4.3 Mínimo Corte de Carga .....	40
3.4.4 Metaheurísticas .....	40
<b>4. FLUXO DE POTÊNCIA ÓTIMO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....</b>	<b>42</b>
4.1 Revisão da Literatura.....	42
4.2 Fluxo de Potência Ótimo (FPO) .....	45
4.2.1 Aplicações do FPO .....	46
4.2.2 Programação Linear.....	46
4.2.3 Programação Não Linear .....	47
4.2.4 Método de Newton .....	47

4.2.5	Programação Quadrática Sequencial .....	48
<b>4.3</b>	<b>Análise de sensibilidade .....</b>	<b>48</b>
4.3.1	Método dos Fatores de Análise Linear .....	49
4.3.2	Matriz de Sensibilidade QV .....	51
4.3.3	Jacobiano Reduzido .....	51
4.3.4	Acoplamento Implícito CRIC .....	52
<b>5. CONSIDERAÇÕES SOBRE UM SISTEMA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DE SEGURANÇA.....</b>		<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>Centros de Controle de Sistemas de Potência .....</b>	<b>53</b>
<b>5.2</b>	<b>Arquiteturas .....</b>	<b>54</b>
<b>5.3</b>	<b>Exploração de Semelhanças com o Problema de Planejamento.....</b>	<b>56</b>
<b>5.4</b>	<b>Tratamento de Ilhamentos.....</b>	<b>57</b>
<b>5.5</b>	<b>Verificação de Colapso de Tensão.....</b>	<b>58</b>
<b>5.6</b>	<b>Uso de Técnicas Heurísticas.....</b>	<b>58</b>
<b>5.7</b>	<b>Outras Melhorias .....</b>	<b>59</b>
<b>6. TESTES E RESULTADOS .....</b>		<b>60</b>
<b>6.1</b>	<b>Sistema Computacional Desenvolvido .....</b>	<b>60</b>
6.1.1	Considerações Gerais .....	60
6.1.2	Arquitetura.....	61
<b>6.2</b>	<b>Sistema de Teste 30 Barras .....</b>	<b>64</b>
6.2.1	Mínimo Esforço .....	65
6.2.2	Separação Física da Rede .....	69
<b>6.3</b>	<b>Sistema Real 3425 Barras .....</b>	<b>70</b>
6.3.1	Mínimo Esforço .....	70
6.3.2	Separação Física da Rede .....	78
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>		<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>80</b>
<b>Apêndice A - Sistema 3425 com os cálculos de ISv, ISfl, ISmvar e ISme .....</b>		<b>85</b>
<b>Apêndice B – Contingências com Separação Física da Rede.....</b>		<b>109</b>
<b>Apêndice C – Dados de entrada rede 30 barras .....</b>		<b>114</b>
<b>Apêndice D – Alguns resultados gerados pelo ANAREDE para o Sistema 30 barras...</b>		<b>119</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho insere-se na área de desenvolvimento de aplicativos computacionais para o controle da operação de sistemas de energia elétrica. Tais sistemas são os responsáveis pelo suprimento de energia elétrica às sociedades atuais. O nível de dependência destas sociedades com relação a um fornecimento confiável de energia elétrica é de tal forma grande que não precisa ser detalhado neste documento. Apenas para lembrar dois fatores: organismos como o Banco Mundial medem o grau de desenvolvimento de um país através da aferição da demanda por energia elétrica existente no mesmo e a presença do uso da energia elétrica em praticamente todos os setores produtivos, (podendo-se citar inclusive a edição deste documento como exemplo). Os responsáveis pelo correto funcionamento dos sistemas de energia elétrica são os seus centros de controle e o desenvolvimento dos computadores nos últimos anos permite que hoje tais centros operem em tempo real. Nesta filosofia de operação, os sistemas são constantemente monitorados e os eventos são tratados imediatamente após sua ocorrência. Isto aumenta a importância e a necessidade de rapidez e de precisão dos métodos computacionais aplicados, bem como sua complexidade.

O problema de análise de segurança estática de sistemas de potência consiste em determinar o nível de importância que os diferentes equipamentos formadores de uma rede possuem para a operação desta. Denomina-se de contingência a saída de operação prevista ou imprevista de um ou mais equipamentos (linhas, transformadores, geradores, bancos de reatores / capacitores). Normalmente, os estudos de análise de contingência concentram-se mais em saídas de linhas e transformadores. Para saber o nível de gravidade para o sistema de cada uma das possíveis contingências é necessário conhecer o ponto de operação, se existir, ao qual o sistema é levado pela ausência de um ramo e analisar os efeitos para a rede deste novo ponto de operação. No controle da operação de sistemas de potência, a execução da tarefa de seleção de contingências gera uma lista dos ramos do sistema, ordenada pelo nível de impacto causado ao sistema devido a cada contingência. Tal lista é então utilizada pela tarefa de análise de contingências, na qual o sistema é analisado com maior detalhamento para as contingências de maior gravidade.

O método considerado exato para seleção de contingências consiste na solução de um fluxo de carga (fluxo de potência) para a rede sem o ramo cuja saída de operação se deseja simular. Entretanto, mesmo com os recursos computacionais hoje existentes, a aplicação desse método é proibitiva devido às grandes dimensões dos sistemas de potência e às sérias restrições de tempo de execução das tarefas, impostas pelo controle da operação em tempo real. Devido a esse fato surge a necessidade de obtenção de métodos aproximados, porém confiáveis e eficientes, para a solução do problema. A busca de métodos aproximados é

facilitada pelo fato da regra geral para os sistemas elétricos de potência ser a grande maioria das contingências não trazer grandes problemas para a segurança do sistema. Com outras palavras: é pequeno o número de contingências que causam violações de limites ou grandes variações em relação ao ponto de operação inicial. As diferentes filosofias de abordagem desse problema geram diferentes classes de métodos aproximados.

Assim como em outras áreas da análise de sistemas de energia elétrica, o problema de seleção de contingências também pode ser subdividido em dois subproblemas: subproblema ativo e subproblema reativo. No contexto de verificação de segurança existe uma grande diferença na análise dos subproblemas ativo e reativo. O subproblema ativo tem modelagem simples com um número pequeno de variáveis. Já o subproblema reativo exige uma modelagem mais complexa e um número maior de variáveis associadas, o que aumenta o esforço computacional necessário para analisá-lo. Este é um dos motivos que fazem que a busca de métodos aproximados confiáveis para análise de segurança seja atualmente objeto de muitas pesquisas. Os dois aspectos das redes, ativo e reativo são contemplados no presente trabalho.

Outro importante problema da área de sistemas de energia elétrica é o problema de planejamento da expansão de sistemas de transmissão, conhecido simplesmente como problema de planejamento. Na solução deste, se tem como objetivo a determinação de onde, quando e quais equipamentos devem ser instalados em um sistema de potência para garantir, ao longo de um período e ao menor custo possível, o fornecimento adequado de energia elétrica aos consumidores. Na literatura especializada, o problema de planejamento vem sendo estudado desde a década de 1970, quando surgiram as primeiras propostas de solução, hoje conhecidas como heurísticas construtivas. Ultimamente, o problema de planejamento continua sendo tema de várias publicações, destacando-se artigos que utilizam abordagens de otimização combinatória, como as técnicas de *Simulated Annealing* e Busca Tabu.

O principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema computacional para análise de segurança estática em sistemas de energia elétrica que explora semelhanças entre os problemas de análise de segurança e de planejamento em sistemas de energia elétrica. Na extensa revisão bibliográfica realizada, não foi encontrado relato de trabalho semelhante, por este motivo acredita-se que exista ineditismo na proposta. Outros pontos importantes, na arquitetura do sistema proposto, são o tratamento de ilhamentos e a inclusão do cálculo de proximidade de colapso de tensão. Estes pontos possuem uma aplicabilidade prática bastante importante para companhias concessionárias de energia elétrica. Para validar o sistema proposto, serão apresentados resultados de testes realizados com diversas redes elétricas, incluindo um sistema real brasileiro, de grande porte.

Descrevendo a organização deste documento, tem-se que após esta introdução, o Capítulo 2 descreve a análise de segurança em sistemas de energia elétrica e revisa trabalhos relevantes sobre o tema, o Capítulo 3 descreve o problema de planejamento da expansão da rede elétrica. De forma similar, o Capítulo 4 aborda fluxo de potência ótimo e análise de sensibilidade. Considerações sobre um sistema computacional para análise de segurança formam o Capítulo 5. Seguem-se os testes realizados no Capítulo 6 e a conclusão no Capítulo 7.



## 2. ANÁLISE DE SEGURANÇA EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Diversos trabalhos estão inseridos na análise de segurança em sistemas de energia elétrica. Antecedendo o estudo propriamente dito de características e conceitos sobre este tema, é realizada uma revisão da literatura sobre os trabalhos desenvolvidos nesta área.

### 2.1 Revisão da literatura

Nesta seção são analisados trabalhos importantes que enfocam tanto o aspecto estático quanto o aspecto dinâmico da análise de segurança em sistemas de energia elétrica.

Para uma tomada de decisão Wehenkel *et alii* (1993) defendem uma nova metodologia utilizando árvore de decisão. O método de decisão em árvore utilizando a estabilidade de transição tem sido desenvolvido. A mais recente técnica citada pelo artigo é a segurança em regime permanente (*steady-state security*). Todas as técnicas possuem limitações e são aplicadas na análise de segurança de sistemas de potência. Desta forma, existem duas sugestões: (i) propor estratégias para resolver problemas existentes utilizando planos convencionais; (ii) propor estratégias novas. O trabalho mostra duas possibilidades: apresentar o atual status do método DTSA (*decision tree security assessment*) e apresentar uma reformulação do DTSA em uma nova formulação de problemas bastante conhecidos, identificar novos problemas e sugerir estratégias apropriadas para DTSA.

Um método de pré processamento para selecionar contingências múltiplas contendo altas probabilidade e severidade para segurança da rede é apresentado por Chen *et alii* (1995). Baseado em análises de classificação e qualidade, o método proposto pode criar uma nova lista de contingências rapidamente e reduzir o número de contingências que devem ser acertadas.

Canto dos Santos e Garcia (1998a) apresentam um trabalho para o tratamento de contingências que causam desconexões em sistemas elétricos de potência, que também pode ser conhecido como ilhamento. Canto dos Santos e Garcia utilizam o trabalho desenvolvido por Monticelli *et alii* em 1982 para a aplicação de redes fictícias que sobrepõem sobre a rede original uma rede com impedâncias bastante altas em função das reatâncias originais. Esta utilização tem a intenção de analisar as redes desconexas sem um esforço computacional adicional muito elevado.

No trabalho de Ferreira *et alii* (1998), é estudada a transição da estabilidade em sistemas de potência, considerando uma desestabilização de um ou mais geradores. Foi

utilizado o *software* TRANSYSTEM que os autores desenvolveram para a transição da análise de segurança multi máquina. Os resultados obtidos são comparados com o método de Runge-Kutta. São analisadas as influências do repentino crescimento do torque eletromagnético nos geradores, quando um ou mais geradores têm variação.

O trabalho de Garcia e Almeida [GARCIA e ALMEIDA, 1999] apresenta um método capaz de identificar ramos críticos para a estabilidade de tensão do sistema, através da análise modal da matriz de sensibilidade entre a injeção de potência reativa e a magnitude de tensão das barras de carga. A matriz de sensibilidade utilizada é obtida do modelo de Acoplamentos Implícitos desenvolvido por J. Carpentier no qual mantêm-se fixos os fluxos de potência ativa nos bipolos da rede. A grande vantagem do modelo apresentado é que ele mantém a esparsidade das matrizes envolvidas.

Manzoni demonstra com uma ferramenta a simulação de média e longa duração para estudos de controle e estabilidade de tensão de médio e longo prazo. A rapidez de respostas em estudos de simulação de fenômenos de dinâmicas lentas em sistemas de potência é essencial para a operacionalidade e eficiência do trabalho do engenheiro. A ferramenta estudada é o FastSim++ [MANZONI *et alii*, 2000].

O artigo apresentado por Mijuskovic [MIJUSKOVIC e STOJNIC, 2000], descreve o método de contingência em tempo real baseado em índice probabilístico. Este é possível através de informações estocásticas fornecidas pelos equipamentos. Estes permitem uma maior compreensão do ranking de contingências. Um sistema de potência da Sérvia é utilizado como exemplo para o método proposto.

O trabalho apresentado por Guerra [GUERRA, 2002] desenvolve um método de seleção de contingências para violação de MW em linhas de transmissão e transformadores, utilizando abordagem multinível adaptativa, que possa ser utilizada como uma ferramenta de auxílio ao operador na operação de sistemas elétricos de potência em tempo real.

Moura [MOURA, 2002] propõe um método capaz de selecionar e ordenar uma lista de contingências prováveis, com base em índices nodais de avaliação das condições de segurança de tensão. O índice de sensibilidade, que indica a redução de margem de potência diante de uma contingência, é estudado. Além de uma análise nodal Moura também propõem uma análise sistêmica, capaz de ordenar e selecionar as contingências de acordo com as influências de todo o sistema elétrico.

Quintela [QUINTELA, 2002] aborda a avaliação de segurança de redes com relação à estabilidade de tensão, através do estudo e implementação de índices de proximidade ao limite de estabilidade de tensão e avaliação do potencial de utilização dos mesmos no

processo de seleção de contingências. Analisa-se a possibilidade de utilização da técnica em tempo real. A técnica utilizada investiga cada ramo do sistema exceto o da contingência simulada, calculando os índices de estabilidade de tensão que variam de 0 a 1. O cálculo dos índices é simples e rápido, baseado no fluxo de potência ativa e reativa em cada ramo respectivamente. Utiliza-se apenas uma iteração do fluxo de carga e, caso alguma unidade geradora atinja seu limite de geração de potência reativa em decorrência da contingência em análise, somente mais uma iteração é realizada. A classificação das contingências é feita através dos índices de performance formulados em função dos índices de proximidade ao limite de estabilidade de tensão.

Amjady [AMJADY e ESMAILI, 2003], propõe uma avaliação da estabilidade de tensão na rede pré e pós-contingência utilizando duas técnicas. Esta avaliação tem a finalidade de prever prováveis pontos críticos na transmissão de energia em sistemas de potência. A técnica é testada na Nova Zelândia e Iran.

Análise de segurança é uma importante característica para que os sistemas de potência possam evoluir [KIM e SINGH, 2003]. O método probabilístico utilizando Monte Carlo é introduzido para modelagem e integração do estado e da dinâmica da análise de segurança para computar índices. Estes índices de sistema mostram quantitativamente o plano em uso. Kim demonstra o estudo de caso em *Western System Coordinating Council (WSCC)* e *IEEE Reability Test System (RTS)*.

No cálculo da estabilidade transitória a busca por índices que demonstram o quanto um sistema de energia elétrica, frente à ocorrência de contingência, é instável ou estável tem sido o objetivo de diversos estudos. Segundo Oliveira e Padilha [OLIVEIRA e PADILHA, 2003], índices baseados nos conceitos de coerência, conversão transitória de energia cinética e potência, e três produtos escalares entre variáveis dinâmicas de estado têm sido relatados como promissores. Entretanto, Oliveira também menciona que quando estes índices são aplicados individualmente, obtém-se bons resultados apenas para casos especiais. Neste sentido, a composição destes índices tem sido sugerida e o trabalho apresenta uma composição de índices, de forma sistemática, através de um sistema estatístico. O modo de classificação das contingências conduz a uma conclusão rápida e confiável sobre a estabilidade do sistema.

A proposta de Kirschen [KIRSCHEN *et alii*, 2004] aborda uma técnica para calcular probabilisticamente o nível de stress no sistema de potência com o objetivo de indicar esse nível de forma mais próxima à realidade. Esta técnica é baseada na estabilidade e na escala de casos de referência e o uso de simulação através de Monte Carlo.

Albuquerque [ALBUQUERQUE e JUNIOR, 2003], em seu trabalho, defende um método de classificação de contingências levando em consideração a estabilidade de tensão, para ser utilizado nas salas de controle dos centros de operação em tempo real. Um índice de performance é calculado para cada contingência. O índice de performance proposto é baseado num índice de proximidade de instabilidade de tensão calculado para cada ramo do sistema elétrico. As simulações do artigo mostram que é possível identificar corretamente as contingências mais críticas para um determinado ponto de operação.

Árvore de decisão aproximada para análise de segurança e evolução é apresentado por Swarup [SWARUP *et alii*, 2005]. Um método de árvore de decisão genérica para diagnosticar a robustez do sistema de força na ocorrência de severos distúrbios e no controle de ações se forem necessárias. As árvores de decisão são construídas *on-line*. No artigo de Swarup, a árvore de decisão é utilizada para classificação do estado do sistema de potência quanto a sua segurança / insegurança de operação.

A energia elétrica possui a vantagem de ser transportada com relativo controle, com alto grau de confiabilidade e a desvantagem de não poder ser armazenada em quantidade suficiente. Para que a energia atinja os pontos de consumo, deve-se manter reserva girante adequada de potência ativa e reativa, no intuito do sistema atender continuamente as mudanças de demanda conservando a frequência e a tensão dentro dos limites aceitáveis.

Até hoje foram utilizados métodos determinísticos para avaliação da estabilidade. Contudo, métodos e critérios de avaliação probabilísticos tornaram-se necessários devido ao crescimento de modelos interconectados, ao aumento da complexidade dos controles e também em função da desregulamentação, o que provoca o aumento e a incerteza de transações de energia [QUINTELA, 2002].

A segurança de sistemas de energia pode ser dividida em três funções principais: monitoramento de sistemas, análise de contingência, otimização de ações preventivas e corretivas.

## **2.2 Estados de Operação de um Sistema de Potência**

Os estados de sistema de operação são classificados como apresentado na tabela a seguir [QUINTELA, 2002], [GUERRA, 2002], [CASTRO JUNIOR, 2005], [STOTT e MONTICELLI, 1987].

**Tabela 2.1 – Estados de Operação da Rede**

Nível	Estado de Operação	Descrição
1	Seguro	A carga é atendida. Todas as variáveis do sistema estão dentro da faixa normal. Não há violações do limite de operação. Nenhum equipamento é sobrecarregado. Possíveis contingências não causam violações das restrições.
2	Corretivamente Seguro	A carga é atendida. Não há violações do limite de operação. Violações causadas por possíveis contingências podem ser eliminadas por ações de controle sem perda da carga.
3	Alerta	A carga é atendida. Não há violações do limite de operação e todas as restrições são satisfeitas. O nível de segurança está abaixo de um certo limite de adequação. Algumas violações causadas por possíveis contingências não podem ser eliminadas por ações de controle sem que haja perda de carga.
4	Emergência Corrigível	A carga é atendida. Há violações de limite de operação que podem ser eliminados por ações de controle sem perda de carga.
5	Emergência Não Corrigível	A carga é atendida. Há violações de limite de operação que não podem ser eliminadas por ações de controle sem perda de carga.
6	Restaurativo	Não há violação de limites de operação. Ocorreu perda de carga

Naturalmente, deseja-se operar sempre no nível seguro. Entretanto, isso é praticamente impossível devido ao alto carregamento de equipamentos da rede. É comum então a operação nos níveis corretivamente seguro e alerta, este último ocorrendo em horários de pico de demanda [QUINTELA, 2002] [CASTRO JUNIOR, 2005]. Portanto surge a idéia de se eliminar tais violações. A eliminação das violações é conseguida através da execução de ações de controle na rede. Por exemplo: pode-se eliminar a sobrecarga de uma linha de transmissão através de um redespacho da geração e eliminar uma violação de tensão através da mudança de *tap* de um transformador. Quando um sistema é enfraquecido a um nível onde uma contingência pode causar uma sobrecarga o sistema entra em estado de emergência corrigível. Se o distúrbio é muito severo, o estado de emergência não corrigível pode resultar diretamente do estado alerta. No estado de emergência corrigível, ações de controle tais como

remoção de faltas, controles de excitação, corte de geração, modulação *high voltage direct current* podem restaurar o sistema para o estado alerta. Se as medidas anteriormente citadas não forem aplicadas ou não forem suficientes o sistema entra no estado de emergência não corrigível. Para evitar os blecautes, cortes de carga são sugeridos para evitar um colapso maior. A volta ao estado de operação normal, irá depender das condições do sistema.

### **2.3 Análise de Segurança**

A execução das funções de supervisão e controle na operação de redes em tempo real está sujeita a uma restrição severa de tempo, ou seja, as funções devem ser executadas o mais rapidamente possível. Por exemplo, a análise de segurança deve ser executada ciclicamente entre 15 e 30 minutos. Já o monitoramento do estado de operação da rede a cada 15 segundos. Dessa forma, torna-se necessário desenvolver funções que permitam um procedimento rápido na obtenção desses dados, mas sem perder-se a precisão necessária. Em relação ao estado atual do desenvolvimento das funções, quatro delas constituem desafios que requerem novas metodologias para suas utilizações em tempo real: a) obtenção de estratégias de controle corretivo/preventivo; b) obtenção de estratégias de análise eficientes para detecção de situações em que a rede poderá operar segundo os estados 2 e 3 (Tabela 2.1); c) avaliação de segurança de redes com relação à estabilidade de tensão; d) avaliação de segurança dinâmica de redes [GUERRA, 2002].

A dificuldade básica reside na complexidade dos modelos e métodos de solução disponíveis, que os tornam incompatíveis com as severas restrições de tempo da operação em tempo real.

### **2.4 Monitoração de Sistemas de Potência**

Através de monitoramento são realizadas medidas em tempo real das grandezas físicas no sistema de potência e posterior filtragem, o que confere consistência aos dados. Então ocorre o processamento para obter-se uma estimativa das variáveis de estado. Um fluxo de carga *on-line* é utilizado para avaliar se o estado de operação é seguro ou não [QUINTELA, 2002], [AURICH, 2004].

O monitoramento de segurança deve ser capaz de aplicar múltiplas regras pré-especificadas para avaliar as condições de segurança do sistema de potência, fornecendo aos operadores informações atualizadas, sendo uma delas com relação à segurança de tensão. As regras devem operar sobre os dados do sistema pré e pós contingência e/ou com índices calculados na seleção e / ou análise de contingência. Também deve ser capaz de estabelecer as margens, sensibilidades e outros sinais que são necessários no cálculo de vários limites de operação, tais como aqueles para o cálculo da capacidade de transmissão disponível.

Mesmo quando o estado do sistema está com tensões seguras é importante conhecer o quanto o ponto de operação pode se mover e ainda permanecer com estado seguro. Quando necessário, ações de controle preventivo devem ser tomadas para expandir a região de segurança ao redor do ponto de operação.

Alguns processos compõem o monitoramento do sistema. A transmissão de dados e medidas até o centro de controle faz parte do sistema de telemetria. A estimativa de estado é freqüentemente usada para combinar os dados telemedidos com modelos do sistema para produzir a melhor estimativa das condições atuais. Já a supervisão dos sistemas de controle permite aos operadores controlar os circuitos remotamente. Juntos estes processos são definidos como Sistema Supervisório (

### 2.5.1 Análise de Contingências

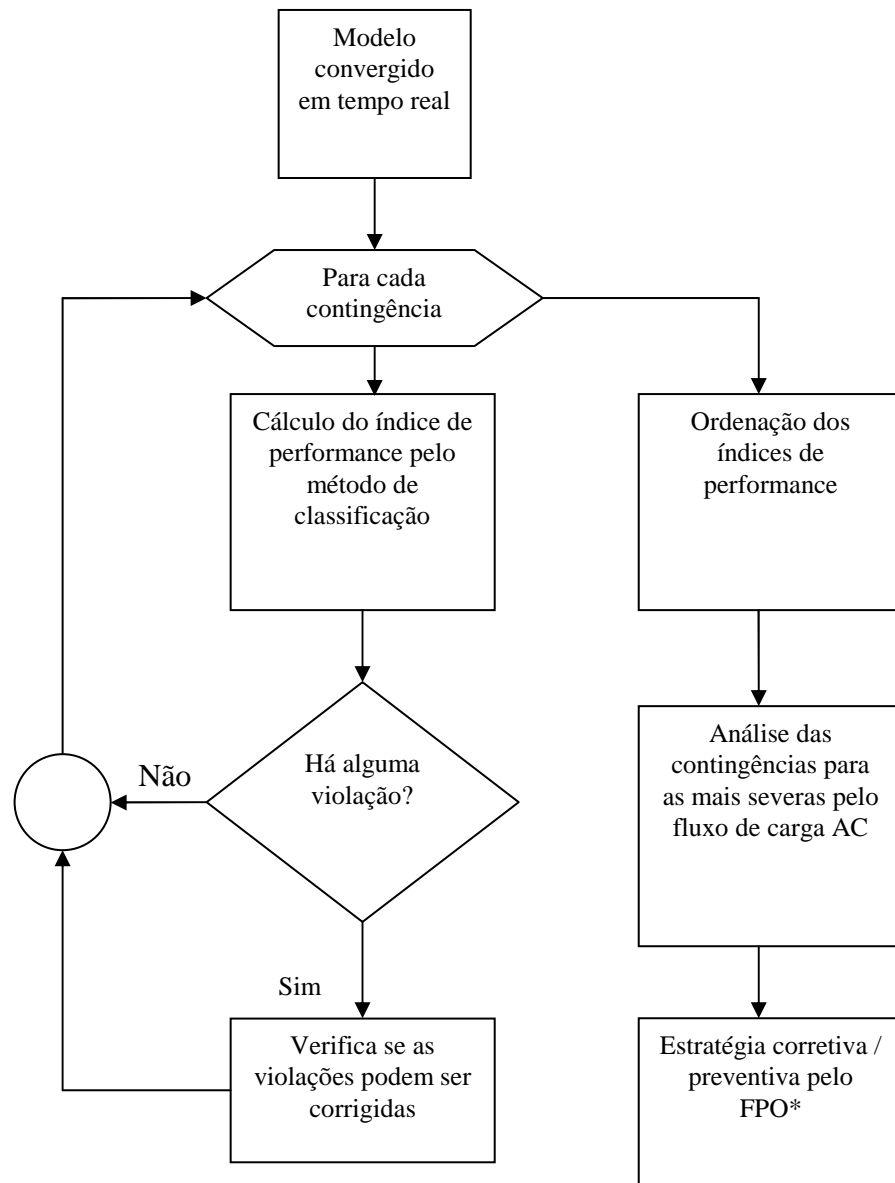
É importante identificar as contingências que conduzem o sistema a condições de operação anormais ou próximas ao ponto crítico [QUINTELA, 2002]. Caso a rede se encontre em um ponto de operação que corresponda aos estados 1,2 ou 3 da Tabela 2.1 deve-se verificar qual será o efeito da ocorrência de contingências na rede, sob o ponto de vista de violações dos limites operacionais. Este tipo de análise de contingências simula a ocorrência de contingências e avalia-se seu impacto sobre a operação da rede. Os limites operacionais normalmente levados em conta na análise de contingências são as sobrecargas em linhas de transmissão e transformadores (MW) e sobre e subtensões em barramentos [GUERRA, 2002].

Caso seja detectado o aparecimento de violações após a ocorrência de uma certa contingência, três tipos de atitudes podem ser tomadas pelo operador: a) desenvolver uma tarefa corretiva que será utilizada caso ocorra de fato a contingência; b) desenvolver uma estratégia preventiva, e implementá-la imediatamente, de modo que a contingência passe a não provocar mais violações; c) nada fazer, já que a ocorrência de contingências é um fato pouco comum e é mais provável que o estado de operação de rede mude antes que ocorra qualquer contingência [ALBUQUERQUE e JUNIOR, 2003].

Conhecido o estado de operação da rede (denominado normalmente como caso base), pode-se iniciar o processo de análise de segurança que começa com a verificação de seus limites de operação. Em caso positivo ações de controle devem ser realizadas de forma a eliminar as violações que forem detectadas. Há situações em que uma das únicas ações para retornar a operação para o estado normal é o corte de carga [BORGES, 2005].

A Figura 2.1 apresenta a proposta de um processo de análise de contingência.





**Figura 2.1 – Fluxograma do processo de análise de contingência**

### 2.5.2 Índices de Performance

A idéia do índice de performance (PI) é a de que se pudesse ter previamente uma medida de quanto uma contingência em particular afeta um sistema [ALBUQUERQUE e JUNIOR, 2003], [CASTRO JUNIOR, 2005]. Para tal, é utilizado um índice de performance para cada caso de contingência cuja formulação geral é:

$$PI = \sum w_j |f_j(x)|^m \quad (2.1)$$

**Equação 2.1 – Formulação PI**

onde  $w_j$  é um peso relativo à função  $f_j(x)$  e  $f_j(x)$  é, em geral, a relação entre uma grandeza elétrica e seu limite em cada equipamento. A variável  $m$  é um número ao qual se eleva a função  $f_j(x)$ , normalmente elevada ao quadrado, no intuito de melhor diferenciar um caso que esteja carregado, mas não ultrapassando limites operativos, de um caso que esteja realmente sobrecarregado.

Para o cálculo de um PI, é utilizado um fluxo de potência. Para tal, poderia se utilizar um método linearizado de fluxo de potência por apresentar rápida solução entretanto, não teria como calcular a influência de tensão no PI. Outra maneira ainda de se obter os fluxos e tensões nas linhas é utilizando uma iteração do método desacoplado rápido. Neste, o método é interrompido após uma iteração P- $\theta$  e uma iteração Q-V. Após a primeira iteração, o método desacoplado rápido fornece informação bastante razoável para o cálculo do PI.

Normalmente a classificação de contingências (*ranking*) é realizada com base no cálculo dos chamados índices de performance (PI) [CORTES e MENDEZ, 1999]. PI é uma escala que reflete o montante de violações que ocorrerá caso a contingência venha a acontecer. É uma medida de quanto uma contingência em particular pode afetar o sistema de potência. As contingências com os maiores valores de PI são consideradas as mais severas. Sabe-se também que, especialmente para redes de grande porte, a maioria das contingências acaba tendo um PI pequeno, ou seja, a ocorrência da maioria delas não resulta em violações ou em instabilidade de tensão. Daí a importância de se evitar uma análise detalhada e demorada de casos sem nenhum impacto no que diz respeito à violação ou estabilidade de tensão. O procedimento de seleção constitui no cálculo dos PI para cada contingência e a ordenação na ordem decrescente. As linhas correspondentes ao topo da lista são então as candidatas a compor a lista menor a ser analisada detalhadamente pelo processo de análise de contingências.

Alguns tipos de dificuldades são encontradas na classificação de contingências como, por exemplo, o mascaramento (*masking effect*) [GRILO, 2005]. O mascaramento é a dificuldade de diferenciar uma contingência que resulta em outras pequenas violações de outra que resulta em uma grande violação.

Como o processo de seleção de contingências resulta em uma economia de tempo computacional considerável, o tema recebeu atenção especial de pesquisadores ultimamente. Duas abordagens básicas são: a) métodos

abordagem é o uso de sistemas especialistas para estabelecer uma lista de prováveis contingências. [GRILO, 2005]

### 2.5.3 Otimização de Ações Corretivas e Preventivas

Programas que são capazes de ajustar os controles na operação do caso base ou pré-contingência para prevenir violações nas condições pós-contingências são denominados fluxo de carga ótimo com restrição de segurança (*security-constrained optimal power flows* - SCOPF). Estes programas normalmente fazem mudanças no despacho ótimo de geração, potência ativa e tensão do gerador, *tap* de transformador, intercâmbio entre outros ajustes. Concomitantemente as funções de monitoramento e análise de contingências formam uma ferramenta eficaz para a segurança de sistemas de potência [GRILO, 2005].

Caso ocorram situações infactíveis, ações de controle apropriadas devem ser eficientemente obtidas e rapidamente implementadas. Para que isso possa ser realizado é necessário quantificar o grau de infactibilidade do sistema (GI), e determinar uma estratégia de controle corretivo para colocar o sistema de volta a região de operação factível. GI é determinado através da menor distância entre o ponto de operação infactível e a fronteira de factibilidade no espaço de parâmetros. Fontes de reativos, mudança em *tap* de transformadores e corte de carga são controles normalmente disponíveis. A busca de controles mais apropriados é baseada na idéia de localização adaptativa. [QUINTELA, 2002].

### 2.5.4 Seleção de Contingências

O processo de análise que envolve os níveis de 1 a  $n$  é normalmente chamado de seleção de contingências (ou *screening*). Trata-se de um procedimento utilizado antes da análise de contingência e consiste em calcular aproximadamente as condições de operação pós-contingência para uma lista de contingências previamente definida e classificá-las de acordo com algum critério, de modo que apenas as mais severas delas sejam submetidas à análise de contingências. Esta classificação é baseada nos índices de performance, os quais são computados para cada contingência e refletem a severidade das violações. Na prática é comum adotar-se somente um nível para a seleção de contingências antes da análise de contingências. O estado pós-contingência da rede na seleção de contingências é normalmente obtido através do cálculo de fluxo de carga pelo método desacoplado rápido. No caso da seleção visar somente à obtenção de violações de fluxo de potência em ramos, somente uma iteração ativa é realizada. No caso de se tentar obter as violações de tensão, uma iteração ativa e uma iteração reativa são realizadas - [QUINTELA, 2002], [DOTTA *et alii*, 2004], [GRILO, 2005].

A seleção de contingências normalmente é realizada somente para as contingências simples. Com relação às contingências múltiplas, em geral estas não são submetidas ao processo de seleção de contingências, sendo analisadas diretamente através de um método detalhado. As contingências múltiplas a serem analisadas são escolhidas com rigor para a análise, normalmente são escolhidas as que são mais prováveis. O problema metodológico encontrado é a seleção das contingências mais críticas, a colocação de muitos casos na lista menor a ser analisada primeiramente, apesar de ser um método conservador faz com que o tempo alocado para a análise de segurança seja maior. E quando ocorre o contrário, da lista ficar muito pequena, problemas na rede podem deixar de ser detectados [GARCIA E ALMEIDA, 1999].

### **2.5.5 Seleção de Contingências e Estabilidade de Tensão**

Os limites operacionais normalmente levados em consideração na análise de contingências são as sobrecargas em linhas de transmissão e transformadores (MW) e sobre ou subtensões em barramentos. Em função da mudança das condições de operação das redes, o problema que se tornou particularmente importante foi o de estabilidade de tensão. A instabilidade de tensão caracteriza-se por uma lenta variação do ponto de operação do sistema de modo que a magnitude de tensão na barra de carga decresce até um ponto em que não é possível reverter a situação através de ações de controle. Normalmente acontece em sistemas sobrecarregados e que terão sua demanda ainda mais aumentada. Também se costuma associar o evento ao suporte inadequado de potência reativa nos pontos em que se faz necessário. O maior desafio é o desenvolvimento de um PI que reflita adequadamente a situação pós contingência em termos de proximidade ao limite de estabilidade de tensão [MANZONI *et alii*, 2000].

### 3. PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DA REDE ELÉTRICA

O problema de planejamento da expansão da rede elétrica é amplamente discutido e abordado devido a sua importância. O problema de planejamento da expansão é constantemente estudado visto a quantidade de literaturas encontradas. A primeira seção deste capítulo busca realizar uma revisão da literatura como meio de conhecer as algumas das mais diversas técnicas utilizadas. Posteriormente são abordados conceitos, heurísticas e modelos utilizados no problema de planejamento.

#### 3.1 Revisão da Literatura

O tratamento abordado por Haffner [HAFFNER *et alii*, 1999] para o problema do planejamento dinâmico da expansão de sistemas de transmissão é a utilização de múltiplos estágios, visando à otimização do valor presente do somatório dos investimentos realizados ao longo dos anos. O modelo de transportes foi adotado para representar a rede de transmissão sendo o problema de otimização solucionado por intermédio do algoritmo *branch and bound*. Através da decomposição de *Benders* o problema do planejamento da expansão do sistema de transmissão pode ser subdividido em dois problemas a serem resolvidos sucessivamente e iterativamente: no primeiro subproblema decide-se a respeito das variáveis de investimento, solucionado através de programação inteira; no segundo determina-se a melhor forma de operar a rede, utilizando os recursos da primeira etapa, solucionado através de programação linear. Desta forma, o esforço computacional concentra-se no subproblema de Investimento e na quantidade de vezes que esse deve ser resolvido para a obtenção do resultado final. As conclusões do trabalho indicam melhorias na obtenção do resultado. Isto se deve ao particionamento da programação inteira em vários estágios, facilitando os cálculos e reduzindo o custo computacional.

Um modelo de otimização inteira mista é apresentado por Oliveira [OLIVEIRA E BAHIANSE, 2003] para a expansão da rede de transmissão de um sistema hidrotérmico. Neste são apresentadas as metas de geração hídrica no ano para diversas condições hidrológicas e as condições de atendimento das demandas representadas de forma discretizada em patamares. A formulação disjuntiva adotada evita a não linearidade utilizada na segunda lei de Kirchoff envolvendo produtos entre variáveis de investimento e de ângulos nodais. As condições de operação e de despacho são afetadas pelo intercâmbio entre regiões, que podem variar com a condição hidrológica e também com a condição de carga.

O trabalho desenvolvido por Sérgio A. de Oliveira [OLIVEIRA, 2004], apresenta diversas metaheurísticas combinatórias para a resolução do planejamento da expansão da

transmissão de energia elétrica, analisado do ponto de vista estático e de longo prazo. Uma das metaheurísticas utilizadas é uma versão paralela do *simulated annealing* e outras versões paralelas de algoritmos genéticos. Também é utilizado time assíncrono cujos agentes são variantes destas metaheurísticas. Os modelos são inicializados por um time assíncrono de algoritmos heurísticos construtivos e executados em um ambiente de processamento distribuído. Este ambiente é composto por rede heterogênea de estações SUN, sistema operacional *SunOS*, com biblioteca para processamento paralelo. Os sistemas utilizados para teste foram Garver, Sul brasileiro, Norte- Nordeste brasileiro e sistema colombiano (93 barras / 155 ramos). A conclusão abordada por Oliveira é de que os resultados comprovam a eficácia da metodologia proposta quando comparado com o resultado das versões seriais de cada metaheurística isolada, também demonstrando uma redução no tempo de processamento.

O trabalho apresentado por Silva Júnior [SILVA JUNIOR, 2005] aborda algumas propostas para solucionar o problema de planejamento da expansão de sistemas de transmissão, estático e multiestágio, considerando restrições de segurança – critério de segurança n-1, bem como para o planejamento que possa satisfazer simultaneamente diversos planos de programação da geração pré especificados. Silva Júnior utiliza algoritmo genético especializado, o algoritmo genético de Chu-Beasley. Utiliza o modelo DC para realizar a modelagem da rede elétrica para os problemas da expansão de sistemas de transmissão aqui propostos. Com a finalidade de gerar a população inicial e melhora de um descendente do algoritmo genético Chu-Beasley, utiliza-se o algoritmo heurístico construtivo de Villanasa – Garver - Salon. O modelo matemático apresentado é bastante flexível visto que é aplicado ao planejamento centralizado, planejamento centralizado com segurança e propostas de planejamento para um número reduzido de planos de programação da geração. Contudo, este requer um esforço computacional muito elevado necessitando pensar em processamento paralelo para analisar sistemas de grande porte.

Flores [FLORES, 2006] defende em seu trabalho a utilização de modelos matemáticos e de técnicas de solução para resolver o problema de planejamento da expansão de sistemas de transmissão através de três enfoques. O primeiro enfoque usa o modelo de corrente alternada do sistema de transmissão e um algoritmo heurístico construtivo especializado para resolver o problema de planejamento, e, ainda, realizar uma primeira tentativa de alocação de fontes de potência reativa. O segundo enfoque busca utilizar o modelo de corrente contínua e técnicas de programação não-linear, modelado de forma matricial com um algoritmo de otimização especializado e, além disso, um algoritmo heurístico construtivo especializado é utilizado para resolver o problema de planejamento. No terceiro enfoque o modelo de corrente contínua e um algoritmo *branch and bound* são usados sem empregar técnicas de decomposição. Neste caso, foram redefinidos os chamados testes de sondagem no algoritmo *branch and bound* e em cada nó da árvore tem-se um problema de

programação não linear que é resolvido usando a metodologia desenvolvida no segundo enfoque. Flores desenvolve uma técnica baseada em uma combinação de métodos de pontos interiores de alta ordem (MPI-AO) para resolver os problemas de programação não-linear de forma rápida, eficiente e robusta. O objetivo da combinação MPI-AO foi colocar num único método as características particulares de cada um dos MPI-AO e melhora o desempenho computacional.

Na tese de doutorado de Miasaki [MIASAKI, 2006], novos modelos matemáticos são aplicados ao problema de planejamento da expansão do sistema de transmissão de energia elétrica, em longo prazo. Miasaki menciona que os modelos estáticos mais utilizados para representar este problema têm como estratégia adicionar somente linhas de transmissão e transformadores convencionais. A proposta de Miasaki busca inserir e avaliar tecnicamente os dispositivos flexíveis de transmissão em corrente alternada (*Flexible Alternating Current Transmission Systems – FACTS*) como elementos do processo de expansão do sistema, juntamente com as linhas de transmissão e transformadores convencionais, nos modelos matemáticos propostos. Na tese são adicionados FACTS com a intenção de obter uma melhor distribuição dos fluxos de potência ativa no sistema e, como consequência, contribuir para uma redução no custo. Os impactos dessa metodologia são analisados no sistema IEEE 24 barras, com cinco planos de geração. No trabalho são implementados algoritmos genéticos especializados sendo que os resultados, segundo o autor, indicam um excelente desempenho dos modelos propostos.

### **3.2 Problema de Planejamento da Expansão**

O problema de planejamento da expansão de sistemas de transmissão é um problema cuja modelagem matemática assume uma forma muito complexa e de difícil solução. Sua solução compreende duas etapas consecutivas e claramente definidas: a modelagem matemática e, a técnica de solução escolhida para resolver o problema matemático. O problema do planejamento da expansão de sistemas de transmissão também apresenta uma estrutura multimodal com um número elevado de ótimos locais, o que leva a maioria dos métodos aproximados a fornecer uma solução ótima local, às vezes de pobre qualidade [FLORES, 2006].

Haffner [HAFFNER, 2000] cita em sua Tese de Doutorado que o planejamento das capacidades de geração e de transmissão dos sistemas de energia elétrica constitui um problema de otimização de grande complexidade em função de diversos fatores. Entre os mais importantes Haffner destaca: a) que é necessário uma visão de longo prazo para que os empreendedores possam se beneficiar da economia de escala que é usual para os equipamentos de transmissão e de geração tais como centrais elétricas; b) os empreendimentos de geração e de transmissão apresentam dependências temporais e espaciais e necessitam de

análise conjunta no espaço e no tempo de longo prazo; c) precisam ser avaliadas, simultaneamente, as características técnicas e ambientais dos empreendimentos; d) existem incertezas associadas aos valores previstos para o comportamento do consumo, dos recursos hídricos e do recurso e da disponibilidade das demais fontes primárias de energia ao longo do horizonte de planejamento.

Oliveira e Bahiense [OLIVEIRA E BAHIENSE, 2003] mencionam em seu trabalho que o problema de expansão de redes de transmissão visa determinar quais e onde novos equipamentos devem ser construídos na rede de modo a atender as demandas previstas a custo mínimo de investimento e operação, respeitando as operações técnicas de operação da rede.

O principal objetivo do planejamento da expansão de um sistema de transmissão é obter o plano ótimo de expansão do sistema elétrico. O melhor plano de expansão deverá indicar onde deverão ser alocados novos equipamentos para que o sistema opere adequadamente, de forma que obedeça às restrições operacionais e financeiras para um determinado cenário futuro [MIASAKI, 2006].

Os autores citados nesta seção concordam em diversos pontos em seus trabalhos, como por exemplo, na divisão dos estágios para realizar o planejamento de expansão, na difícil solução do problema de planejamento e na dificuldade de determinar os fatores para os cálculos. Assim, o planejamento da expansão da rede elétrica é de complexidade extremamente alta, além de possuir diversas variáveis e, algumas delas, sem uma estimativa aproximada para dar segurança total ao projeto.

Os modelos matemáticos desenvolvidos com a intenção de melhor representar o problema do planejamento da expansão da rede elétrica são os mais diversos. Os trabalhos pesquisados, não citados em sua totalidade, utilizam principalmente os seguintes modelos matemáticos: modelos de transporte, modelos híbridos como o não-linear e o linear, o modelo de fluxo de carga DC, o modelo linear disjunto e o modelo de fluxo de carga AC. Para resolver todos estes modema(s)-1( )230(m)-2(a)4(t)-2(e)4(m)-2(á)4(t)-2(i)-2(c)4(m)-2( )-uenerg988(t)-2le



função objetivo e um conjunto de restrições. As restrições relacionam um conjunto de variáveis de decisão através de um conjunto de equações e inequações algébricas. Nos sistemas de geração e transmissão de energia elétrica o objetivo é normalmente minimizar os custos de investimento e de operação do sistema [MIASAKI, 2006], [HAFFNER, 2000], [OLIVEIRA, 2004].

Normalmente, nos modelos matemáticos, à medida que são introduzidas melhorias, o modelo matemático torna-se mais complexo. Desta forma, deve haver um comprometimento do modelo matemático que é utilizado para representar o mundo real, com a técnica de solução abordada. A técnica deve possibilitar o máximo de aproveitamento dos recursos computacionais.

O problema de planejamento do sistema de transmissão, de modo geral, é classificado com relação ao horizonte, considerado para os custos de investimento em multiestágio (horizonte de planejamento dividido em diversas etapas) ou em estático (em um único horizonte de planejamento).

### **3.3.1 Modelagem Matemática Clássica**

No planejamento estático de sistemas de transmissão tradicional, o sistema possui uma configuração inicial e tem como função objetivo chegar a um cenário futuro através do melhor plano de expansão possível. Alguns modelos são citados e detalhados na intenção de exemplificar como os modelos podem atuar sobre o problema de planejamento da expansão do sistema elétrico [OLIVEIRA, 2004], [SILVA JUNIOR, 2005], [HAFFNER, 2000], [MIASAKI,2006].

#### **3.3.1.1 Modelo AC**

Representar o problema através das relações matemáticas de fluxo de carga AC seria ideal para indicar a operação adequada na modelagem matemática. Entretanto, como a maioria dos sistemas utilizados no planejamento da transmissão apresenta um sistema inicial não conexo (ilhamento) é difícil resolver sistemas deste tipo empregando as relações matemáticas do fluxo de carga AC e as técnicas de solução conhecidas. Um outro motivo que inviabiliza este modelo matemático é que o problema de planejamento de sistema trabalha com o fluxo de potência ativa no sistema elétrico e o problema reativo é resolvido em etapas posteriores.

### 3.3.1.2 Modelo DC

O modelo DC é considerado como o modelo ideal para ser utilizado em sistemas de transmissão, levando em consideração as duas leis de Kirchhoff para o sistema elétrico. Nesta formulação, variáveis contínuas de operação (fluxos nas linhas, níveis de geração e demanda), podem ser encontradas.

$$\text{Min} \quad v = \sum_{(i,j) \in \Omega} c_{ij} n_{ij} + \sum_i \alpha_i r_i \quad (3.1)$$

s.a.

$$B(n_{ij}) + \theta + g + r = d \quad (3.2)$$

$$(n_{ij} + n_{ij}^o) |\theta_i - \theta_j| \leq (n_{ij} + n_{ij}^o) \bar{\theta}_{ij} \quad (3.3)$$

$$0 \leq g \leq \bar{g} \quad (3.4)$$

$$0 \leq r \leq d \quad (3.5)$$

$$0 \leq n_{ij} \leq \bar{n}_{ij} \quad (3.6)$$

$$\forall (i, j) \in \Omega \quad (3.7)$$

**Equação 3.1 - Modelo Matemático DC**

onde:

v	investimento devido a adição de circuitos
$c_{ij}$	custo de um circuito no ramo ij
$n_{ij}$	número de linhas adicionadas, $n_{ij} = x_{ij} / \gamma_{ij}$ a susceptância nominal de uma linha entre as barras i-j
$B(.)$	parâmetro adequado de transformação de unidades
$\theta$	matriz de susceptâncias
g	ângulo de tensões nodais
r	vetor de gerações
d	vetor de geradores fictícios ou artificiais
$x_{ij}$	vetor de demandas
$n_{ij}^o$	nova susceptância a ser instalada
$\bar{\theta}_{ij}$	número de linhas iniciais no ramo $(i,j) \in \Omega$
$\bar{f}_{ij}$	definida pela realção: $\bar{\theta}_{ij} = \bar{f}_{ij} / n_{ij}$
$\bar{g}$	fluxo máximo de potência ativa no ramo (i,j)
$\bar{n}_{ij}$	vetor de limites de geração
$\Omega$	vetor de número máximo de adições no ramo (i,j)
	conjunto de todos os ramos definidos pelas linhas existentes e as alternativas de expansão

O modelo apresentado por Oliveira [OLIVEIRA, 2004] (Equação 3.1) está um pouco modificado considerando o modelo DC original. Nesta formulação o termo  $\sum_i r_i$  existe para facilitar a resolução. Quando o valor de  $r_i$  é relativamente grande, os valores de  $r_i$  são praticamente iguais à zero. Neste caso, tornando-se exatamente igual à formulação original. Desta forma o problema torna-se sempre factível, pois as sobrecargas no sistema que apareceriam no processo de resolução são compensadas pelos geradores artificiais.

### 3.3.1.3 Modelo de Transporte

O modelo de transporte foi formulado por Garver, em 1970 [GARVER, 1970], sendo a primeira proposta para planejamento de redes de transmissão que utilizou programação linear. Esta metodologia consiste basicamente em resolver de maneira aproximada uma versão relaxada do modelo DC. No modelo de transportes de Garver leva-se em consideração apenas a primeira lei de Kirchhoff, não levando em consideração as restrições da segunda lei.

$$\text{Min} \quad v = \sum_{(i,j) \in \Omega} c_{ij} n_{ij} \quad (3.8)$$

s.a.

$$Sf + g = d \quad (3.9)$$

$$|f_{ij}| \leq (n_{ij} + n_{ij}^o) \overline{f_{ij}} \quad (3.10)$$

$$0 \leq g \leq \overline{g} \quad (3.11)$$

$$0 \leq n_{ij} \leq \overline{n_{ij}} \quad (3.12)$$

$$n_{ij} \text{ irrestrito } f_{ij} \text{ irrestrito} \\ (i, j) \in \Omega \quad (3.13)$$

#### Equação 3.2 - Modelo de Transporte

Garver propôs inicialmente um Algoritmo Heurístico Construtivo para encontrar uma boa configuração e não necessariamente uma configuração ótima. Se o termo  $n_{ij}$  for retirado da equação, a equação transforma-se em um Problema de Programação Linear (PPL). Dessa forma, a resolução permite indicar o circuito mais atrativo que pode ser adicionado ao sistema elétrico.

### 3.3.1.4 Modelo Híbrido

O modelo híbrido surge da necessidade de utilizar a boa qualidade de resposta do modelo DC juntamente com a possibilidade de cálculo em redes desconexas do modelo de transportes. Pode-se dizer que o modelo híbrido é uma combinação dos modelos DC e de Transportes. Encontrar a solução ótima neste caso é quase equivalente à busca no modelo DC por isso as diferentes variações do modelo híbrido normalmente são utilizadas para auxiliar no processo de resolução do modelo DC. O modelo híbrido pode apresentar a estrutura de um problema de programação linear ou não-linear.

#### 3.3.1.4.1 Modelo Híbrido Não- Linear

A formulação matemática do modelo híbrido não-linear é descrita a seguir:

$$\text{Min} \quad v = \sum_{(i,j)} c_{ij} n_{ij} \quad (3.14)$$

s.a.

$$Sf + g = d \quad (3.15)$$

$$f_{ij} - \gamma_{ij}(n_{ij} + n^o_{ij})(\theta_i - \theta_j) = 0 \quad \forall (i, j) \in \Omega \quad (3.16)$$

$$|f_{ij}| \leq (n_{ij} + n^o_{ij}) \overline{f_{ij}} \quad (3.17)$$

$$0 \leq g \leq \overline{g} \quad (3.18)$$

$$0 \leq n_{ij} \leq \overline{n_{ij}} \quad (3.19)$$

$$n_{ij} \text{ inteiro}; f_{ij} \text{ irrestrito}; \theta_j \text{ irrestrito}$$

#### Equação 3.3 – Modelo Híbrido Linear

Neste modelo,  $\Omega_l$  representa o conjunto de caminhos onde existe linha na configuração base. As duas primeiras equações referentes às restrições indicam respectivamente que o modelo híbrido deve satisfazer a Lei de Kirchhoff das correntes em todas as barras e a Lei de Kirchhoff de Tensão nos laços existentes na configuração base.

O conjunto de equações referentes à Lei de Kirchhoff das Tensões representa a diferença entre os modelos matemáticos de transporte, híbrido e DC. É importante salientar que a não linearidade das restrições neste modelo o torna um problema com nível de complexidade maior em relação ao modelo de transportes.

### 3.3.1.4.2 Modelo Híbrido Linear

Na maioria das vezes, quando existe alguma dificuldade na resolução de um problema, são criadas novas alternativas para a resolução deste problema. O modelo matemático híbrido é obtido a partir do modelo híbrido não-linear. Para isso, utilizam um problema equivalente, cuja modelagem matemática corresponde a um problema linear inteiro misto.

Neste novo modelo, existem dois sistemas superpostos: a rede original e outra, completa, formada por circuitos candidatos. As Leis de Kirchhoff são observadas no modelo, descrito a seguir:

$$\text{Min} \quad v = \sum_{(i,j)} c_{ij} n_{ij} \quad (3.20)$$

s.a.

$$S^{\circ} f^{\circ} + S \cdot f' + g = d \quad (3.21)$$

$$f^{\circ}_{ij} - \gamma_{ij} n^{\circ}_{ij} (\theta_i - \theta_j) = 0 \quad \forall (i, j) \in \Omega_1 \quad (3.22)$$

$$|f^{\circ}_{ij}| \leq n^{\circ}_{ij} \overline{f}_{ij} \quad \forall (i, j) \in \Omega_1 \quad (3.23)$$

$$|f'_{ij}| \leq n_{ij} \overline{f}_{ij} \quad \forall (i, j) \in \Omega \quad (3.24)$$

$$0 \leq g \leq \overline{g} \quad (3.25)$$

$$0 \leq n_{ij} \leq \overline{n}_{ij} \quad (3.26)$$

$$n_{ij} \text{ inteiro}; f^{\circ}_{ij} \text{ irrestrito}; f'_{ij} \text{ irrestrito};$$

$$\theta_j \text{ irrestrito} \quad \forall (i, j) \in \Omega_3 \quad (3.24)$$

#### Equação 3.4 – Formulação Matemática do Modelo Híbrido Não-Linear

onde:

$S^{\circ}$  - matriz de incidência transpostas dos caminhos existentes na configuração base;

$S$  - matriz de incidência transpostas dos caminhos existentes na configuração completa;

$f^{\circ}$  - vetor de fluxo de potência dos caminhos existentes;

$f'$  - vetor de fluxo de potência dos novos caminhos candidatos;

$n^{\circ}_{ij}$  - número de circuitos existentes na configuração base;

- $n_{ij}$ - número de novos circuitos adicionados;  
 $\Omega_1$  - conjunto de caminhos da configuração base;  
 $\Omega_2$  - conjunto de caminhos onde novas linhas podem ser acrescentadas;  
 $\Omega_3$  - conjunto de barras da configuração base;  
 $\theta_j$ - ângulo de tensão.

### 3.3.1.5 Modelo Linear Disjuntivo

O modelo DC é considerado a modelagem ideal para o problema de planejamento, sendo este um problema de programação não-linear misto. De modo geral, pode-se transformar um modelo não-linear quadrático com variáveis binárias e reais usando uma transformação que permite separar os termos quadráticos em relações não lineares. Dessa forma, pode-se transformar o modelo DC não-linear num modelo equivalente linear. Neste caso específico, é adicionado o parâmetro  $M$  de valor muito grande. Segue a formulação da modelagem linear disjuntiva (que possui a mesma solução ótima do modelo DC):

$$\text{Min} \quad v = \sum_{(i,j \in \Omega)} c_{ij} y_{ij} + \alpha \sum_{k \in \tau} r_k \quad (3.25)$$

s.a

$$S_0 f^o + S_1 f^1 + g + r = d \quad (3.26)$$

$$f^o_{ij} - \gamma^o_{ij} (\theta_i - \theta_j) = 0 \quad \forall (i, j) \in \Omega_1 \quad (3.27)$$

$$f^1_{ij} - \gamma^1_{ij} (\theta_i - \theta_j) \leq M (1 - y_{ij}) \quad (3.28)$$

$$f^1_{ij} - \gamma^1_{ij} (\theta_i - \theta_j) \geq -M (1 - y_{ij}) \quad (3.29)$$

$$|f^o_{ij}| \leq \overline{f_{ij}} \quad (3.30)$$

$$|f^1_{ij}| \leq \overline{f_{ij}} y_{ij} \quad (3.31)$$

$$0 \leq g \leq \overline{g} \quad (3.32)$$

$$0 \leq r \leq d \quad (3.33)$$

$$y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall (i, j) \in \Omega_\tau \quad (3.34)$$

$$f^o_{ij} \text{ irrestrito}; f^1_{ij} \text{ irrestrito}; \theta_j \text{ irrestrito}$$

**Equação 3.5 – Modelo Linear Disjuntivo**

Onde:

$y_{ij}$  é uma variável binária igual a 1 se no caminho  $i$ - $j$  é adicionado um circuito, caso contrário é igual a zero;

$S_0$  é a matriz de incidência nó-ramo transposta dos circuitos existentes na configuração base com fluxos  $f^0$ ;

$S_1$  é a matriz de incidência nó-ramo transposta dos circuitos candidatos considerados como variáveis binárias e com fluxos  $f_1$ .

Este tipo de técnica apresenta uma desvantagem bastante importante em relação ao modelo DC, existe o aumento da dimensão do problema causado pela introdução de variáveis binárias e, com a introdução do parâmetro  $M$  para cada restrição, aumenta o fator de complexidade do modelo linear disjuntivo. A grande vantagem é a modelagem linear, onde se pode desenvolver algoritmos adequados com propriedades de convergência interessantes.

### 3.4 Algoritmos Heurísticos

O problema de planejamento de longo prazo de sistemas de transmissão tem sido estudado por diversos pesquisadores. As técnicas utilizadas podem ser divididas em grupos. No primeiro grupo encontram-se os algoritmos exatos ou de otimização clássica e no segundo grupo os algoritmos aproximados como as heurísticas e as metaheurísticas.

O algoritmo construtivo de Garver [GARVER, 1970] utilizado em planejamento de sistemas de transmissão é um dos primeiros algoritmos de maior importância. Garver sugere resolver o próprio problema de transporte após relaxar a integralidade, o que corresponde a solucionar o problema de programação linear para identificar o circuito mais atraente e que deve ser adicionado ao sistema elétrico.

Existem muitos algoritmos heurísticos para o modelo DC. Três desses algoritmos foram desenvolvidos por pesquisadores brasileiros. Monticelli [MONTICELLI *et alii*, 1982] apresentou o algoritmo do mínimo esforço. Neste, o indicador de sensibilidade identifica o circuito que, uma vez adicionado ao sistema, produz uma maior redução de sobrecargas do sistema elétrico. A modelagem permite que os circuitos sejam sobrecarregados. Outra filosofia apresentada é o algoritmo de mínimo corte de carga. A filosofia é semelhante à proposta por Monticelli mas, neste, os circuitos não podem ser sobrecarregados e os problemas são traduzidos em cortes de carga. Desta forma, o indicador de sensibilidade identifica o circuito que produz uma maior redução no corte de carga no sistema elétrico. Oliveira [OLIVEIRA, 2004] utilizou função sigmóide para representar as variáveis de investimento inteiras do problema de planejamento. O algoritmo utiliza técnicas de

programação não linear permitindo a inclusão de não linearidades no problema de planejamento, tais como as perdas ativas do sistema de transmissão.

Os algoritmos heurísticos possuem a propriedade de encontrar apenas soluções de boa qualidade para sistemas de grande porte e a qualidade das soluções pode ficar extremamente distante da ótima. Entretanto, por serem robustos e rápidos, os algoritmos heurísticos representam um grande campo de pesquisa e as soluções encontradas por algoritmos já desenvolvidos podem auxiliar no aperfeiçoamento de outros algoritmos que demandam maior esforço computacional, como as metaheurísticas.

### 3.4.1 Algoritmo Heurístico de Garver

O modelo formulado por Garver – [GARVER, 1970] é uma versão relaxada do modelo DC. Para resolver o modelo de transportes, foi apresentado um algoritmo heurístico construtivo cujo indicador de sensibilidade é resolvido utilizando um problema de programação linear. Garver considera que todo fluxo que não puder ser transportado pelas ligações normais, fluirá pelas ligações de sobrecarga porque essas têm capacidades ilimitadas. Em cada etapa do processo de planejamento deve-se resolver um problema de programação linear e assim adicionar um circuito na trajetória de maior sobrecarga. O processo é repetido até eliminar todas as sobrecargas. A implementação do algoritmo de Garver é bastante simples pois se trata de soluções sucessivas de programação linear. A principal limitação da metodologia é que ela não garante a obtenção da solução ótima do sistema planejado.

### 3.4.2 Método de Mínimo Esforço

O método do mínimo esforço baseia-se no fato de que a distribuição dos fluxos em uma rede é tal que a lei do mínimo esforço que minimiza o produto das reatâncias (p.u.) de cada ramo pelo quadrado do respectivo fluxo. Esta função de mínimo esforço é utilizada como um índice de sensibilidade para ordenar as adições de novos circuitos do sistema [OLIVEIRA, 2004].

$$IS_{me} = \Delta Z_{ij} = -\frac{1}{2}(\theta_i - \theta_j)^2 \Delta \gamma_{ij} \quad (3.35)$$

**Equação 3.6 – Função do Mínimo Esforço**



onde  $\theta_i - \theta_j$  é a diferença angular do ramo  $ij$  antes da adição, e  $\Delta\gamma_{ij}$  é a variação da susceptância de um circuito no ramo  $ij$ . A cada processo é adicionado um novo circuito que possa provocar o maior impacto na distribuição de fluxos na rede, o que apresenta o maior  $|\Delta Z_{ij}|$ .

A estrutura do algoritmo de mínimo esforço pode ser citada da seguinte maneira:

Primeira Parte: 1) a configuração base é a configuração corrente; 2) análise DC para a configuração corrente. Se não houver sobrecargas ir para a segunda parte. Caso contrário, calcular o  $IS_{mc}$  e ordenar os circuitos candidatos iniciando pelo circuito que apresentar maior valor absoluto do índice. Ir ao passo três. 3) Adicionar para a configuração corrente o primeiro circuito da lista anterior. Voltar ao passo 2.

Segunda Parte: Ordenar os circuitos adicionados em ordem decrescente de seus custos e eliminar aqueles cuja saída não produzem corte de carga no sistema. Encerrar.

### 3.4.3 Mínimo Corte de Carga

Semelhante ao Método do Mínimo Esforço, este método realiza a adição de linhas selecionadas conforme um índice de sensibilidade que permite encontrar linhas mais atrativas. O índice utilizado é apresentado na equação a seguir:

$$IS_{mcc} = (\pi_i - \pi_j)(\theta_i - \theta_j) \quad (3.36)$$

#### Equação 3.7 – Mínimo Corte de Carga

onde:

$\pi_j$  é o multiplicador de Lagrange da  $j$ -ésima restrição do sistema  $B\theta + g + r = d$  e os  $\theta_j$  são os ângulos de tensão da barra obtidos ao resolver o modelo DC para a configuração corrente utilizando um algoritmo de programação linear.

### 3.4.4 Metaheurísticas

Os algoritmos metaheurísticos apresentam um conjunto de técnicas de otimização adaptadas para trabalhar na resolução de diversos problemas complexos. Alguns dos algoritmos metaheurísticos foram aplicados com muito sucesso para resolver diversos problemas no campo da pesquisa operacional e alguns problemas de engenharia elétrica. Já foram propostos diversos métodos metaheurísticos para lidar com o problema de

planejamento da expansão do sistema de transmissão, por exemplo o *simulated annealing*, os algoritmos genéticos, o *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* (GRASP) e a busca tabu [MIASAKI, 2006].

Os métodos metaheurísticos têm a característica geral de que convergem para soluções ótimas ou quase ótimas. Contudo, estes métodos utilizam grande esforço computacional. As metaheurísticas se utilizam de mecanismos inteligentes com o objetivo de criar um processo eficiente capaz de sair de um ponto local ótimo e encontrar a solução ótima global ou uma solução próxima da ótima global. Desta forma, uma metaheurística é uma estratégia de alto nível que parte de uma solução ou um conjunto de soluções em busca de possíveis soluções ótimas dentro de um determinado escopo. A diferença entre cada uma das heurísticas está na técnica utilizada por elas.

De modo geral, para implementar as metaheurísticas deve-se adotar os seguintes procedimentos: a) especificar uma forma de representar uma proposta de solução dentro do espaço de busca do problema (codificação); b) definir a forma de encontrar a função objetivo ou seu equivalente para cada proposta de solução; c) descrever a vizinhança da solução corrente; d) determinar de forma explícita se a forma de realizar as transações deve ser realizada a partir de um único ponto ou de diversos pontos; e) indicar se o processo de busca deve ser realizado através de soluções factíveis ou podem ser consideradas também soluções infactíveis.

No caso do problema de planejamento da expansão de sistemas de transmissão é mais adequado considerar as propostas de solução infactíveis no processo de transição porque nesse tipo de problema as propostas factíveis representam uma parcela muito reduzida no espaço de busca do problema. Estes conceitos, interligados através do problema de planejamento da expansão da rede elétrica, podem auxiliar na busca de soluções e geram um panorama das possibilidades matemáticas e de possíveis otimizações que possam ser aplicadas na solução deste problema.

## 4. FLUXO DE POTÊNCIA ÓTIMO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

O fluxo de potência ótimo, bem como a análise de sensibilidade, possui diversas formas de serem resolvidos e podem ser aplicados em diversos problemas. A revisão da literatura na próxima seção menciona alguns trabalhos desenvolvidos neste contexto. Posteriormente, nas seções que seguem alguns conceitos sobre fluxo de potência ótimo e análise de sensibilidade são abordados.

### 4.1 Revisão da Literatura

Silva menciona que inúmeras propostas de redes neurais existem na literatura para resolver o problema de fluxo de potência ótimo DC [SILVA *et alii*, 2000]. A rede de Hopfield é um dos modelos mais utilizados, entretanto, a maioria ignora o sistema de transmissão. Silva observa que tal simplificação deixa de considerar importantes restrições de potência ativa, podendo conduzir a cálculos equivocados de despacho. Silva propõe uma rede de Hopfield modificada para resolver eficientemente problemas de fluxo de potência ótimo DC. Para este caso, o sistema de transmissão é representado através de equações de fluxo de carga lineares e de restrições no fluxo de potência ativa. Os parâmetros internos da rede de Hopfield modificada apresentada por Silva são computados pela técnica de subespaço válido de soluções, o qual garante que as soluções encontradas pela rede (que são os pontos de equilíbrio) sejam sempre factíveis.

Azevedo defende que o método dos pontos interiores primal-dual e preditor-corretor são desenvolvidos para um método de fluxo de potência ótimo DC onde as leis de Kirchhoff são representadas por um problema de fluxo em redes com restrições adicionais. No artigo [AZEVEDO *et alii*, 2001] Azevedo introduz um grafo generalizado na matriz que representa a estrutura da rede por onde os fluxos de potência passam de modo que o modelo possa levar em conta as perdas resultantes da transmissão. Resultados numéricos com implementação em MATLAB são apresentados por Azevedo para sistemas de teste IEEE. Azevedo constata que o método dos pontos interiores se mostra bastante robusto convergindo para os casos testados.

Nepomuceno [NEPOMUCENO *et alii*, 2003] divide o Pré despacho (PD) em duas partes: PDA (Pré Despacho Ativo) e PDR (Pré Despacho Reativo). No PDA, procura-se estabelecer uma geração ativa inicial através de um modelo PD tradicional. No PDR, o pré despacho proposto pelo PDA é avaliado do ponto de vista reativo, através do fluxo de potência ótimo (FPO) Newton proposto. O modelo de PDR é constituído de T problemas de FPO, que são resolvidos separadamente, mas de maneira incremental, fazendo um acompanhamento de carga entre intervalos consecutivos, o que diminui consideravelmente o

tempo de reavaliação reativa do problema de PDR como um todo. Caso seja necessário, o PDR é capaz de propor redespachos na geração ativa, de modo a contornar problemas reativos nos intervalos críticos (nos quais todos os recursos reativos já foram utilizados e ainda assim persistem os problemas reativos). A formulação e a metodologia de solução proposta por Nepomuceno são avaliadas no sistema IEEE30 em dois estudos de caso e mostrou-se bastante robusta no que diz respeito à incorporação da parte reativa ao problema PD.

Os métodos de pontos interiores primal-dual e preditor-corretor são desenvolvidos para um modelo de fluxo de potência ótimo DC onde as leis de Kirchhoff são representadas por um problema de fluxo em redes com restrições adicionais, segundo Oliveira e Filho. A estrutura matricial resultante é explorada reduzindo o sistema linear a ser resolvido a um sistema da dimensão do número de barras ou, opcionalmente, do número de laços independentes, cuja matriz é invariante ao longo das iterações permitindo que o método tenha uma iteração bastante rápida. Como consequência, um sistema linear cuja matriz varia a cada iteração deve ser resolvido. A dimensão deste sistema se reduz ao número de geradores. Os autores utilizaram C para obter resultados numéricos aplicados a sistemas IEEE e sistemas brasileiros de grande porte [OLIVEIRA E FILHO, 2003].

Aurich apresenta um modelo de fluxo de potência ótimo linear com reprogramação corretiva, utilizando um método de pontos interiores primal-dual barreira logarítmica [AURICH, 2004]. O modelo de fluxo de potência ótimo linear determina um ponto de operação econômico factível do ponto de vista de um caso básico, mas não leva em consideração a ocorrência de contingências. O modelo de fluxo de potência ótimo linear com restrições de segurança, por outro lado, determina uma solução segura do ponto de vista das contingências, mas as suas soluções podem se afastar significativamente da solução mais econômica. Já o modelo de fluxo de potência ótimo linear com reprogramação corretiva visa determinar um ponto de operação mais seguro em relação a possíveis contingências, ao mesmo tempo em que procura se afastar pouco da solução mais econômica. Aurich menciona a aplicação da proposta ao sistema IEEE-30 para mostrar a eficácia.

Baptista em seu trabalho apresenta uma nova abordagem para a resolução do problema de Fluxo de Potência Ótimo [BAPTISTA *et alii*, 2004]. Nesta abordagem as restrições canalizadas são tratadas pelo método de barreira logarítmica. Uma função lagrangeana aumentada é associada ao problema modificado. As condições necessárias de primeira ordem são aplicadas gerando um sistema não linear que é resolvido pelo método de Newton. Os testes numéricos realizados no artigo indicam que a abordagem proposta é eficiente na resolução do problema de fluxo de potência ótimo.

Lima, em seu trabalho [LIMA e OLIVEIRA, 2004], apresenta o problema de fluxo de potência ótimo DC utilizando o modelo de fluxo em redes e o princípio do mínimo esforço.

Em seguida um método de pontos interiores preditor-corretor é desenvolvido para os dois métodos de fluxo de potência. Lima apresenta resultados numéricos com o MATLAB comparando as duas abordagens para sistemas reais de grande porte. Os resultados apontam que o método de pontos interiores se mostra bastante robusto, convergindo rapidamente para todos os casos testados.

O trabalho desenvolvido por Alves [ALVES, 2005] tem como objetivo a viabilização do fluxo de potência ótimo com restrições de segurança – FPORS, na operação em tempo real. As características do método de solução associadas a um problema de grande porte leva a um alto tempo de processamento, tornando inviável sua utilização no contexto da operação em tempo real. A utilização do FPORS é viabilizada através do uso da técnica de paralelização, baseada na utilização de plataformas computacionais de baixo custo. Alves apresenta dois desenvolvimentos. No primeiro o FPORS foi paralelizado utilizando o padrão de troca de mensagem MPI em ambiente de memória distribuída. No segundo, o FPORS é integrado a um EMS, sistema de gerenciamento de energia. O EMS oferece um ambiente de memória compartilhada distribuída. Neste caso a paralelização do FPORS, é realizada utilizando recursos de comunicação, sincronização e controle de processos disponíveis no EMS. Alves constata que a técnica apresenta uma alta eficiência nas implementações paralelas.

Modelar o controle automático de *tap* e o controle secundário de tensão no problema de fluxo de potência continuado, bem como, avaliar os efeitos na estabilidade de tensão decorrentes das inserções destas estratégias é o propósito do trabalho apresentado por Ferreira [FERREIRA e COSTA, 2004]. Os limites operativos máximos e mínimos de cada um dos dispositivos de controle são considerados. Os resultados obtidos através da análise nodal são utilizados com o objetivo de identificar as barras críticas do sistema.

As mudanças estruturais no setor de energia elétrica modificaram, em alguns casos, drasticamente, a forma como é feito o despacho de geração. Conforme o tipo de mercado adotado, aspectos econômicos e contratuais devem também ser levados em consideração na operação em tempo real dos sistemas elétricos. Sendo assim, as metodologias usadas para estudar o comportamento do sistema devem ser alteradas para considerar na operação aspectos introduzidos pela reestruturação. Esses aspectos são, por exemplo, definição da potência injetada pelos geradores com base em leilões, feitos a partir dos custos de geração declarados, ou ainda, gerações/cargas definidas a partir de transações bilaterais livremente negociadas entre os produtores de energia e os consumidores, que devem ser despachados o mais próximo possível do valor de contrato. Além disso, devem ser desenvolvidos mecanismos para alocação dos serviços de transmissão - [FERNANDES, 2004].

Os vários modelos de despacho utilizados mundialmente estão bem definidos por David [DAVID, 1998]. Nesse trabalho, são discutidas a natureza conceitual e formulação matemática dos despachos: centralizado (*pool*), que é definido como uma bolsa de energia, onde todas as transações são submetidas para análise e aprovação; bilateral, onde as transações são arranjadas entre vendedores e compradores independentemente de um órgão centralizador; multilateral, onde arranjos contratuais são feitos através de uma comercializadora que envolve mais do que duas entidades e demanda, e; despacho coordenado, onde as três categorias anteriores coexistem. No modelo *pool* de comercialização de energia, os supridores e os consumidores disponibilizam preços para compra e venda de energia e a operadora do pool calcula o preço e o esquema de despacho, minimizando o custo de geração ou maximizando o benefício entre os todos os participantes do sistema [FERNANDES, 2004].

## **4.2 Fluxo de Potência Ótimo (FPO)**

O Fluxo de Potência Ótimo é uma ferramenta que tem por finalidade fornecer a melhor condição de operação de um sistema elétrico sob um determinado objetivo. O objetivo pode ser, por exemplo, a condição de operação tal que o sistema tenha a menor quantidade de perdas elétricas possível [ALVES, 2005]. Este tipo de problema não é de fácil resolução pois a solução encontrada deve respeitar os limites operativos dos equipamentos que compõem a rede elétrica bem como atender outras restrições inerentes à operação de um sistema elétrico.

### 4.2.1 Aplicações do FPO

O Fluxo de potência Ótimo tem aplicação em diversos problemas de planejamento e da expansão e operação em tempo real, tais como: despacho econômico e seguro; redespacho preventivo e corretivo; minimização de perdas, alocação de fontes de potência reativa; avaliação da confiabilidade composta de sistemas de geração e transmissão; planejamento da expansão de sistemas de transmissão; tarifação de serviços de transmissão; determinação de preços nodais de energia [ALVES, 2005].

Fernandes [FERNANDES, 2004] ainda cita que “O Fluxo de Potência Ótimo consiste em resolver um conjunto de equações algébricas, não lineares e complexas que resultam da aplicação das leis de Kirchhoff a um sistema com potências demandadas conhecidas. Diferentemente de um problema clássico de Fluxo de Potência, que necessita da especificação de algumas variáveis tais como: magnitudes de tensão e potência ativa gerada nas barras de geração (barras PV), o FPO trata estas variáveis como passíveis de ajustes”.

### 4.2.2 Programação Linear

O FPO pode ser apresentado como um problema de Programação Linear. Um Problema de Programação Linear é um caso particular de um Problema de otimização no qual tanto a função objetivo quanto as restrições são lineares. O FPO é um problema não linear, que pode ser aproximado através de linearizações sucessivas dessa forma (Equação 4.1):

$$\text{Min} \quad f'(z^o + \Delta z) \quad (4.1)$$

s.a

$$g'(z^o + \Delta z) = 0 \quad (4.2)$$

$$h'(z^o + \Delta z) \leq 0 \quad (4.3)$$

#### Equação 4.1 – Linearizações Sucessivas

onde:  $z^o$  é o valor inicial de  $z$ ;  $\Delta z$  é a variação em relação ao ponto inicial;  $f'$ ,  $g'$ ,  $h'$  são aproximações lineares das funções não lineares originais.

Cada linearização calcula a direção do ponto ótimo  $\Delta z$  através da linearização da função objetivo e das restrições. Entretanto, a solução iterativa do problema linear não garante a solução do problema não linear original. Portanto, deve-se executar um fluxo de potência convencional entre cada linearização.

As metodologias de solução FPO baseadas em Programação Linear têm como vantagem a eficiente detecção de casos sem solução real, e a facilidade na resolução de problemas de FPO com análise de segurança e tempos relativamente reduzidos de resolução. Os métodos de Programação Linear mais comuns utilizados na solução de FPO são o método Simplex, o método baseado no Vetor Gradiente e o método de Pontos Interiores para Programação Linear [MIKILITA, 2005].

### **4.2.3 Programação Não Linear**

As equações representativas do FPO são não lineares e em alguns casos difíceis de serem aproximadas por equações lineares. Por conta disso tem-se optado por resolver o problema não linear de FPO através de técnicas de programação não linear. Neste caso, tem-se a característica de modelar mais precisamente o problema. No entanto, há uma perda em termos computacionais nesses métodos, pois a solução é mais lenta.

Alguns dos métodos de programação não linear utilizados na solução do FPO são o de Programação Quadrática Sequencial, método do Gradiente Reduzido e Método de Newton [CARVALHO, 2004].

### **4.2.4 Método de Newton**

O Método de Newton pertence à classe de métodos que resolvem as condições de otimalidade de primeira ordem [CARVALHO, 2004]. As primeiras implementações eficientes deste algoritmo apareceram na década de 80. Nesta formulação, as restrições de igualdade são incorporadas à função objetivo através de multiplicadores de Lagrange. As restrições de desigualdade, por sua vez, podem ser incorporadas à função objetivo através de penalidades ou ainda divididas em dois subconjuntos: o subconjunto de restrições de desigualdade ativas e o subconjunto de restrições de desigualdade não ativas. O primeiro subgrupo é incorporado à função objetivo, formando assim um Lagrangeano constituído pelas restrições de igualdade e pelas restrições de desigualdade ativas. O segundo subgrupo é monitorado durante o processo iterativo. As condições de otimalidade de primeira ordem são então derivadas e sua resolução pode ser feita pela aplicação direta do Método de Newton, o que significa uma nova linearização a cada nova estimativa encontrada. A cada nova estimativa da solução, as restrições de desigualdade não ativas são checadas e, caso tenham sido violadas, são introduzidas no conjunto ativo. Por outro lado, os multiplicadores de Lagrange associados às restrições ativas são também monitorados e caso violem as condições de otimalidade, a restrição correspondente é retirada do conjunto ativo.



Embora as implementações baseadas no uso de funções de penalidade não tenham se mostrado eficientes, elas deram origem aos métodos baseados no Lagrangeano Aumentado [FERNANDES, 2004].

#### **4.2.5 Programação Quadrática Seqüencial**

A Programação Quadrática Seqüencial tem as condições de otimalidade de primeira ordem como ponto de saída. Nesta metodologia tais condições são representadas através de um problema de minimização cuja função objetivo é uma quadrática e as restrições são linearizadas. Esse problema é resolvido para se obter incrementos nas variáveis e multiplicadores de Lagrange do FPO. Portanto, cada estimativa de solução do FPO é obtida após a resolução de um problema de otimização quadrático e, quando o erro nas condições de otimalidade originais estão dentro de limites aceitáveis, chega-se a solução do problema original. O tratamento dado às restrições de desigualdade é semelhante ao empregado pelo método de Newton - [FERNANDES, 2004], [RODRIGUEZ, 2005].

#### **4.3 Análise de sensibilidade**

A análise de sensibilidade é uma exigência em diversas áreas de pesquisa. Em um sistema elétrico de potência a aplicação de análise de sensibilidade vem sendo utilizada com grande destaque sendo amplamente aplicada no planejamento de potência reativa. Belati [BELATI *et alii*, 2005] utiliza a análise de sensibilidade para determinar o novo ponto de operação para o problema de FPO após a ocorrência de alguma contingência. A técnica de análise de sensibilidade apresentada é baseada no teorema proposto por Fiacco. O teorema utiliza a análise de sensibilidade de primeira ordem aplicada à solução local de segunda ordem. Essa técnica pode ser utilizada para estimar a nova solução de um problema de programação não linear depois de ocorridas perturbações. As perturbações podem ocorrer tanto nas restrições como na função objetivo. A técnica de análise de sensibilidade considera as perturbações nas restrições de igualdade, quando há uma variação nas restrições (potência ativa e reativa nas barras de carga do sistema).

Oliveira [OLIVEIRA, 2004] menciona o uso de análise de sensibilidade para o estudo de expansão de redes de energia elétrica. Os algoritmos são chamados de algoritmos heurísticos construtivos. Tais algoritmos se caracterizam como um procedimento passo a passo que, a partir da configuração base, adiciona em cada base um ou mais circuitos até se conseguir uma adequação do sistema elétrico. A diferença básica entre um algoritmo e outro está no índice de sensibilidade utilizado, ou seja, em cada passo o circuito escolhido para ser adicionado é identificado por um índice de sensibilidade pré estabelecido - [OLIVEIRA, 2004]. Estes métodos normalmente não exigem grande esforço computacional [IVO JUNIOR

*et alii*, 2004]. Com relação à qualidade da resposta, os valores obtidos normalmente ficam um pouco afastados da resposta ótima quando são resolvidos sistemas de médio e grande porte.

#### 4.3.1 Método dos Fatores de Análise Linear

Uma das maneiras mais simples de se obter rapidamente resultado de possíveis sobrecargas é a utilização de métodos dos fatores lineares [ALVES, 2005]. Esses fatores representam 22 relações de sensibilidade entre variáveis da rede e é derivado do Fluxo de Potência CC. Esses fatores podem ser obtidos de diversas maneiras e basicamente são divididos em dois tipos: Fatores de deslocamento de geração e Fatores de distribuição de contingência de linha.

Os fatores de deslocamento de geração relacionam variações no fluxo de um ramo da rede devido à variação da geração em uma das barras da rede. O Fator de deslocamento de geração,  $a_{li}$ , tem a seguinte definição:

$$a_{li} = \frac{\Delta f_l}{\Delta P_i} \quad (4.4)$$

#### Equação 4.2 – Fator de deslocamento de geração

onde  $l$  é o índice da linha;  $i$  é o índice da barra;  $\Delta f_l$  a variação do fluxo de potência  $l$  quando uma variação de geração  $\Delta P_i$  ocorre na barra  $i$ ;  $\Delta P_i$  variação de geração na barra  $i$ .

É assumida nessa definição que a variação de geração,  $\Delta P_i$ , é exatamente compensada por uma variação oposta de geração na barra de referência, e então todos os geradores permanecem fixos. O fator  $a_{li}$  representa a sensibilidade do fluxo na linha  $l$  para uma variação na geração na barra  $i$ . Supondo que se deseje estudar a saída de uma grande unidade geradora e é assumido que toda a geração perdida é compensada pela geração na barra de referência. Se o gerador em questão estava gerando  $P_i^o$  MW e foi perdido,  $\Delta P_i$  pode ser representado como:  $\Delta P_i = -P_i^o$  e o novo fluxo de potência ativa em cada linha pode ser calculado como utilizando o conjunto de fatores “a” pré calculados como descrito:  $f_l = f_l^o + a_{li}\Delta P_i$  para  $l = 1, \dots, L$ . Onde  $f_l$  fluxo na linha  $l$  após a falha no gerador;  $f_l^o$  fluxo antes da falha e  $L$  número total de linhas [ALVES, 2005].

O fator de sensibilidade de deslocamento de geração é uma estimativa linear das mudanças de fluxo em relação à variação de injeção de potência numa barra. O efeito de mudança em várias barras de geração simultaneamente pode ser calculada utilizando superposição. Na suposição da perda de um gerador na barra  $i$  esta é compensada por outras

máquinas sendo que o sistema é interligado, um dos métodos freqüentemente utilizados assume que os geradores remanescentes aumentem sua geração até o máximo valor de rampa em MW. Então a proporção de tomada de carga para a unidade geradora  $j$  ( $j \neq i$ ) deve ser:

$$\gamma_{li} = \frac{P_j^{\max}}{\sum_{\substack{k \\ k \neq i}} P_k^{\max}} \quad (4.5)$$

#### **Equação 4.3 – Tomada de carga**

onde  $P_k^{\max}$  é a máxima rampa de MW para cada gerador  $k$ ;  $\gamma_{ji}$  é o fator proporcional de tomada de carga na unidade geradora  $j$  quando a unidade  $i$  falha.

Desta forma, para se obter o fluxo na linha  $l$ , assumindo que todos os geradores da rede vão participar na reposição da perda de geração é utilizada então a equação:

$$f_l = f_l^o + a_{li} \Delta P_i + \sum_{j \neq i} [a_{lj} \gamma_{ji} \Delta P_i] \quad (4.6)$$

#### **Equação 4.4 – Fluxo na linha l**

Sendo que esta formulação é simplificada e assume que nenhuma unidade geradora vai atingir seu máximo de geração.

O fator de distribuição de contingência de linha é utilizado de maneira similar ao do deslocamento de geração, só que agora referente a uma contingência de perda de circuito. Por definição [ALVES, 2005], o fator de distribuição de contingência de linha é dado por:

$$d_{l,k} = \frac{\Delta f_l}{f_k^o} \quad (4.7)$$

#### **Equação 4.5 – Fator de distribuição de contingência de linha**

onde  $d_{l,k}$  é o fator de distribuição de contingência de linha quando monitorando a linha  $l$  após a saída da linha  $k$ ;  $\Delta f_l$  é a variação em MW da linha  $l$ ;  $f_k^o$  fluxo de MW original na linha  $k$  antes de sua saída de operação.

Realizando um pré cálculo dos fatores de distribuição de contingência de linha, pode-se obter um procedimento rápido para o cálculo de fluxos pós-contingência em todas as linhas da rede e verificar se há algum problema de violação de limites operativos.

### 4.3.2 Matriz de Sensibilidade QV

A estabilidade de tensão é afetada tanto pela potência ativa, quanto pela potência reativa. Todavia, a cada ponto de operação, é possível reduzir as matrizes envolvidas e avaliar-se a estabilidade de tensão comparando-se apenas o relacionamento entre a potência reativa e a tensão em cada barra [FERRAZ *et alii*, 2000]. Isto é análogo ao uso das curvas QV. Com isso, eliminam-se a potência ativa e a parte do ângulo das equações de regime permanente do sistema e estuda-se apenas o problema do suprimento da demanda reativa, ao mesmo tempo em que se minimiza-se o esforço computacional envolvido [GARCIA e ALMEIDA, 1999]. Conforme o sistema vai se aproximando do ponto de colapso, os acoplamentos entre as potências ativa e reativa, bem como entre a tensão e o ângulo tornam-se maiores, daí a necessidade de se usar técnicas de redução que contemplem estes relacionamentos. Portanto, usar simplesmente a sub matriz L do jacobiano do fluxo de carga seria uma estratégia incoerente.

### 4.3.3 Jacobiano Reduzido

Usando uma linearização das equações de regime permanente do sistema, as sensibilidades entre a Potência Reativa e Tensão serão obtidas a partir da matriz jacobiana do fluxo de carga [NATURESA, 2001].

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta V \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

**Equação 4.6 – Equações de regime permanente do sistema**

onde  $\Delta P$  é o incremento na injeção de potência ativa;  $\Delta Q$  é o incremento na injeção de potência reativa;  $\Delta \theta$  é o incremento no ângulo de tensão na barra;  $\Delta V$  é o incremento na magnitude de tensão na barra.

Para tal, basta fazer com que as injeções de potência ativa nas barras do sistema sejam constantes, ou fazer os incrementos nas injeções de potência ativa nas barras sejam nulos - [GARCIA e ALMEIDA, 1999]. Desta forma fazendo  $\Delta P = 0$ , temos:

$$\Delta Q = [L - M.H^{-1}.N].\Delta V = J_R.\Delta V \quad (4.9)$$

#### **Equação 4.7 – Incremento na injeção de potência reativa**

e, como consequência:

$$J_R = [L - M.H^{-1}.N] \quad (4.10)$$

#### **Equação 4.8 – Matriz Jacobiana reduzida do sistema**

sendo  $J_R$  é a matriz jacobiana reduzida do sistema. Esta matriz não preserva a esparsidade característica das matrizes envolvidas na resolução das equações de regime permanente do fluxo de carga.

#### **4.3.4 Acoplamento Implícito CRIC**

Para obter a matriz de sensibilidades QV pelo modelo Implicitamente Acoplado, ao invés de se fazer diretamente  $\Delta P = 0$ , utiliza-se o seguinte artifício: mantém-se constantes os fluxos de potência ativa ( $P_{km}$ ) nos bipolos da rede, garantindo que as injeções de potência ativa nas barras do sistema estarão fixas. Na verdade, esse artifício impõe uma restrição maior que aquela usada na obtenção de  $J_R$ . Assim, fazendo  $P_{km}$  constante na equação do fluxo de potência ativa do bipolo, gera-se uma expressão para as aberturas angulares, que é função só das tensões nas barras terminas do bipolo [CARPENTIER, 1986].

## 5. CONSIDERAÇÕES SOBRE UM SISTEMA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DE SEGURANÇA

Um sistema computacional para análise de segurança está inserido dentro de um contexto maior, denominado centros de controle. Este capítulo inicia descrevendo de forma breve os centros de controle de sistemas de potência, passando pelas arquiteturas, chegando a proposta inicial do trabalho.

### 5.1 Centros de Controle de Sistemas de Potência

Um centro de controle em um sistema de energia elétrica é o conjunto de *hardware* e *software* utilizado para controlar o sistema. A complexidade do centro de controle é, naturalmente, diretamente proporcional às dimensões do sistema controlado. Um moderno sistema de supervisão e controle de um sistema elétrico de potência é formado por sistema de aquisição de dados, sistemas de computação (distribuída ou não) e por *softwares* básicos e avançados.

O sistema de aquisição de dados é formado por estações remotas que são responsáveis pela realização de medidas, pela conversão de grandezas analógicas em grandezas digitais (A/D) e pelo envio destes parâmetros ao centro de controle através de algum sistema de comunicação (historicamente microondas e mais recentemente telefonia celular).

O sistema de computação tem evoluído muito nos últimos anos. Os primeiros sistemas eram formados por dois computadores principais, operando em um modo conhecido como dual. Um deles tinha o papel de responsável pelo processamento e o outro operava como *backup* do primeiro. Esta configuração, ainda encontrada em diversas Companhias, vem sendo gradualmente substituída por redes de estações de trabalho de alto desempenho, formando os chamados sistemas de processamento distribuído. Atualmente, um tema que vem sendo bastante considerado é a implantação de sistemas abertos (*Open systems*). Em sistemas desta natureza, busca-se que exista independência entre as diversas tarefas ou elementos do sistema computacional. Alguns exemplos podem ser: *software* independente de *hardware*, tarefas independentes de sistemas operacionais, computadores independentes entre si comunicando-se através de um protocolo conhecido e aplicações independentes de banco de dados.

Outro elemento fundamental em um centro de controle, já no aspecto de *software* avançado, é a estrutura que será empregada para a análise do sistema, ou seja: quais serão e

como serão aplicadas funções de análise de redes ao sistema. O esquema padrão de execução destas funções é descrito, de forma resumida, a seguir.

**Configurador** – a cada alteração da topologia do sistema, ou a cada solicitação do operador, o processo se inicia pela ação do configurador, que é o responsável pela construção do modelo da rede.

**Estimador** – o resultado do configurador é utilizado pelo estimador de estados que determina qual parte do sistema é observável, obtém o estado para esta parte e identifica a existência de erros grosseiros no sistema. Se tais erros existem, o estado é reestimado.

**Modelagem da rede externa** – através do estado obtido e de informações sobre a parte não observável do sistema se constrói um modelo que reproduz o comportamento do sistema externo. Atualmente, esta tarefa é muito importante em função do surgimento dos mercados abertos de energia.

**Fluxo de potência *on line*** – com todos os dados fornecidos pelas funções anteriores, fluxo de potência *on line* finaliza a obtenção do modelo. O resultado desta tarefa é um modelo da rede em tempo real ajustado para a realização de estudos e análises.

**Análise de segurança** – esta tarefa consiste basicamente na simulação de um elenco de contingências e da verificação de limites operativos. Normalmente, em função de restrições de tempo de processamento, é construída uma lista das contingências mais críticas.

**Fluxo de potência ótimo** – tendo o modelo da rede concluído, é possível buscar otimizar a operação do sistema. Assim, o fluxo de potência ótimo determina que ações de controle devem ser exercidas para que seja obtido o ponto de operação desejado, considerando restrições operativas e de segurança.

Esta seção apresentou parte da descrição de centros de controle existente no trabalho [GARCIA e ALMEIDA, 1999] onde maiores subsídios podem ser encontrados.

## 5.2 Arquiteturas

Durante a operação de um Sistema Elétrico de Potência (SEP), após o conhecimento do caso base, realiza-se a análise de segurança, em que são identificadas as contingências cujas ocorrências resultam em violações dos limites de operação. Estratégias de controle/prevenção devem ser adotadas para garantir a operacionalidade da rede. Um método utilizado é a análise de contingências e, por consequência, o cálculo dos índices de performance (PI). Este gera uma lista das contingências mais severas até as menos severas e, através desses dados atitudes preventivas e/ou corretivas devem ser adotadas. A análise de contingências determina com exatidão as contingências críticas da rede. Entretanto, para redes

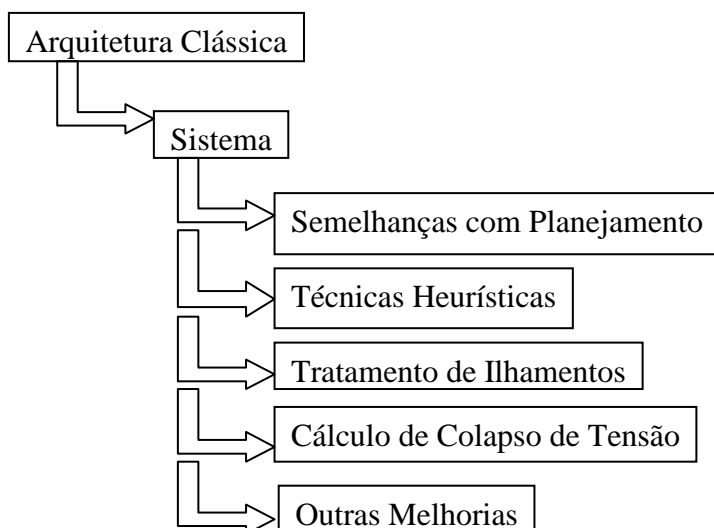
de grande porte este procedimento torna-se inviável para ambientes de tempo real. Um procedimento normalmente adotado é a quebra da análise de contingências em diversos níveis. Esse nível não elimina as contingências menos graves mas coloca no topo da lista as contingências mais graves para que possam ser analisadas primeiramente na próxima etapa. A Figura 5.1, a seguir, mostra a arquitetura clássica de um sistema de análise de segurança.



**Figura 5.1 – Arquitetura Clássica da Análise de Segurança**

O objetivo deste trabalho é desenvolver um novo sistema computacional para análise de segurança em sistemas de energia elétrica. O sistema a ser desenvolvido buscará avançar o estado da arte desta tecnologia, atualmente existente. A meta principal é partir de um sistema convencional de análise de segurança, baseado em cálculos de fluxo de potência, e desenvolver o novo sistema. A figura 5.2 mostra esquematicamente elementos que podem ser adicionados a arquitetura clássica. Nesta figura, vê-se a inclusão de exploração de semelhanças com o problema de planejamento, de técnicas heurísticas, de cálculo de colapso de tensão, de tratamento de ilhamentos e, ainda, de outras melhorias no sistema. Deve-se destacar que a proposta de exploração de semelhanças com o problema de planejamento e a verificação de proximidade de colapso de tensão são, até onde sabemos, contribuições originais deste trabalho. A inclusão de tratamento para ilhamentos é, também, digna de destaque devido a sua utilidade para concessionárias de energia elétrica. A seguir serão descritos os principais elementos mostrados na Figura 5.2.





**Figura 5.2 – Arquitetura do novo sistema de análise de segurança**

### 5.3 Exploração de Semelhanças com o Problema de Planejamento

Na Seção 3.4.2 foi descrito o método do mínimo esforço, proposto por Monticelli [MONTICELLI *et alii*, 1982] para o problema do planejamento da expansão de sistemas de transmissão de energia elétrica. Na solução do problema de planejamento se tem como objetivo a determinação de onde, quando e quais equipamentos devem ser instalados em um sistema de potência para garantir, ao longo de um período e ao menor custo possível, o fornecimento adequado de energia elétrica aos consumidores. Quando se compara o problema de planejamento com o problema considerado neste trabalho se percebe que existem várias semelhanças entre os mesmos. Os principais pontos em comum são listados a seguir.

- Em ambos os casos têm-se equipamentos fora de operação. A existência de partes fora de operação leva ao surgimento de redes elétricas desconexas, sendo esta a razão para a utilização de técnicas específicas de análise, pois, nos casos de redes desconexas, surgem matrizes singulares.

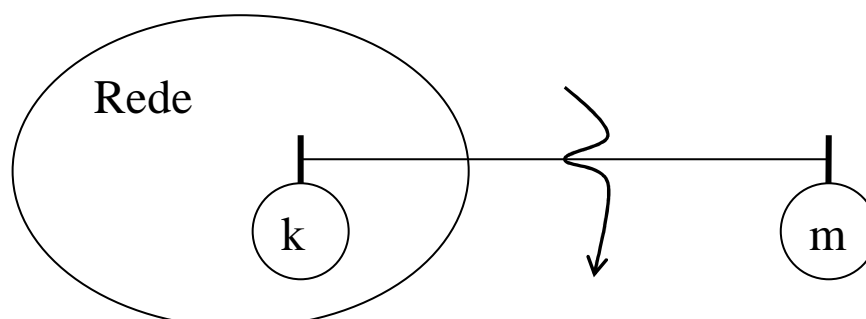
- Em ambos os casos são conhecidos os recursos, isto é, os equipamentos, disponíveis para utilização. Deve-se notar, entretanto, que no caso da análise de segurança as restrições referentes aos equipamentos são mais severas que no problema de planejamento. Isto porque no primeiro caso não há possibilidade de instalar equipamentos novos nas redes.

- Em ambos os problemas há a possibilidade de utilização do modelo linearizado de cálculo de fluxo de potência (FCCC). No planejamento e no tratamento do aspecto ativo da análise de segurança não há a necessidade de se conhecer todas as variáveis de estado da rede.

Pelos motivos acima expostos, a exploração de semelhanças entre os dois problemas, será buscada neste trabalho. Especificamente, será pesquisada a ordenação de contingências através do método do mínimo esforço, originalmente proposto para o problema de planejamento. A filosofia que embasa esta idéia é o fato de que em ambos os problemas, redes elétricas são alteradas: no planejamento pelo acréscimo de elementos e na análise de segurança pela saída de operação destes. Acredita-se que o sistema a ser desenvolvido terá elevada eficácia computacional, devido às características próprias do método do mínimo esforço.

#### 5.4 Tratamento de Ilhamentos

Canto dos Santos e Garcia [CANTO DOS SANTOS e GARCIA, 1998a] utilizaram-se do modelo desenvolvido por Monticelli sobre redes fictícias, que sobrepõe ramos fictícios, com alto valor de impedância aos ramos originais do sistema. Este método faz com que ilhamentos possam ser analisados sem depender de um esforço computacional adicional extremo. Após a aplicação desta rede fictícia, são implementadas técnicas para explorar a esparsidade das matrizes envolvidas no processo de obtenção da solução (desenvolvida por Zollenkopf e Tinney [CORTES e MENDEZ, 1999]) e as contingências simples e múltiplas são simuladas via método de compensação. Destaca-se que este ponto estabelece um importante diferencial sobre sistemas de análise de segurança convencionais. Nestas abordagens, casos que causam ilhamentos são simplesmente qualificados como graves, por este motivo topológico. Todos estes casos têm, portanto, o mesmo nível de gravidade para o sistema elétrico, o que não corresponde à realidade. O motivo para isto é a impossibilidade de análise pelos métodos convencionais devido à singularidade de matrizes envolvidas em soluções do tipo  $Ax = b$ , quando ilhamentos ocorrem. A Figura 5.3 a seguir mostra esquematicamente um caso de ilhamento (trecho radial de um sistema).



**Figura 5.3 – Situação de ilhamento**

Ainda para a inclusão de análise de casos de ilhamentos, o método FCCC alternativo, proposto em Canto dos Santos [CANTO DOS SANTOS e GARCIA, 1998b], poderiam ter sua aplicação investigada neste trabalho. Nesse método, um modelo alternativo para o fluxo de potência linearizado foi apresentado. Nesse novo modelo a potência ativa de todos os geradores é incógnita e de maneira muito simples o conjunto de geradores adequado ao atendimento da carga do sistema é determinado. O método pode substituir, ou então fornecer uma excelente solução inicial para o despacho de potência ativa, sem a realização de cálculos de otimização. Uma vez que contém referência distribuída, casos de ilhamento são facilmente analisados, desde que em cada ilha física do sistema exista um gerador.

### **5.5 Verificação de Colapso de Tensão**

Outro aliado na análise da sensibilidade, que pode ser utilizado, é o trabalho de [QUINTELA, 2002]. O trabalho aborda a avaliação de segurança de redes com relação à estabilidade de tensão, através de estudo e implementação de índices de proximidade ao limite de estabilidade de tensão e avaliação do potencial de utilização dos mesmos no processo de seleção de contingências. A principal motivação do trabalho de Quintela consiste no fato de que para redes de grande porte o número de contingências a ser avaliado torna-se impraticável durante o ciclo de operação, sendo imprescindível selecionar apenas as contingências que realmente necessitam de um estudo mais detalhado. O sistema da Figura 5.2 prevê a agregação de informações referentes à possibilidade de colapso de tensão, obtidas a partir do método de Quintela [QUINTELA, 2002], ao sistema a ser desenvolvido. Este fato não é comum e trata-se de algo desejado por companhias concessionárias de energia elétrica. Esta inclusão é, até onde pesquisado inédita, já que o aspecto dinâmico do problema é um dos fatores que eleva consideravelmente o seu grau de complexidade, devido principalmente à dificuldade de incorporação dos modelos matemáticos necessários em métodos de solução.

### **5.6 Uso de Técnicas Heurísticas**

O trabalho de Guerra [GUERRA, 2002] apresenta contribuições para o desenvolvimento de um método de seleção de contingências para violação de limites operativos para fluxos de potência ativa (MW) em linhas de transmissão e transformadores, utilizando abordagem multinível adaptativa, que pode ser utilizada como uma ferramenta de auxílio ao operador de sistemas elétricos.

Belati [BELATI *et alii*, 2005] utiliza a análise de sensibilidade para determinar o novo ponto de operação de FPO após a ocorrência de uma perturbação no sistema. A função objetivo utilizada é minimizar as perdas de potência ativa na transmissão, esta função é não linear, não convexa e não separável. Propõem-se que se investigue a análise da sensibilidade após alguma contingência pode ser utilizada na escolha do número de ramos a serem

pesquisados na abordagem presente em [GUERRA, 2002]. Em vez de o operador determinar o número de ramos a serem pesquisados, a análise da sensibilidade através do FPO poderia determinar se o próximo ramo deve ou não ser analisado.

## 5.7 Outras Melhorias

Conforme visto anteriormente, a classificação de contingências é realizada com base no cálculo dos chamados índices de performance (PI). Sabe-se também que, especialmente para redes de grande porte, a maioria das contingências costuma ter um PI de pequeno valor, ou seja, a ocorrência da maioria delas não resulta em violações nos limites operativos das redes analisadas. Daí a importância de se evitar uma análise detalhada e demorada de casos sem nenhum impacto no que diz respeito à operação do sistema. A busca de uma formulação e, especificamente de expoentes, para índices de performance capazes de suprir seletividade para o sistema de análise de segurança desenvolvido também poderia ser realizada. Os subsídios para esta busca encontram-se descritos em [CANTO DOS SANTOS e GARCIA, 1994].

Sabe-se que a análise do perfil de injeções reativas em barras tipo PV e  $V\theta$  deve ser incluída na quantificação dos efeitos das contingências. Esta é uma primeira abordagem para considerar a presença de barras com tensão constante na análise de segurança. O método 1P-1Q alternativo – Canto dos Santos [CANTO DOS SANTOS e GARCIA, 1994] consiste numa segunda abordagem para este problema. Nos métodos de análise de segurança que já discutimos, as barras modeladas como tipo PV são assim consideradas de maneira constante, inclusive na simulação de contingências. Considera-se que pode ser questionada a hipótese de que a tensão nestas barras não sofra efeito de contingências nos sistemas. A abordagem do método 1P-1Q alternativo para enfrentar o problema de modelagem de barras PV na análise de segurança é bastante simples. Conhecido o caso base da rede através do cálculo de fluxo de carga, as barras tipo PV são convertidas para tipo PQ. A injeção de potência ativa especificada não é alterada, e a injeção de potência reativa especificada para as novas barras PQ é a injeção de potência reativa do caso base da rede. Não são alterados os tipos das demais barras do sistema, permanecendo como tipo  $V\theta$  ou tipo PQ. Após é executado o método 1P-1Q já descrito neste trabalho. Aplicando este método para análise de segurança considera-se que os sistemas analisados só possuem barras tipo  $V\theta$  e PQ. Assim a avaliação dos efeitos das contingências é feita exclusivamente no perfil de tensões. Isto simplifica a análise dos resultados, pois estes formam apenas uma lista ordenada de contingências. A viabilidade de aplicação do método 1P-1Q alternativo em um sistema real de análise de segurança, destinado a analisar redes elétricas de grande porte, também pode ser investigada.

## 6. TESTES E RESULTADOS

Neste capítulo, hardware e software utilizados, resultados da aplicação, as redes de energia elétrica onde o sistema computacional foi aplicado, os índices de mínimo esforço, os índices de fluxo de potência, os índices de tensão e os índices de potência reativa são descritos.

### 6.1 Sistema Computacional Desenvolvido

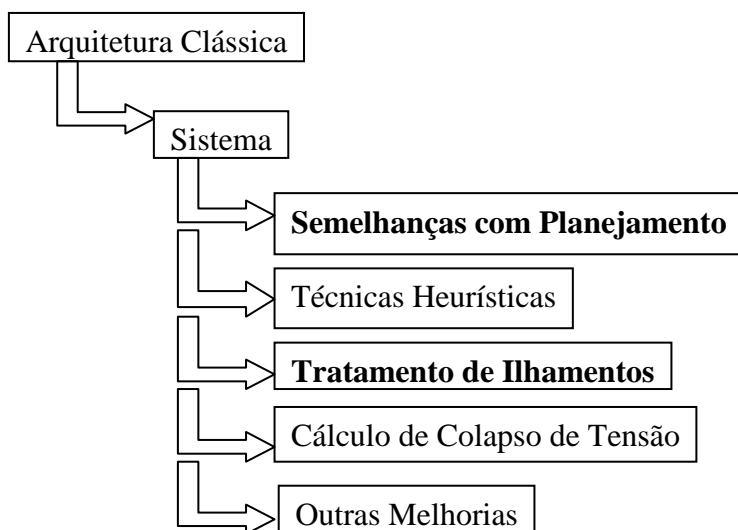
Nas subseções que seguem, são realizadas as considerações gerais sobre hardware e software utilizados, a arquitetura desenvolvida, abordagem sobre o sistema ANAREDE, os parâmetros utilizados, as equações para os cálculos dos índices e os algoritmos utilizados. Estas subseções mostram de que forma o sistema é construído e como os resultados são encontrados.

#### 6.1.1 Considerações Gerais

O *hardware* utilizado é um *pentium III*, 600 Mhz, com 256 Mb de memória. O sistema operacional utilizado é o Microsoft Windows 2000 Professional. Os softwares ANAREDE – [CEPEL, 2004] e o software de análise de segurança, Programa de Análise de Contingências – CEEE, desenvolvido no âmbito PIPCA/UNISINOS são fundamentais para a construção deste trabalho. O banco de dados Oracle 10g foi utilizado para ler e gerar informações dos dados de entrada e saída (arquivos txt), bem como organiza-los para poderem ser utilizados como informação. Qualquer banco de dados pode ser utilizado para desempenhar esta função. A opção por este banco é pela grande utilização comercial e por possuir uma versão *free* limitada a um determinado número e tamanho de objetos no banco.

A utilização de padrões de projeto (*design patterns*) pode ser aproveitada quando da construção de todas as etapas pretendidas neste trabalho. Para o cálculo do Índice de severidade do Mínimo Esforço e para o tratamento de ilhamentos (separação física da rede) não foram utilizados os *design patterns* por tratar-se única e exclusivamente de gerar arquivos de entrada para processar em determinado software, ler os dados de saída e reorganizar os dados a fim de transformá-los em informação.

Um sistema computacional, descrito no capítulo anterior, possui cinco módulos a ser desenvolvido. Neste capítulo, dois desses módulos são desenvolvidos e testados, são eles: a semelhança com o problema do planejamento através do cálculo do mínimo esforço e o tratamento de ilhamentos, como mostra a Figura 2.1 (destacando os módulos em negrito).

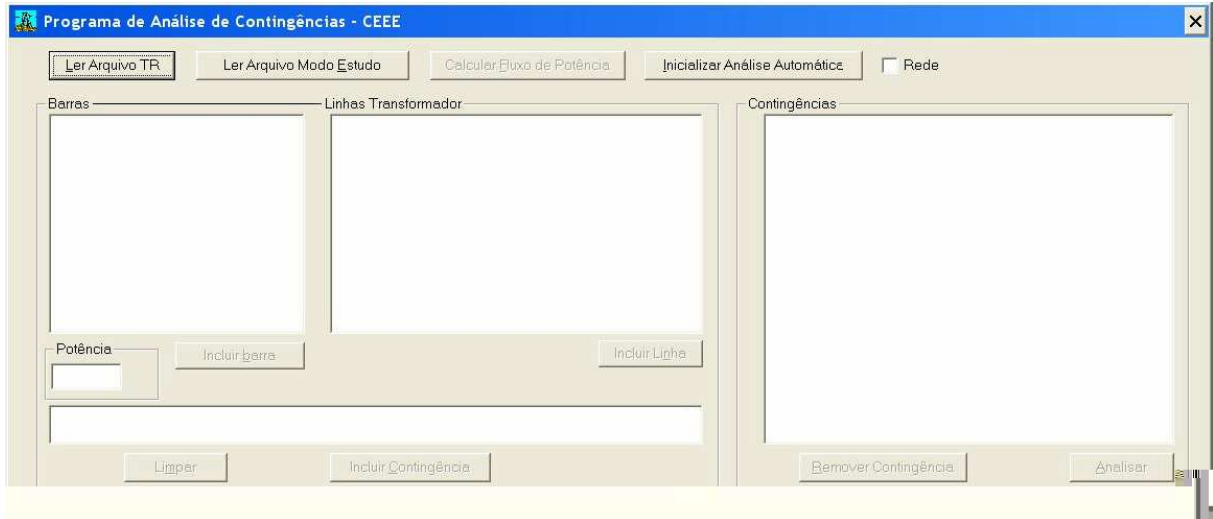


**Figura 6.1 - Módulos desenvolvidos**

Estes módulos são responsáveis pela construção dos índices (fluxo, mínimo esforço, tensão, etc.), pela determinação dos ramos onde irão ocorrer as separações físicas da rede (ilhamentos) e pela determinação da proporção de cada ilhamento.

### **6.1.2 Arquitetura**

O sistema desenvolvido incorporou a um sistema convencional de análise de segurança a possibilidade de tratamento de casos de ilhamento e a exploração de semelhanças com o problema de planejamento, através da ordenação de contingências por critério do índice de severidade do mínimo esforço. Para o desenvolvimento do sistema, o ponto de partida foi o sistema desenvolvido no âmbito do PIPCA/UNISINOS, o programa de análise de contingências – CEEE.



**Figura 6.2 – Sistema desenvolvido no PIPCA-UNISINOS**

Para a leitura dos dados de entrada, o sistema utiliza a formatação conforme mostra o Apêndice C. O parâmetro DCTE determina a configuração das variáveis para a análise do sistema, o código DBAR caracteriza cada barra do sistema, o código DLIN representa as características dos ramos da rede. Outro arquivo, com parâmetro DCTG (também representado no apêndice C), determina a contingência em cada ramo da rede, a fim de calcular o fluxo de potência. Os arquivos foram separados para fim de testes, contudo, os dados podem ser colocados em um só arquivo. Conforme mostrado no algoritmo geral da Figura 6.3, o processo inicia com a leitura e preparação dos dados. Informações mais detalhadas sobre os dados de entrada podem ser consultas no manual do ANAREDE [CEPEL, 2004].



**Figura 6.3 – Algoritmo Geral**

Para cada contingência da lista, determinado pelo parâmetro DCTG, existe a verificação do ilhamento (passo 3 do algoritmo geral). O sistema, através do ANAREDE, verifica se existe o ilhamento, se existir, indica que a contingência leva a Separação Física da Rede (SFR). Se não houver ilhamento, o sistema realiza a monitoração de fluxo de potência ativa, a monitoração da tensão e monitoração da geração de reativos, através do cálculo de índices de performance vistos na Figura 6.4. Neste momento também já é possível calcular o índice de mínimo esforço para os pontos onde não ocorre separação física da rede. É importante ressaltar que para esse cálculo do estado do sistema podem ser utilizadas diversas possibilidades e que, nos resultados obtidos, foi utilizado o método desacoplado rápido.

ados.

parente do circuito, é utilizado o maior valor entre k-m ou

to em MVA, pode-se utilizar a capacidade de emergência.

ados.

Reativa:

ados.

pela máquina.

n → número de circuitos vio  
 IS → Índice de severidade.  
 MVA → Fluxo de potência a  
 m-k  
 CAP → Capacidade do circu

$$IS = \frac{\sum_{i=1}^n MVA^2}{\sum_{i=1}^n CAP^2}$$

2. Monitoração de Tensão:

n → número de circuitos vio  
 VIOL → Violação de tensão  
 IS → Índice de severidade.

$$VIOL = V - V_{\min}$$

ou

$$VIOL = V - V_{\max}$$

$$IS = \sum_{i=1}^n (VIOL)^2 \cdot 10^4$$

3. Monitoração de Potência

n → número de circuitos vio  
 VIOL → Violação de tensão  
 IS → Índice de severidade.  
 Q<sub>g</sub> → Potência reativa gerad

$$VIOL = Q_g - Q_g^{\max}$$

ou

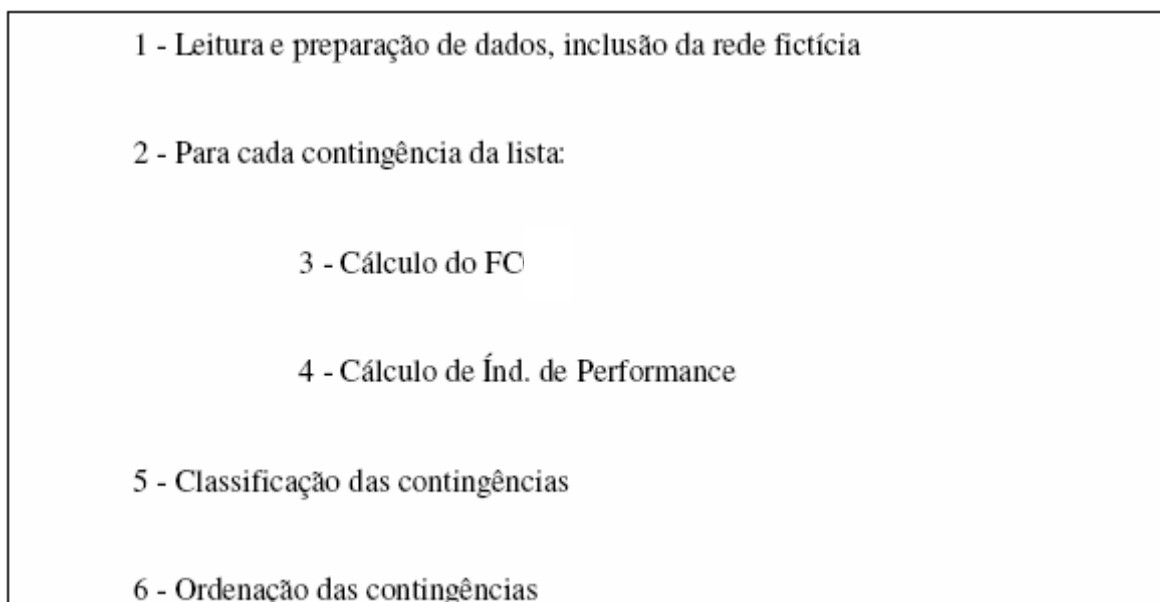
$$VIOL = Q_g - Q_g^{\min}$$

$$IS = \sum_{i=1}^n \frac{(VIOL)^2}{(Q_g^{\max} - Q_g^{\min})}$$

**Figura 6.4 – Índices de desempenho utilizados no ANAREDE**



No sistema que é desenvolvido, casos que causam ilhamentos no sistema são ordenados, através do montante de carga que deixa de ser atendida quando tais casos ocorrem. O algoritmo que foi implementado [CANTO DOS SANTOS e GARCIA, 1998a] é apresentado na Figura 6.5 a seguir.



**Figura 6.5 - Algoritmo para tratamento de ilhamentos**

Nesta etapa do sistema, já são conhecidos todos os barramentos do sistema, os ramos e os pontos onde ocorre a separação física da rede. São lidos os dados e inclusos os ramos fictícios (passo 1 do algoritmo). Para cada contingência da lista é realizado um cálculo FC e realizado um cálculo do índice de performance (passos 3 e 4 do algoritmo). As contingências são classificadas (passo 5 do algoritmo) e posteriormente ordenadas da mais grave para a menos grave (passo 6 do algoritmo).

Teste e cálculos foram realizados primeiramente em uma rede de 30 barras e, posteriormente, em uma rede de 3425 barras. As seções que seguem mostram cálculos e resultados sobre essas redes.

## **6.2 Sistema de Teste 30 Barras**

Este sistema teste (abreviado como IEEE-30), a exemplo do sistema IEEE-14, é bastante conhecido, também descrito no trabalho de Freris [FRERIS e SASSON, 1968] e, devido às suas dimensões, adequado para a descrição de resultados. A rede possui 30 barras, sendo 2 de geração e 41 ramos. Os sistemas IEEE-14 e IEEE-30 também são conhecidos

respectivamente como AEP-14 e AEP-30 e correspondem a reduções de parte do sistema norte-americano existente nos anos 60.

### **6.2.1 Mínimo Esforço**

A Tabela 6.1 mostra os índices de severidade de fluxo de potência (ISfl), índice de severidade de tensão (ISv), índice de severidade da potência reativa (ISmvar) e o índice de severidade do mínimo esforço (ISme) (o apêndice C mostra os dados de entrada, inclusive os limites utilizados).

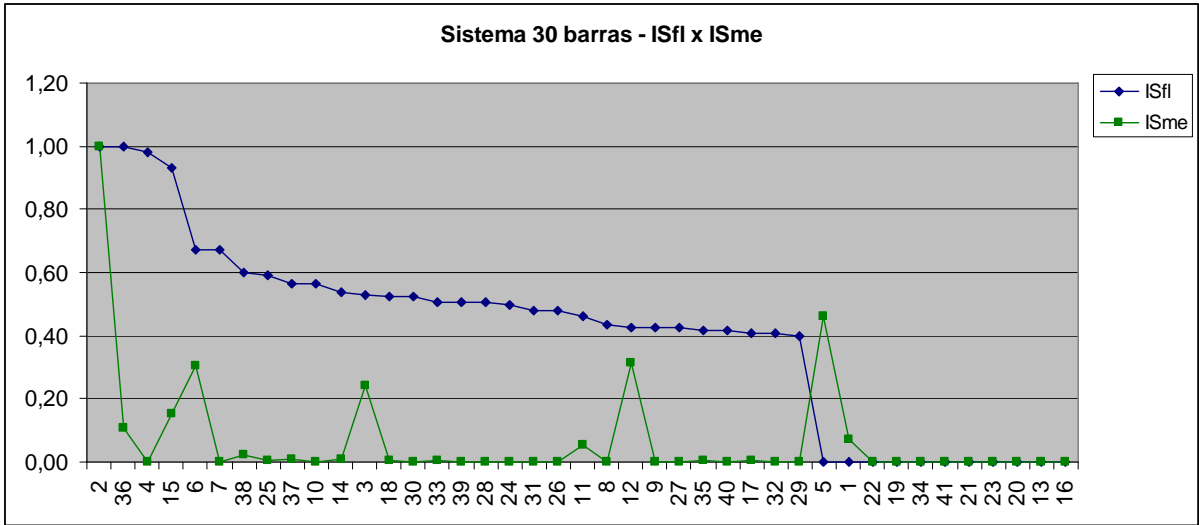
**Tabela 6.1 – Resultado do ANAREDE para o Sistema de 30 barras e ME**

Contingência	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
1	0,00	0,00	0,00	21.263,50
2	11,50	0,00	0,00	290.106,54
3	6,10	0,00	0,00	70.308,00
4	11,30	0,00	0,00	1,90
5	0,00	0,00	0,00	133.416,24
6	7,70	0,00	0,00	88.100,00
7	7,70	0,00	0,00	206,50
8	5,00	0,00	0,00	92,80
9	4,90	0,00	0,00	589,68
10	6,50	0,00	0,00	170,10
11	5,30	0,00	0,00	15.010,38
12	4,90	0,00	0,00	90.322,20
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	6,20	0,00	0,00	1.985,50
15	10,70	0,00	0,00	44.556,80
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	4,70	0,00	0,00	1.279,00
18	6,00	0,00	0,00	788,32
19	0,00	0,00	0,00	486,82
20	0,00	0,00	0,00	9,98
21	0,00	0,00	0,00	86,49
22	0,00	0,00	0,00	535,33
23	0,00	0,00	0,00	25,82
24	5,70	0,00	0,00	30,60
25	6,80	0,00	0,00	846,05
26	5,50	0,00	0,00	16,88
27	4,90	0,00	0,00	93,50
28	5,80	0,00	0,00	187,38
29	4,60	0,00	0,00	0,00
30	6,00	0,00	0,00	90,90
31	5,50	0,00	0,00	35,78
32	4,70	0,00	0,00	13,50
33	5,80	0,00	0,00	1.332,86
34	0,00	0,00	0,00	475,00
35	4,80	0,00	0,00	844,83
36	11,50	417,60	0,00	31.680,00
37	6,50	5,00	0,00	2.076,00
38	6,90	62,40	0,00	6.779,25
39	5,80	0,00	0,00	566,63
40	4,80	0,00	0,00	90,00
41	0,00	0,00	0,00	107,64

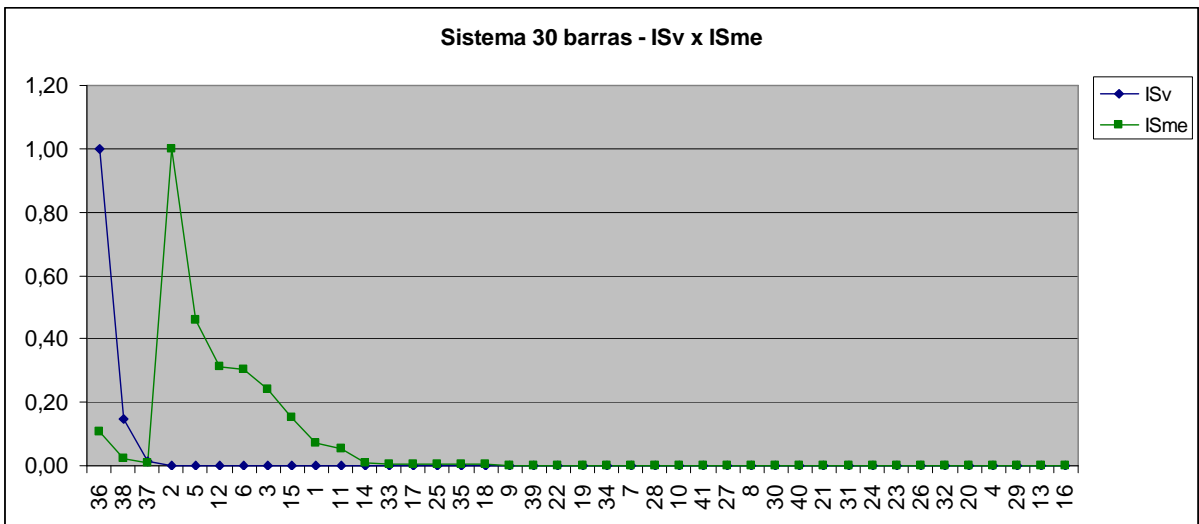
Através destes cálculos, são gerados quatro gráficos. Na Figura 6.6 observa-se a variação do índice de severidade do fluxo de potência frente aos resultados do índice de

severidade do mínimo esforço. Verifica-se que nos pontos onde ocorre maior variação do ISfl o ISme também gera grandes índices de variação. No segundo gráfico, mostrado na Figura 6.7, existe a comparação entre a variação do ISv em relação ao ISme. O índice de severidade do mínimo esforço é sensibilizado pela variação do ISv, contudo, em função das demais variações do sistema, apresenta outras variações não geradas pela variação da tensão. Conforme Figura 6.8, com os parâmetros utilizados, o índice ISmvar foi nulo para todos os casos.

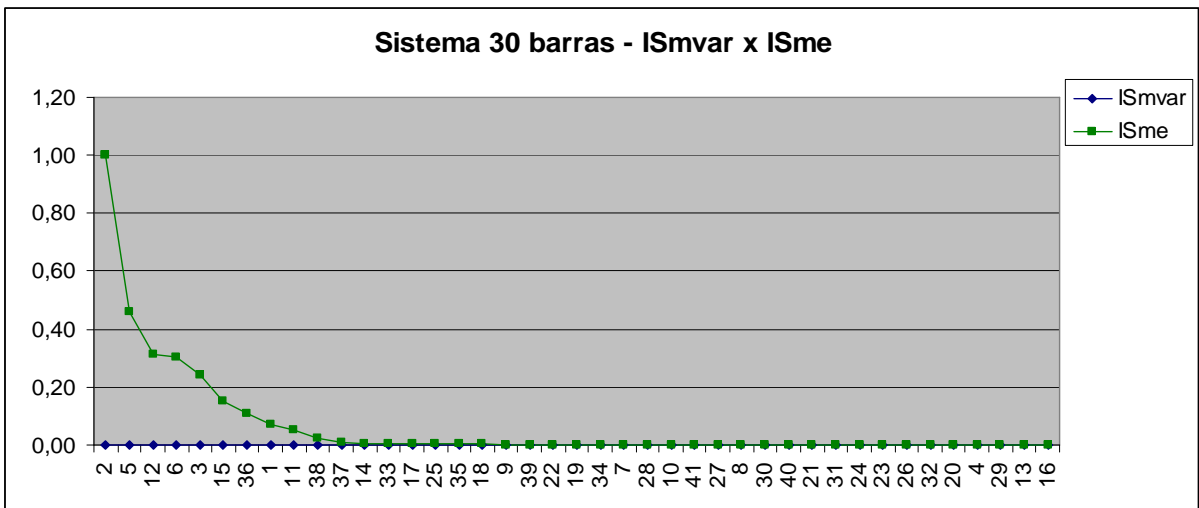
Na Figura 6.9, que é junção de todos os resultados, observa-se que o índice de severidade do mínimo esforço acompanha em mais de 70% dos casos de maior violação de ISfl (índice de severidade do fluxo de potência) e que acompanha 100% dos casos de violação de ISv. Desta forma, acredita-se que a técnica do mínimo esforço auxilia na detecção dos casos de contingência mais graves, importantes na análise de segurança para sistemas de grande porte.



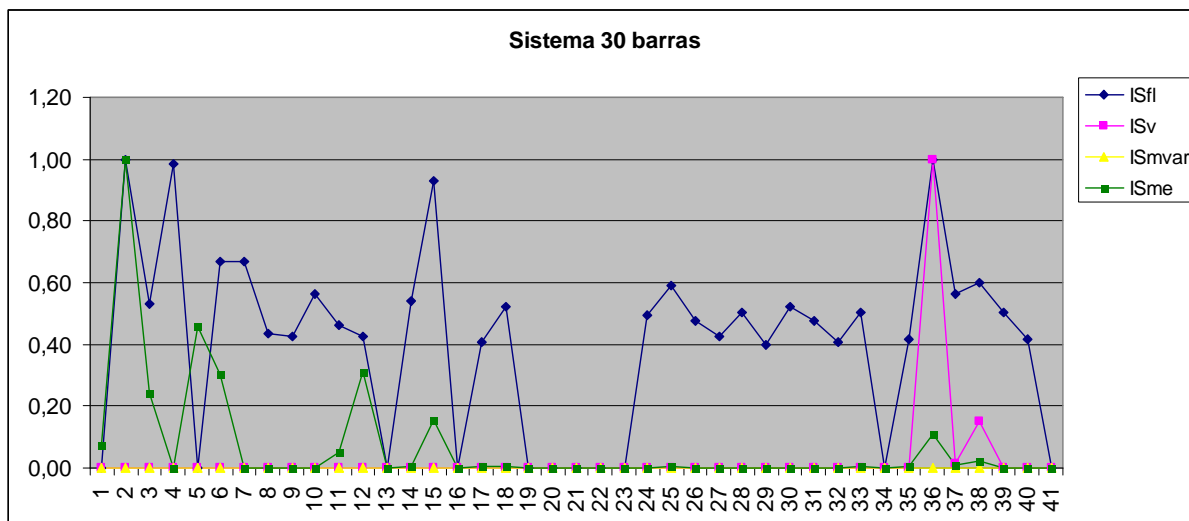
**Figura 6.6 – Sistema 30 barras – ISfl x ISme**



**Figura 6.7 – Sistema 30 barras – ISv x ISme**



**Figura 6.8 – Sistema 30 barras – ISmvar x ISme**



**Figura 6.9 – Sistema 30 barras com todos os índices**

## 6.2.2 Separação Física da Rede

O software ANAREDE, ao realizar os cálculos de acordo com as contingências, determina a separação física da rede em três pontos. As contingências 13 (ramo 9-11), 16 (ramo 12-13) e 34 (ramo 25-26)

Para a utilização da técnica proposta utiliza-se um ramo fictício. Este ramo tem as mesmas características do ramo que causa o ilhamento com a diferença que a sua reatância é muito alta.

Os resultados encontrados estão na tabela Tabela 6.2:

**Tabela 6.2 – Contingências com SFR tratadas pela técnica de ilhamento**

Contingência	ISfl
13	5.1
16	4.7
34	4.4

Ao verificar os resultados obtidos, visualiza-se que o cálculo do índice de severidade do fluxo de potência foi possível e que as contingências possuem índice de violação de fluxo diferenciado, permitindo a diferenciação entre cada ilhamento.

### **6.3 Sistema Real 3425 Barras**

A versão utilizada, um sistema real brasileiro 3425 barras, 4849 ramos e todas as características de um sistema real de grande porte, tais como diversos níveis de tensão no sistema, ramos que foram obtidos com cálculo de equivalentes e presença de *jumpers*, é o sistema escolhido para realizar os testes para os cálculos do mínimo esforço. A simulação das contingências em um sistema complexo deste porte viabiliza a visualização do comportamento dos índices de severidade do mínimo esforço frente aos índices de severidade do fluxo de potência, dos índices de severidade de tensão e dos índices de severidade de geração reativa.

#### **6.3.1 Mínimo Esforço**

Utilizando o ANAREDE, aplicado ao sistema 3425, os resultados são fonte de dados para o cálculo do ISme, os sessenta maiores valores de ISfl, ISv, ISmvar e ISme são demonstrados nas tabelas a seguir (todos os valores do sistema 3425 estão no anexo A):

Tabela 6.3 – 60 maiores ISfl

Contingência	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Contingência	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
3367	104,8	1360,00	0	7,43	1689	73,90	5243,40	0	1630,81
3090	97,7	1212,00	0	4,95	993	73,7	1248,20	0	204,07
4738	92,7	1210,80	0	0,00	2641	73,7	1211,50	0	0,36
3368	81,7	1221,30	0	0,00	2642	73,7	1211,50	0	0,36
2397	80,3	1211,00	0	59,35	1183	73,60	1221,10	0	1070,79
4733	79,6	1210,80	0	0,00	1983	73,50	1213,70	0	2,54
4735	79,6	1210,80	0	0,00	1692	73,40	1214,40	0	190,15
863	79,3	1295,60	0	96,26	1691	73,40	1214,60	0	175,21
1818	79,30	1237,60	0	8,02	3076	73,3	1212,20	0	367,42
2049	78,10	1212,70	0	0,03	1050	73,30	1215,50	0	256,32
2048	78,00	1212,70	0	0,07	1698	73,30	1214,80	0	0,27
1048	77,30	1223,20	0	16,07	1697	73,30	1214,90	0	0,14
894	76,1	1709,50	0	35,44	939	73,2	1219,80	0	206,27
1973	76,00	1213,30	0	0,92	938	73,2	1219,80	0	185,62
1026	75,70	1261,60	0	180,12	3477	73,1	1212,20	0	20,47
2784	75,4	1486,60	0	0,73	1418	73,10	1292,00	0	2,10
1974	75,40	1213,00	0	0,00	899	73	1823,20	0	466,18
3458	75,2	1940,60	0	1,95	901	73	1225,30	0	45,13
3457	75,2	2202,10	0	0,00	3501	73	1211,10	0	1,23
2658	75	1213,00	0	1,69	3077	72,9	1212,30	0	357,30
861	74,8	1217,00	0	1093,55	3185	72,9	1214,00	0	0,10
2061	74,60	1214,90	0	450,84	214	72,80	1210,80	0	1883,52
2027	74,50	1214,20	0	0,00	215	72,80	1210,80	0	1883,52
918	74,4	1217,00	0	92,15	3193	72,6	1222,90	0	319,39
3075	74,3	1212,20	0	363,24	978	72,5	1218,00	0	58,13
1982	74,20	1213,90	0	0,03	896	72,3	1396,70	0	618,98
1441	74,10	1262,90	0	1445,58	2053	72,30	1214,60	0	449,19
1440	74,10	1262,90	0	1422,88	2054	72,30	1214,60	0	431,51
904	74,1	1223,60	0	1339,68	575	72,2	1599,00	0	324,29
1083	74,00	1219,20	0	318,70	574	72,2	1599,00	0	309,32



Tabela 6.4 – 60 maiores ISv

Contingência	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Contingência	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
1689	73,90	5243,40	0	1630,81	3274	66,6	1587,60	0	9,42
1449	67,90	2589,90	0	404,50	3263	70,5	1547,90	0	108,62
1501	66,60	2363,20	0	9,26	3264	70,5	1519,50	0	25,95
1469	66,60	2281,50	0	0,01	1688	67,50	1501,60	0	563,18
3457	75,2	2202,10	0	0,00	3426	68,5	1491,90	0	4,39
489	67,9	2112,80	0	0,00	4427	71,3	1490,00	0	3448,13
1143	67,90	2109,90	0	1,26	4428	71,3	1490,00	0	3448,13
3306	71	2036,60	0	5,83	2784	75,4	1486,60	0	0,73
1450	66,60	2016,80	0	1085,73	1047	66,80	1484,10	0	0,00
1507	67,90	2013,20	0	0,00	2744	66,9	1480,80	0	6,87
1013	68,70	1985,10	0	0,06	1458	66,60	1472,00	0	10,13
1515	66,60	1949,50	0	20,30	1125	66,70	1461,10	0	0,08
3458	75,2	1940,60	0	1,95	3133	71,3	1459,60	0	180,80
2747	70,4	1918,30	0	49,46	2736	66,5	1450,90	0	250,00
3218	70,6	1904,40	0	2,87	1841	66,30	1448,20	0	53,52
2946	67,9	1874,50	0	0,37	2883	66,8	1440,20	0	4,07
899	73	1823,20	0	466,18	2798	66,7	1438,20	0	0,13
2150	66,50	1816,60	0	585,93	2748	70,1	1432,30	0	86,04
1642	67,90	1779,60	0	45,11	3179	70,8	1413,80	0	231,44
2673	65,7	1766,10	0	58,23	1793	67,70	1412,60	0	65,69
1506	67,90	1754,60	0	23,18	546	68,9	1398,00	0	2485,53
1482	67,70	1744,00	0	111,96	896	72,3	1396,70	0	618,98
3215	66,6	1733,90	0	1,62	68	70,2	1392,70	0	151,92
894	76,1	1709,50	0	35,44	2201	67,60	1384,80	0	173,44
2182	68,90	1676,20	0	222,94	3082	69,5	1382,20	0	1541,41
4445	66,6	1664,10	0	2,54	3083	69,5	1382,20	0	1541,41
2987	66,6	1630,20	0	218,26	3166	71,3	1382,10	0	141,74
1632	66,60	1629,70	0	2,83	2585	69,3	1365,00	0	0,11
575	72,2	1599,00	0	324,29	1478	68,70	1362,80	0	30,51
574	72,2	1599,00	0	309,32	3367	104,8	1360,00	0	7,43



**Tabela 6.6 – 60 maiores ISme**

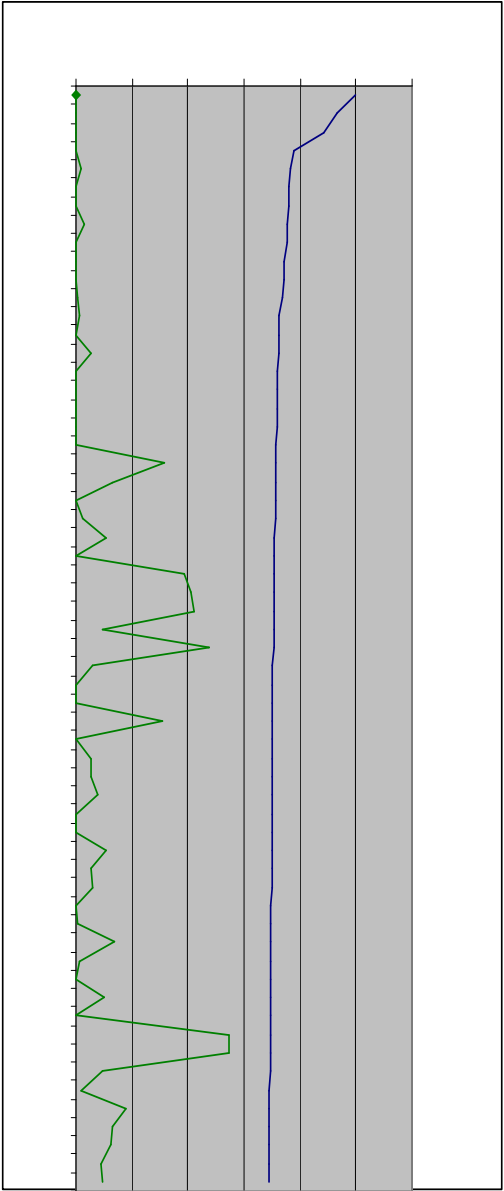
Contingência	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Contingência	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
3963	0,00	0,00	0,00	15329,13	214	72,80	1210,80	0,00	1883,52
1061	68,50	1211,90	0,00	7080,65	215	72,80	1210,80	0,00	1883,52
1474	66,60	1262,30	0,00	6135,27	4535	0,00	0,00	0,00	1871,59
1475	0,00	0,00	0,00	4733,74	2105	66,60	1211,10	0,00	1846,72
157	67,30	1265,10	0,00	4146,80	2628	71,60	1212,20	0,00	1845,43
876	0,00	0,00	0,00	4110,55	2629	71,60	1212,20	0,00	1845,43
874	0,00	0,00	0,00	3999,35	3038	66,60	1211,10	0,00	1780,56
875	0,00	0,00	0,00	3999,35	3553	66,60	1211,70	0,00	1780,24
248	68,00	1212,30	0,00	3768,06	3554	66,60	1211,70	0,00	1780,24
4427	71,30	1490,00	0,00	3448,13	3552	66,60	1211,70	0,00	1761,74
4428	71,30	1490,00	0,00	3448,13	3555	0,00	0,00	0,00	1749,06
3818	0,00	0,00	0,00	3373,58	3926	66,60	1211,10	0,00	1730,83
895	69,40	1241,60	0,00	3056,44	1824	66,60	1212,20	0,00	1722,05
1384	69,20	1211,60	0,00	3018,41	2452	0,00	0,00	0,00	1721,69
1383	69,20	1211,60	0,00	2986,42	3792	67,80	1224,00	0,00	1706,34
3928	64,70	1218,40	0,00	2899,26	3793	67,80	1224,00	0,00	1706,34
3929	64,70	1218,40	0,00	2899,26	3549	68,90	1212,00	0,00	1689,48
3270	66,60	1212,70	0,00	2811,55	3548	68,90	1212,00	0,00	1669,26
3573	0,00	0,00	0,00	2606,62	1858	66,60	1294,50	0,00	1665,30
2222	0,00	0,00	0,00	2604,65	2204	69,00	1251,10	0,00	1656,69
2451	0,00	0,00	0,00	2503,87	1689	73,90	5243,40	0,00	1630,81
546	68,90	1398,00	0,00	2485,53	419	0,00	0,00	0,00	1627,65
1609	67,80	1226,60	0,00	2459,78	2203	69,00	1251,10	0,00	1603,87
2611	68,40	1211,00	0,00	2428,04	872	71,80	1235,80	0,00	1593,31
4717	0,00	0,00	0,00	2253,86	3805	66,60	1211,60	0,00	1591,98
4284	0,00	0,00	0,00	2206,11	1182	66,60	1211,10	0,00	1565,48
1805	67,60	1222,10	0,00	2110,24	3082	69,50	1382,20	0,00	1541,41
3037	66,60	1221,00	0,00	1994,54	3083	69,50	1382,20	0,00	1541,41
680	66,60	1210,90	0,00	1948,71	862	0,00	0,00	0,00	1530,95
4534	66,60	1210,60	0,00	1926,91	3036	66,60	1300,80	0,00	1526,41

Os resultados encontrados possibilitam a elaboração dos gráficos da mesma forma que foi construído para o sistema de 30 barras. Contudo, devido a quantidade de dados, os 60 maiores valores de cada índice de severidade são mostrados.

Na Figura 6.10, os 60 maiores ISfl são visualizados. Verifica-se que em grande parte do sistema, o cálculo do ISme é sensibilizado por estas variações. Na Figura 6.11 os índices de severidade de tensão são comparados com os índices de severidade do mínimo esforço. O ISme sofre menor variação comparado com ISv se comparado com os ISfl. Contudo, o cálculo do índice de severidade do mínimo esforço demonstra diversas variações na maioria das contingências possibilitando a sua utilização. Na Figura 6.12 existe o comparativo entre

ISmvar e ISme. Verifica-se que o ISme não sofreu influências da geração reativa e que o ISme não leva em consideração, diretamente, esse tipo de violação.

Na Figura 6.13 é possível verificar a junção do ISme com os índices ISv, ISmvar e ISfl (neste caso para os 100 maiores índices de ISme). Observa-se que o índice de severidade do mínimo esforço (ISme) reconhece as maiores violações do sistema (maior violação de tensão e violação de fluxo) possibilitando desta forma a sua utilização.



# Sistema 3425 barras -100 maiores ISme

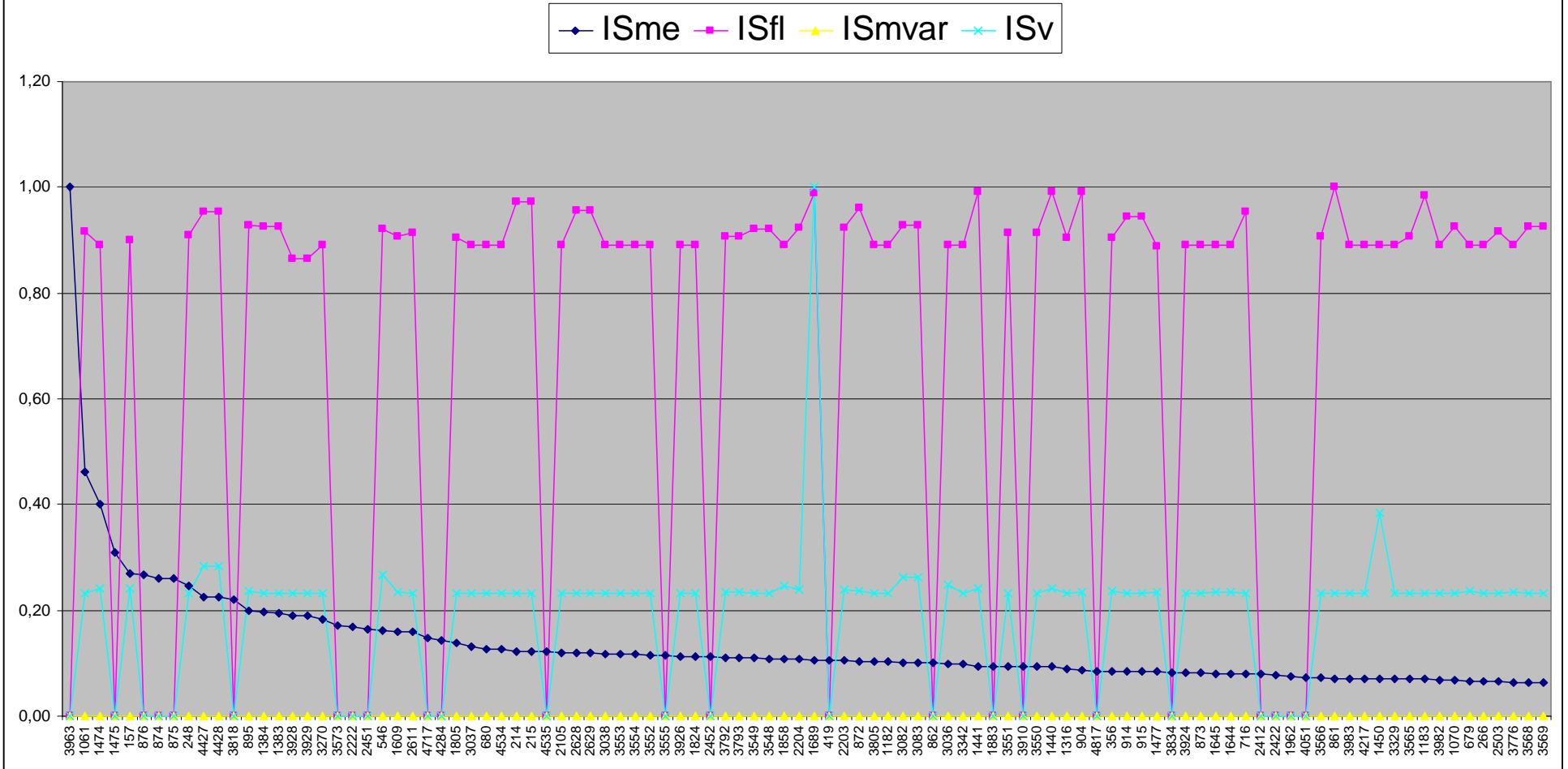


Figura 6.13 - Sistema 3425 – 100 maiores ISme

### 6.3.2 Separação Física da Rede

O sistema de 3425 barras, após gerar os resultados de ISfl, ISv e ISmvar, possui também contingências com separação física da rede. A tabela com as contingências que causam ilhamento no sistema pode ser visualizada no Apêndice B.

A técnica utilizada no ilhamento é a mesma utilizada no sistema de 30 barras. Para cada ramo, no qual uma contingência neste ramo causa ilhamento, foi criado um ramo fictício com uma reatância maior que a do ramo original, proporcional ao valor original.

A Tabela 6.7 mostra 60 contingências com os resultados obtidos, em ordem decrescente de ISfl. Estes cálculos permitem verificar e definir qual ilhamento é mais significativo. Um ilhamento em uma cidade do interior terá violações de fluxo diferentes de uma cidade da região metropolitana ou de uma capital do Estado.

**Tabela 6.7 – 60 Contingências com Separação Física da Rede**

Contingência	ISfl	Contingência	ISfl	Contingência	ISfl	Contingência	ISfl
3801	71,80	1046	66,60	1241	66,60	1284	65,30
1053	67,70	1074	66,60	1243	66,60	1293	65,30
120	67,60	1181	66,60	1251	66,60	1294	65,30
1066	67,60	1186	66,60	1262	66,60	1296	65,30
1197	67,60	1191	66,60	1263	66,60	1299	65,30
1198	67,60	1194	66,60	1347	66,40	1301	65,30
1204	67,60	1195	66,60	1307	66,30	1303	65,30
1213	67,60	1199	66,60	1313	66,30	1310	65,30
1227	67,60	1201	66,60	1176	65,80	1311	65,30
1267	67,60	1203	66,60	1097	65,70	1312	65,30
1000	66,70	1219	66,60	1099	65,70	1314	65,30
1049	66,70	1224	66,60	115	65,60	1320	65,30
1002	66,60	1231	66,60	1096	65,40	1323	65,30
1016	66,60	1237	66,60	1272	65,30	1324	65,30
1045	66,60	1240	66,60	1277	65,30	1325	65,30

Através destes estudos e da análise dos resultados obtidos (que também pode ser consultado no apêndice B), podemos verificar que o cálculo do índice de severidade do mínimo esforço e a técnica de ilhamento podem contribuir para análise de segurança da rede. Além de possuir a vantagem das características do mínimo esforço buscando mais rapidez na resposta do resultado.

## 7. CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um novo sistema computacional para análise de segurança estática em sistemas de energia elétrica, que explora semelhanças entre os problemas de análise de segurança e de planejamento em sistemas de energia elétrica. Na extensa revisão bibliográfica realizada, não foi encontrado relato de proposta semelhante. Outro ponto importante na arquitetura do sistema proposto é o tratamento de ilhamentos, de aplicabilidade prática bastante importante para companhias concessionárias de energia elétrica. O problema de análise de segurança estática de sistemas de potência consiste em determinar o nível de importância que os diferentes equipamentos formadores de uma rede possuem para a operação desta. O problema foi amplamente descrito neste documento.

Durante o desenvolvimento deste trabalho foi testado o método do mínimo esforço, originalmente aplicado ao problema de planejamento, e a técnica de ilhamento. Ambos os métodos aplicados a dois sistemas, o sistema testes IEEE de 30 barras e outro sistema, real, de 3425 barras. No método do mínimo esforço, através de cálculos e comparativos com o método tradicional, constatou-se que o mesmo é capaz de verificar as contingências com maiores índices de sensibilidade (ISfl, ISv, ISmvar), ou seja, pode-se avaliar a possibilidade de usar o ISme em substituição aos índices de sensibilidade ISfl, ISv e ISmvar. Em ambos os sistemas, o de 30 barras e o de 3425 barras esse fato foi comprovado.

No método para ilhamentos, verifica-se que a adição de um ramo fictício, com uma reatância bastante superior e proporcional ao ramo original, permite realizar o cálculo do fluxo de potência, inviável até a aplicação deste método. O cálculo permite diferenciar, através dos índices de sensibilidade de violações de fluxo, qual a magnitude de cada ilhamento. Esta magnitude diferencia o ilhamento de uma cidade do interior do Estado de uma outra cidade, como por exemplo uma cidade que é capital do Estado, que muito provavelmente demanda maior energia.

Como trabalhos futuros, podem ser desenvolvidos os demais elementos citados no capítulo 5 deste trabalho. Pode-se prever também a continuidade do desenvolvimento da pesquisa na área de análise de segurança em redes elétricas. Algumas atividades possíveis são a utilização de processamento distribuído, a consideração de outros métodos de cálculo de fluxo de potência e a integração do sistema desenvolvido com outras tarefas de análise de redes elétricas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, Mário de A. e, JUNIOR, Carlos Alberto de C, Seleção de Contingências com Relação à Estabilidade de Tensão para Análise de Segurança em Tempo Real. V SIMPASE – Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos, 2003.
- ALMEIDA, Susana. Definição e Análise de Contingências Severas na Rede Eléctrica Portuguesa. REN – Rede Elétrica Nacional, S.A., Portugal, 2005.
- ALVES, Juliana M. T., Fluxo de Potência Ótimo com Restrições de Segurança Aplicado à Operação em Tempo Real Utilizando Processamento Distribuído. Tese apresentada a Universidade Federal do Rio de Janeiro, abril 2005.
- AMJADY, Nima; ESMAILI, Masoud; Voltage Security Assessment and Vulnerable bus Ranking of Power Systems. Electric Power System Research, 2003.
- ARAUJO, Leandro R. de, Uma Contribuição ao Fluxo de Potência Ótimo Aplicado a Sistemas de Potência Trifásicos Usando o Método dos Pontos Interiores. Tese apresentada a Universidade Federal do Rio de Janeiro, abril 2005.
- AURICH, Mariella R. C. Um Modelo de Fluxo de Potência Ótimo Linear com Reprogramação Corretiva Via Método de Pontos Interiores. Tese de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de Campinas, julho 2004.
- AZEVEDO, Aníbal T. de, et al, Problema de Fluxo de Potência Ótimo DC com Grafo Generalizado via Método de Pontos Interiores com Restrições Adicionais. XXXIII SBPO – Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2001.
- BAPTISTA, Édmea Cássia, COSTA, Geraldo R. M., BELATI, Edmarcio A , Um Método Primal-Dual Aplicado na resolução do Problema de Fluxo de Potência Ótimo. Revista Pesquisa Operacional, v.24, n.2, p.215-226, 05-06/2004.
- BELATI, Edmarcio Antonio; SOUZA, Alessandra M. de; BAPTISTA, Edméa C.; COSTA, Geraldo R. M. da; Determinação da Solução Ótima do Problema de Fluxo de Potência Ótimo via Análise de Sensibilidade. Pesquisa Operacional, v25, nº 3. 2005.
- BORGES, Carmem L. Tancredo. Confiabilidade de Sistemas de Potência. Programa de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
- CANTO dos SANTOS, J. V.; GARCIA, Ariovaldo V. Um Estudo Sobre Critérios de Seleção de Contingências no Subproblema Reativo da Análise de Segurança Estática de Sistemas de Potência. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA - VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CONTROLE AUTOMÁTICO, 1994, Rio de Janeiro. Anais do X Congresso Brasileiro de Automática – VI Congresso Latino-americano de Controle Automático. 1994.

CANTO DOS SANTOS, J. V., GARCIA, A. V. Tratamiento de Contingencias que Causan Desconexiones em Sistemas Electricos de Potencia. Información Tecnológica – Vol 9, nº 6, 1998.

CANTO dos SANTOS, J. V.; GARCIA, Ariovaldo V. Um Modelo Alternativo Para o Cálculo de Fluxo de Potência Linearizado. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, 1998, Uberlândia. Anais do XII Congresso Brasileiro de Automática. 1998.

CARPENTIER, J., CRIC, a New Active Reactive Decoupling Process in Load Flows, Optimal Power Flow and System Control, Proc. IFAC Conference on Power Systems and

- FERRAZ, Julio C., MARTINS, Nelson, PINTO, Hermínio J.C, FALCÃO, Djalma M. Fluxo de Potência Continuado e Análise Modal na Avaliação e Melhoria da Estabilidade de Tensão do Sistema Sul-Sudeste. VII SEPOSE, Curitiba, 2000.
- FERREIRA, C. M. Machado , PINTO, J.A.D., BARBOSA, F. P. Maciel, Effect of the Generators Tripping in the Transient Stability of an Electrical Power System Using the Extended Equal Area Criteria. IEEE, 1998.
- FERREIRA, Carlos Aparecido; COSTA, Vander M. Controle de Tensão no Fluxo de Potência Continuado – Modelagens e Efeitos na Estabilidade de Tensão. Revista Controle e Automação, vol 15, 2004.
- FRERIS, L.; SASSON, A., Investigation of the Load Flow Problem , IEE, vol 115, nº 10, outubro 1968, p. 1459-1470.
- GARCIA, Ariovaldo V.; ALMEIDA, Madson C de., Identificação de Ramos Críticos para Estabilidade de Tensão Baseada na Análise Modal do Sistema. XV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 1999.
- GARVER, L. Transmission Network Estimation Using Linear Programming, IEEE Transactions on PAS, vol89, n 7, September - October 1970, pp. 1688-1697.
- GRILO, Ahda P. Um método baseado em Lógica Nebulosa para a Classificação de Contingências em Redes de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado apresentado a Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- GUERRA, Antônio Fernandes, Seleção de Contingências para Violação de MW em Ramos de Sistemas Elétricos de Potência Utilizando Abordagem Multinível Adaptativa. Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- HAFFNER, Sérgio; GARCIA, Ariovaldo; MONTICELLI, Alcir; ROMERO, Rubén. Planejamento Dinâmico da Expansão de Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica Considerando Múltiplos Estágios. XV SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Outubro de 1999, Paraná.
- HAFFNER, Sérgio Luís. O Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos no Contexto de um Ambiente Competitivo. Tese de Doutorado, UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas – SP, 2000.
- IVO JUNIOR,C. S., OLIVEIRA E. J., PEREIRA, JLR, GARCIA, Paulo A. N., Proposta de um Algoritmo Heurístico Construtivo para a Resolução do Problema de Expansão de Sistemas de Transmissão. IX Simpósio de Especialistas em Planejamento da Operação e Expansão Elétrica, Rio de Janeiro, 2004.
- KIM, Hyungchul; SINGH, Chanan. Steady State and Dynamic Security Assessment in Composite Power Systems. Department of Electrical Engineering. IEEE, 2003.

- KIRSCHEN, Daniel S.; JAYAWEERA, Dilan; NEDIK, Dusco P.; ALLAN, Ron N. A Probabilistic Indicator of System Stress. IEEE Transactions on Power Systems, vol 19, nº 3, 2004.
- LIMA, A. M., OLIVEIRA, A.L.R., Comparação entre Diferentes Formulações do Problema de Fluxo de Potência Ótimo Utilizando o Método dos Pontos Interiores. Instituto de matemática, Estatística e Ciência da Computação, UNICAMP. Uma publicação da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional. 2004.
- MANZONI, Alessandro, TARANTO, Glauco N., FALCÃO, Djalma M. Simulação de Média e Longa Duração Para Estudos de Controle e Estabilidade de Tensão. Programa de Engenharia Elétrica e NACAD, Rio de Janeiro, 2000.
- MIASAKI, Celso Tadao. Planejamento da Expansão do Sistema de Transmissão de Energia Elétrica Utilizando Controladores FACTS. Tese de Doutorado, UNESP – Universidade Estadual Paulista – Ilha Solteira - SP, Março 2006.
- MIJUSKOVIC, N. A.; STOJNIC, D. Probabilistic Real-Time Contingency Ranking Method. Electrical Power & Energy Systems, 2000.
- MIKILITA, Miguel A. S., Um Modelo de Fluxo de Potência Ótimo para Minimização do Corte de Carga. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal do Parná, 2005.
- MONTICELLI, A., SANTOS, A., PEREIRA, M., CUNHA, S., Parker, B., Praça, J., Interactive Transmission Network Planning Using a Least-Effort Criterion, IEEE Transactions on PAS, Vol 101, n 10, October 1982, pp 3919-3925.
- MOURA, Ricardo D. de, Seleção e Ordenação de Contingências para Avaliação das Condições de Segurança de Tensão. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2002.
- NATURESA, Jim Silva, A Influência de Compensadores Estáticos de Reativos na Instabilidade de Tensão de Sistemas de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado entregue a Universidade Estadual de Campinas, 2001.
- NEPOMUCENO, Leonardo, OHISHI, Takaaki, SOARES, Secundino. Uma Metodologia de Pré Despacho AC com Base em um Modelo de FPO Newton. SBA Controle e Automação, vol 11, nº 3 , set, out, nov, dezembro 2003.
- OLIVEIRA, Aurélio R. L., FILHO, Secundino S., Métodos de Pontos Interiores para Problema de Fluxo de Potência Ótimo DC. Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica – UNICAMP. Revista Controle e Automação, vol 14, nº 3, Julho, Agosto e Setembro de 2003.
- OLIVEIRA, E. N. de; PADILHA, A. Minussi, R.; Utilização de Índices de Estabilidade Transitória para a Avaliação de Segurança Dinâmica. Revista IEEE América Latina, vol 1, 2003.

- OLIVEIRA, Gerson C.; BAHIENSE, Laura; PEREIRA, Mario V. Modelo Disjuntivo de Expansão Ótima de Redes de Transmissão em Sistemas Hidrotérmicos. Pesquisa Operacional, v23, nº 1, p.129-140, 2003.
- OLIVEIRA, Sérgio Azevedo de, Metaheurísticas Aplicadas ao Planejamento da Expansão da Transmissão de Energia Elétrica em Ambiente de Processamento Distribuído. Tese de Doutorado Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas- SP, 2004
- RODRIGUEZ, Jorge Isaac R, Integração de Metodologias para Avaliação do Custo da Segurança Dinâmica em Mercados Elétricos. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal do Maranhão, 2005.
- QUINTELA, Adriana S. Estudo de Índices de Proximidade ao Limite de Estabilidade de Tensão e Aplicação na Seleção de Contingências. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- SILVA, Ivan N. da, NEPOMUCENO, Leonardo, BASTOS, Thiago M. Resolvendo Problemas de Fluxo de Potência Ótimo DC Através de uma Rede de Hopfield Modificada.
- SILVA JUNIOR, Irênio de Jesus Silva. Planejamento da Expansão de Sistemas de Transmissão Considerando Segurança e Planos de Programação de Geração. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. Campinas, outubro 2005.
- SOUZA, Alessandro J & at all. Evolution of Measurement Processes of Flow and BSW. VI Induscon, Joinville - SC, 2004.
- STOTT, B., MONTICELLI, A. J., Security Analysis and Optimization, Proceedings of the IEEE, 75:12: 1623-1644, 1987.
- SWARUP, K. S.; MASTAKAR, Rupesh; REDDY K. V. P., Decision Tree for Steady State Security Assessment and Evaluation of Power Systems. Proceedings of ICISIP, 2005.
- WEHENKEL, L.; PAVELLA, M. Advances in Decision Trees Applied to Power System Security Assessment. IEE 2<sup>nd</sup> International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management, dezembro de 1993.

## Apêndice A - Sistema 3425 com os cálculos de ISv, ISfl, ISmvar e ISme

Neste apêndice constam os cálculos realizados no sistema 3425 barras. Cabe ressaltar que, quando todos os índices estão zerados, muito provavelmente ocorreu um ilhamento. Contudo, os índices de sensibilidade zerados não garantem que seja um ilhamento, devendo então ser conferido na tabela de ilhamentos, se houver necessidade.

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
1	0,00	0,00	0,00	0,00	52	0,00	0,00	0,00	0,00	103	65,80	1216,70	0,00	23,75
2	66,60	1211,10	0,00	0,00	53	65,80	1212,20	0,00	17,94	104	65,70	1215,70	0,00	57,60
3	0,00	0,00	0,00	0,00	54	65,80	1212,20	0,00	17,94	105	65,70	1215,70	0,00	58,27
4	66,60	1211,10	0,00	0,00	55	66,70	1220,50	0,00	0,15	106	67,20	1221,30	0,00	0,12
5	0,00	0,00	0,00	0,00	56	0,00	0,00	0,00	0,15	107	70,00	1219,30	0,00	7,17
6	0,00	0,00	0,00	0,00	57	0,00	0,00	0,00	6,32	108	66,50	1210,70	0,00	0,46
7	0,00	0,00	0,00	0,00	58	66,60	1210,80	0,00	210,94	109	66,50	1210,70	0,00	0,46
8	66,60	1211,10	0,00	0,00	59	66,60	1211,10	0,00	212,50	110	66,00	1216,00	0,00	126,02
9	66,60	1211,10	0,00	0,00	60	0,00	0,00	0,00	141,18	111	68,50	1218,00	0,00	1,08
10	68,80	1213,70	0,00	478,25	61	66,60	1218,10	0,00	2,92	112	66,50	1226,90	0,00	7,14
11	0,00	0,00	0,00	476,64	62	66,30	1217,00	0,00	6,91	113	0,00	0,00	0,00	131,47
12	68,80	1213,80	0,00	478,41	63	70,00	1359,20	0,00	148,83	114	66,40	1256,20	0,00	89,49
13	71,50	1220,40	0,00	10,84	64	66,60	1210,90	0,00	152,59	115	0,00	0,00	0,00	9,83
14	71,50	1220,40	0,00	10,84	65	66,50	1211,70	0,00	1,19	116	67,70	1211,90	0,00	463,70
15	71,50	1220,40	0,00	10,84	66	67,60	1208,30	0,00	56,62	117	67,70	1211,90	0,00	465,97
16	71,50	1220,40	0,00	11,17	67	58,50	1215,10	0,00	58,34	118	65,60	1216,90	0,00	1,29
17	66,60	1210,40	0,00	0,20	68	70,20	1392,70	0,00	151,92	119	66,70	1219,50	0,00	74,13
18	66,60	1210,60	0,00	0,21	69	66,10	1219,00	0,00	2,34	120	0,00	0,00	0,00	15,60
19	68,70	1215,00	0,00	27,70	70	71,00	1208,90	0,00	2,56	121	66,60	1217,20	0,00	47,49
20	68,70	1215,10	0,00	27,06	71	0,00	0,00	0,00	30,89	122	66,60	1217,20	0,00	47,49
21	68,70	1215,20	0,00	25,80	72	0,00	0,00	0,00	14,37	123	68,20	1217,50	0,00	61,56
22	66,60	1210,40	0,00	0,13	73	68,60	1210,60	0,00	5,39	124	67,60	1218,00	0,00	119,27
23	67,70	1221,70	0,00	28,11	74	68,70	1208,60	0,70	70,27	125	68,00	1212,40	0,00	705,69
24	67,70	1221,70	0,00	28,11	75	68,70	1210,60	0,00	51,19	126	68,00	1212,40	0,00	736,47
25	67,70	1221,60	0,00	27,45	76	67,70	1208,80	0,70	68,97	127	66,60	1210,80	0,00	23,91
26	66,60	1210,40	0,00	0,00	77	67,70	1208,80	0,70	88,38	128	66,90	1210,00	0,00	402,23
27	66,60	1210,60	0,00	0,00	78	67,70	1208,80	0,70	88,38	129	66,90	1210,00	0,00	422,37
28	66,60	1210,40	0,00	0,00	79	69,80	1209,80	0,00	1,80	130	67,50	1209,80	0,00	0,07
29	66,60	1211,10	0,00	0,00	80	71,50	1212,00	0,00	0,52	131	67,50	1214,90	0,00	0,04
30	67,70	1220,30	0,00	213,35	81	67,50	1209,80	0,00	27,02	132	67,50	1209,80	0,00	0,22
31	67,70	1220,10	0,00	213,35	82	67,50	1209,00	0,00	23,53	133	66,60	1210,80	0,00	23,90
32	67,70	1220,40	0,00	212,18	83	67,50	1209,80	0,00	31,08	134	66,60	1209,80	0,00	2,62
33	68,70	1218,90	0,00	45,75	84	0,00	0,00	0,00	25,29	135	66,60	1209,80	0,00	2,76
34	0,00	0,00	0,00	45,75	85	0,00	0,00	0,00	25,29	136	66,60	1210,80	0,00	27,25
35	68,70	1222,20	0,00	40,42	86	66,60	1222,20	0,00	0,00	137	66,60	1210,80	0,00	30,89
36	68,90	1211,40	0,00	353,51	87	66,60	1222,20	0,00	0,00	138	65,50	1206,40	0,00	61,17
37	68,90	1211,40	0,00	353,51	88	66,60	1211,10	0,00	0,00	139	65,50	1206,40	0,00	61,17
38	68,90	1211,50	0,00	342,23	89	66,60	1211,10	0,00	0,06	140	66,60	1211,20	0,00	44,58
39	0,00	0,00	0,00	3,35	90	66,60	1211,40	0,00	5,21	141	66,60	1211,20	0,00	34,83
40	0,00	0,00	0,00	12,37	91	66,60	1211,90	0,00	288,15	142	66,60	1211,20	0,00	44,58
41	67,60	1216,80	0,00	2,95	92	66,60	1211,10	0,00	0,00	143	0,00	0,00	0,00	0,00
42	67,60	1216,80	0,00	3,00	93	66,50	1211,70	0,00	0,01	144	66,60	1211,30	0,00	22,62
43	0,00	0,00	0,00	0,00	94	0,00	0,00	0,00	90,28	145	67,50	1216,40	0,00	233,66
44	67,30	1218,00	0,00	56,71	95	67,30	1215,70	0,00	0,40	146	67,50	1216,40	0,00	234,67
45	67,30	1218,00	0,00	75,24	96	66,60	1283,70	0,00	1,03	147	66,60	1211,10	0,00	0,00
46	70,00	1217,20	0,00	22,59	97	66,60	1283,70	0,00	1,03	148	0,00	0,00	0,00	22,63
47	0,00	0,00	0,00	8,57	98	60,50	1218,50	0,00	43,57	149	66,50	1209,50	0,00	62,94
48	0,00	0,00	0,00	8,71	99	58,80	1215,10	0,00	0,38	150	66,50	1209,50	0,00	64,90
49	0,00	0,00	0,00	8,71	100	62,10	1217,40	0,00	75,17	151	68,60	1210,40	0,00	57,52
50	0,00	0,00	0,00	0,01	101	66,50	1226,90	0,00	7,14	152	68,60	1210,40	0,00	61,07
51	0,00	0,00	0,00	0,00	102	65,80	1216,70	0,00	23,72	153	0,00	0,00	0,00	0,00







Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
568	66,70	1211,50	0,00	5,39
569	66,70	1211,50	0,00	5,39
570	66,70	1211,30	0,00	2,55
571	66,70	1211,30	0,00	2,55
572	66,60	1211,10	0,00	0,00
573	67,70	1211,30	0,00	272,97
574	72,20	1599,00	0,00	309,32
575	72,20	1599,00	0,00	324,29
576	66,60	1216,80	0,00	0,00
577	68,70	1213,90	0,00	159,07
578	66,60	1210,80	0,00	4,65
579	66,60	1210,80	0,00	4,53
580	0,00	0,00	0,00	14,63
581	0,00	0,00	0,00	0,04
582	66,60	1210,80	0,00	0,01
583	66,60	1211,00	0,00	11,37
584	66,60	1211,00	0,00	11,37
585	66,60	1206,20	0,00	3,47
586	66,60	1211,90	0,00	0,57
587	67,60	1211,20	0,00	0,30
588	66,60	1210,80	0,00	0,22
589	66,60	1210,40	0,00	41,50

5 ( )Tj ET Q q 8.33333 0 03333 0 0 8.33333 0 0 cm BT /R33 0 034 4 re f 530 4398.67 4 79 re f 707 4398.67 4 79 re f 1009 4398.67 4 79 re f 009 4398.67 4 79 r

ISv	ISmvar	ISme
1212,20	0,00	36,55
1216,90	0,00	1279,04
1216,90	0,00	1279,04
1217,50	0,00	7,70
1216,30	0,00	82,69
1217,00	0,00	92,15
1217,30	0,00	230,32
1215,50	0,00	72,91
1215,50	0,00	75,58
1215,50	0,00	75,58
1216,10	0,00	410,50
1216,10	0,00	410,50
1212,30	0,00	16,65
1213,10	0,00	178,48
1212,00	0,00	1,22
1212,00	0,00	2,10
1213,00	0,00	2,74
1218,30	0,00	797,32
1218,30	0,00	797,32
1218,10	0,00	812,47
1218,10	0,00	812,47
1215,40	0,00	337,08
1216,90	0,00	462,77
1216,10	0,00	428,66
1216,10	0,00	428,66
1219,80	0,00	185,62
1219,80	0,00	206,27
1211,40	0,00	2,34
1211,40	0,00	2,34
1221,50	0,00	0,03
1211,80	0,00	2,58
1211,80	0,00	2,58
1215,70	0,00	49,22
1214,70	0,00	72,60
1214,70	0,00	73,85
1212,30	0,00	346,66
1212,20	0,00	222,65
1210,70	0,00	2,85
1213,40	0,00	5,37
1213,40	0,00	5,37
1221,70	0,00	2,26
1220,40	0,00	3,12
1217,70	0,00	5,76
1215,10	0,00	64,88
1215,10	0,00	67,51
1211,10	0,00	1,99
1211,10	0,00	1,99
1211,70	0,00	3,41
1211,70	0,00	3,41
1211,20	0,00	6,44
1210,40	0,00	0,00
1215,00	0,00	0,06
0,00	0,00	108,54
0,00	0,00	113,93
0,00	0,00	0,02
1211,10	0,00	0,15
1211,40	0,00	0,26



Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
1189	67,50	1214,60	0,00	5,38
1190	66,70	1221,70	0,00	1,36
1191	0,00	0,00	0,00	0,00
1192	66,20	1211,50	0,00	16,44
1193	64,60	1211,60	0,00	8,74
1194	0,00	0,00	0,00	0,00
1195	0,00	0,00	0,00	0,00
1196	66,30	1211,60	0,00	0,22
1197	0,00	0,00	0,00	2,93
1198	0,00	0,00	0,00	119,06
1199	0,00	0,00		

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
1396	0,00	0,00	0,00	12,18
1397	0,00	0,00	0,00	0,17
1398	0,00	0,00	0,00	410,06
1399	0,00	0,00	0,00	322,20
1400	0,00	0,00	0,00	7,77
1401	66,60	1211,10	0,00	0,00
1402	66,60	1211,10	0,00	0,00
1403	66,60	1215,70	0,00	0,02
1404	0,00	0,00	0,00	0,00
1405	0,00	0,00	0,00	1,36
1406	66,80	1222,80	0,00	121,77
1407	66,70	1232,50	0,00	4,04
1408	70,80	1226,50	0,00	8,62
1409	66,60	1213,90	0,00	10,53
1410	66,60	1213,90	0,00	10,53
1411	66,60	1213,20	0,00	0,00
1412	66,60	1215,40	0,00	0,36
1413	66,30	1215,20	0,00	563,20
1414	66,30	1215,20	0,00	571,20
1415	67,80	1214,70	0,00	428,60
1416	67,80	1214,70	0,00	431,98
1417	66,50	1213,00	0,00	0,06
1418	73,10	1292,00	0,00	2,10
1419	66,60	1214,50	0,00	0,84
1420	66,70	1214,80	0,00	0,58
1421	67,90	1215,50	0,00	480,41
1422	67,90	1215,50	0,00	488,14
1423	66,60	1212,70	0,00	267,43
1424	66,60	1212,70	0,00	268,73
1425	66,60	1213,20	0,00	0,00
1426	0,00	0,00	0,00	38,72
1427	66,60	1211,10	0,00	0,00
1428	66,60	1218,40	0,00	0,29
1429	66,60	1218,50	0,00	0,95
1430	0,00	0,00	0,00	12,98
1431	66,60	1213,60	0,00	9,57
1432	66,60	1213,80	0,00	0,09
1433	66,60	1215,00	0,00	0,54
1434	66,60	1212,20	0,00	85,52
1435	66,60	1212,20	0,00	85,52
1436	0,00	0,00	0,00	0,04
1437	71,40	1232,40	0,00	923,25
1438	71,40	1232,40	0,00	932,57
1439	65,60	1221,10	0,00	11,42
1440	74,10	1262,90	0,00	1422,88
1441	74,10	1262,90	0,00	1445,58
1442	66,60	1210,90	0,00	0,00
1443	68,20	1211,30	0,00	0,00
1444	0,00	0,00	0,00	0,06
1445	66,60	1214,80	0,00	573,72
1446	70,20	1212,10	0,00	0,00
1447	66,60	1218,80	0,00	1,84
1448	66,60	1214,80	0,00	558,51
1449	67,90	2589,90	0,00	404,50
1450	66,60	2016,80	0,00	1085,73
1451	0,00	0,00	0,00	119,18
1452	0,00	0,00	0,00	11,80
1453	66,60	1211,10	0,00	0,00
1454	66,60	1256,50	0,00	78,80
1455	66,60	1252,00	0,00	7,62
1456	66,60	1275,60	0,00	0,11
1457	66,60	1229,70	0,00	4,39
1458	66,60	1472,00	0,00	10,13
1459	67,40	1212,70	0,00	49,55
1460	66,60	1215,20	0,00	19,88
1461	66,60	1215,20	0,00	19,97
1462	0,00	0,00	0,00	0,33
1463	67,80	1213,30	0,00	21,82
1464	67,80	1213,30	0,00	22,18

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
1465	66,60	1215,30	0,00	0,52
1466	66,60	1217,10	0,00	2,43
1467	66,60	1212,10	0,00	8,70
1468	66,60	1212,00	0,00	9,37
1469	66,60	2281,50	0,00	0,01
1470	66,60	1211,40	0,00	0,02
1471	0,00	0,00	0,00	0,87
1472	66,60	1212,40	0,00	9,19
1473	66,60	1212,40	0,00	11,69
1474	66,60	1262,30	0,00	6135,27
1475	0,00	0,00	0,00	4733,74
1476	0,00	0,00	0,00	271,43
1477	66,50	1230,20	0,00	1275,57
1478	68,70	1362,80	0,00	30,51
1479	0,00	0,00	0,00	0,00
1480	0,00	0,00	0,00	211,99
1481	0,00	0,00	0,00	262,81
1482	67,70	1744,00	.46269(-3.73134(0)-7.46269(0)500]TJ ET Q q 2772 4806.69(-3.73134(0)-	

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
1603	71,50	1216,40	0,00	11,77	1672	0,00	0,00	0,00	0,00	1741	66,60	1212,60	0,00	6,20
1604	68,30	1219,90	0,00	271,78	1673	69,90	1306,70	0,00	5,61	1742	66,60	1214,20	0,00	42,85
1605	66,60	1221,20	0,00	47,35	1674	67,70	1219,80	0,00	4,41	1743	66,60	1214,20	0,00	42,98
1606	68,30	1221,70	0,00	323,14	1675	67,70	1219,80	0,00	4,49	1744	66,60	1216,30	0,00	122,81
1607	66,60	1220,60	0,00	5,32	1676	66,60	1212,20	0,00	47,67	1745	66,60	1215,90	0,00	0,19
1608	66,60	1211,50	0,00	9,35	1677	66,60	1212,20	0,00	47,96	1746	66,60	1215,90	0,00	0,19
1609	67,80	1226,60	0,00	2459,78	1678	66,60	1212,20	0,00	48,97	1747	66,60	1213,60	0,00	37,93
1610	67,90	1220,30	0,00	2,66	1679	66,60	1212,20	0,00	0,41	1748	66,60	1213,60	0,00	69,71
1611	66,60	1219,40	0,00	352,79	1680	0,00	0,00	0,00	227,81	1749	66,60	1213,60	0,00	81,58
1612	66,60	1219,40	0,00	353,24	1681	66,60	1212,20	0,00	2,57	1750	66,60	1213,60	0,00	81,89
1613	66,60	1211,40	0,00	7,53	1682	0,00	0,00	0,00	4,85	1751	66,60	1211,10	0,00	14,25
1614	66,60	1222,00	0,00	9,82	1683	0,00	0,00	0,00	41,13	1752	66,60	1211,10	0,00	24,26
1615	66,60	1216,80	0,00	3,59	1684	66,60	1211,10	0,00	0,00	1753	66,60	1211,10	0,00	24,68
1616	66,60	1216,80	0,00	3,63	1685	66,60	1211,10	0,00	0,02	1754	68,80	1213,00	0,00	0,23
1617	66,60	1216,80	0,00	3,99	1686	0,00	0,00	0,00	0,00	1755	68,80	1213,00	0,00	0,23
1618	66,60	1217,60	0,00	303,55	1687	0,00	0,00	0,00	0,02	1756	66,60	1212,40	0,00	0,35
1619	66,60	1216,90	0,00	27,59	1688	67,50	1501,60	0,00	563,18	1757	66,60	1213,60	0,00	1,19
1620	66,60	1216,90	0,00	27,60	1689	73,90	5243,40	0,00	1630,81	1758	66,60	1215,50	0,00	0,06
1621	66,60	1220,00	0,00	531,85	1690	0,00	0,00	0,00	275,63	1759	66,60	1212,30	0,00	0,03
1622	70,20	1215,40	0,00	52,10	1691	73,40	1214,60	0,00	175,21	1760	70,20	1210,80	0,00	0,00
1623	70,20	1215,40	0,00	53,03	1692	73,40	1214,40	0,00	190,15	1761	70,20	1210,80	0,00	0,00
1624	70,20	1215,40	0,00	53,10	1693	66,60	1212,10	0,00	0,37	1762	67,80	1230,70	0,00	4,12
1625	70,20	1215,40	0,00	53,98	1694	66,60	1212,10	0,00	0,37	1763	67,80	1230,70	0,00	4,30
1626	66,60	1213,50	0,00	27,75	1695	66,60	1213,40	0,00	0,00	1764	66,70	1223,60	0,00	109,13
1627	68,10	1215,50	0,00	18,29	1696	66,60	1214,90	0,00	1,52	1765	67,90	1216,40	0,00	5,52
1628	68,10	1215,50	0,00	18,29	1697	73,30	1214,90	0,00	0,14	1766	0,00	0,00	0,00	50,92
1629	66,60	1211,40	0,00	0,00	1698	73,30	1214,80	0,00	0,27	1767	66,60	1211,10	0,00	0,00
1630	66,60	1211,10	0,00	0,00	1699	0,00	0,00	0,00	17,14	1768	68,50	1221,80	0,00	4,96
1631	66,60	1213,50	0,00	15,31	1700	68,40	1213,50	0,00	22,73	1769	66,60	1211,70	0,00	0,19
1632	66,60	1629,70	0,00	2,83	1701	68,40	1213,50	0,00	22,73	1770	66,60	1211,70	0,00	0,19
1633	66,60	1212,20	0,00	6,75	1702	0,00	0,00	0,00	0,08	1771	66,60	1215,40	0,00	259,71
1634	0,00	0,00	0,00	0,00	1703	0,00	0,00	0,00	0,08	1772	68,80	1213,50	0,00	80,84
1635	0,00	0,00	0,00	45,21	1704	66,60	1215,50	0,00	6,56	1773	68,80	1213,50	0,00	86,42
1636	0,00	0,00	0,00	117,43	1705	66,60	1215,50	0,00	6,56	1774	68,80	1213,50	0,00	89,70
1637	0,00	0,00	0,00	26,44	1706	66,60	1215,10	0,00	36,56	1775	0,00	0,00	0,00	2,15
1638	0,00	0,00	0,00	110,89	1707	68,30	1215,70	0,00	48,07	1776	0,00	0,00	0,00	0,05
1639	66,60	1212,40	0,00	0,00	1708	68,30	1215,70	0,00	48,11	1777	0,00	0,00	0,00	22,46
1640	66,60	1212,10	0,00	1,06	1709	66,60	1214,20	0,00	10,19	1778	0,00	0,00	0,00	0,01
1641	66,60	1214,20	0,00	10,04	1710	67,50	1271,80	0,00	280,58	1779	0,00	0,00	0,00	0,01
1642	67,90	1779,60	0,00	45,11	1711	66,60	1222,80	0,00	0,12	1780	0,00	0,00	0,00	85,84
1643	66,60	1218,50	0,00	53,64	1712	68,70	1122,00	0,00	110,68	1781	66,60	1211,10	0,00	0,00
1644	66,70	1223,50	0,00	1237,63	1713	0,00	0,00	0,00	21,34	1782	66,60	1223,30	0,00	17,12
1645	66,70	1223,50	0,00	1237,84	1714	66,60	1211,10	0,00	0,00	1783	66,60	1223,30	0,00	17,15
1646	70,60	1245,50	0,00	217,49	1715	66,60	1211,30	0,00	0,00	1784	66,60	1213,20	0,00	11,20
1647	69,60	1294,10	0,00	95,04	1716	66,60	1211,30	0,00	0,00	1785	66,60	1217,30	0,00	437,15
1648	66,60	1221,20	0,00	2,48	1717	0,00	0,00	0,00	0,00	1786	0,00	0,00	0,00	92,64
1649	66,60	1221,20	0,00	7,89	1718	66,60	1211,00	0,00	0,00	1787	67,70	1211,20	0,00	1,94
1650	66,60	1222,50	0,00	103,64	1719	66,60	1211,00	0,00	0,00	1788	67,70	1211,20	0,00	2,02
1651	66,60	1211,10	0,00	50,58	1720	66,60	1211,00	0,00	0,00	1789	0,00	0,00	0,00	133,87
1652	67,70	1229,00	0,00	56,58	1721	0,00	0,00	0,00	22,65	1790	66,60	1212,20	0,00	25,08
1653	69,20	1218,90	0,00	48,26	1722	67,70	1220,90	0,00	30,42	1791	66,60	1212,20	0,00	28,48
1654	69,20	1218,90	0,00	48,47	1723	0,00	0,00	0,00	15,44	1792	66,60	1211,10	0,00	0,00
1655	67,70	1227,70	0,00	0,00	1724	70,20	1214,90	0,00	87,23	1793	67,70	1412,60	0,00	65,69
1656	67,70	1225,10	0,00	53,98	1725	66,50	1222,80	0,00	0,00	1794	66,60	1213,80	0,00	1,55
1657	68,10	1222,80	0,00	0,18	1726	66,60	1216,00	0,00	68,37	1795	66,60	1213,80	0,00	1,66
1658	66,60	1217,50	0,00	35,86	1727	0,00	0,00	0,00	41,06	1796	66,60	1218,30	0,00	647,88
1659	69,70	1224,90	0,00	6,33	1728	67,70	1213,40	0,00	43,11	1797	66,60	1219,00	0,00	0,02
1660	69,70	1224,90	0,00	6,35	1729	67,70	1213,40	0,00	43,11	1798	66,60	1214,30	0,00	7,10
1661	66,60	1217,70	0,00	152,16	1730	66,60	1210,60	0,00	14,34	1799	68,10	1221,80	0,00	345,48
1662	66,60	1217,70	0,00	153,29	1731	66,60	1210,60	0,00	27,99	1800	0,00	0,00	0,00	55,61
1663	66,60	1215,80	0,00	3,85	1732	66,60	1215,80	0,00	71,89	1801	66,60	1211,10	0,00	0,00
1664	66,60	1218,60	0,00	0,71	1733	66,60	1212,10	0,00	50,81	1802	0,00	0,00	0,00	78,40
1665	66,60	1212,00	0,00	0,00	1734	66,60	1214,40	0,00	6,03	1803	66,60	1211,10	0,00	0,00
1666	0,00	0,00	0,00	0,49	1735	0,00	0,00	0,00	88,84	1804	0,00	0,00	0,00	3,83
1667	69,20	1213,40	0,00	88,91	1736	69,00	1211,20	0,00	1,13	1805	67,60	1222,10	0,00	2110,24
1668	0,00	0,00	0,00	92,35	1737	69,00	1211,20	0,00	1,34	1806	66,60	1211,10	0,00	0,00
1669	66,60	1215,70	0,00	0,77	1738	0,00	0,00	0,00	61,43	1807	69,40	1212,50	0,00	113,28
1670	66,60	1214,50	0,00	22,96	1739	0,00	0,00	0,00	0,00	1808	69,40	1212,20	0,00	116,24
1671	66,60	1218,80	0,00	229,29	1740	66,60	1212,60	0,00	5,94	1809	69,40	1212,20	0,00	121,39



Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
2017	0,00	0,00	0,00	1,88
2018	0,00	0,00	0,00	114,44
2019	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	66,60	1212,10	0,00	0,09
2021	66,60	1215,00	0,00	7,06
2022	70,60	1215,10	0,00	40,73
2023	66,60	1212,20	0,00	35,74
2024	66,60	1212,20	0,00	35,74
2025	0,00	0,00	0,00	21,77
2026	0,00	0,00	0,00	178,75
2027	74,50	1214,20	0,00	0,00
2028	0,00	0,00	0,00	39,04
2029	0,00	0,00	0,00	79,75
2030	0,00	0,00	0,00	0,70
2031	69,40	1212,90	0,00	214,17
2032	69,50	1213,00	0,00	209,97
2033	69,00	1214,00	0,00	18,33
2034	69,00	1214,00	0,00	18,33
2035	66,60	1213,90	0,00	0,60
2036	66,60	1211,80	0,00	0,13
2037	0,00	0,00	0,00	0,03
2038	66,60	1214,20	0,00	0,20
2039	69,40	1213,20	0,00	457,50
2040	69,40	1213,20	0,00	479,71
2041	66,60	1213,00	0,00	0,11
2042	66,60	1210,90	0,00	0,00
2043	66,60	1211,30	0,00	245,92
2044	66,60	1211,30	0,00	313,78
2045	66,60	1211,30	0,00	316,36
2046	66,60	1211,30	0,00	318,40
2047	66,60	1211,30	0,00	318,58
2048	78,00	1212,70	0,00	0,07
2049	78,10	1212,70	0,00	0,03
2050	0,00	0,00	0,00	858,65
2051	66,60	1211,00	0,00	0,50
2052	66,60	1210,80	0,00	0,18
2053	72,30	1214,60	0,00	449,19
2054	72,30	1214,60	0,00	431,51
2055	0,00	0,00	0,00	0,02
2056	0,00	0,00	0,00	0,00
2057	0,00	0,00	0,00	0,00
2058	66,60	1212,10	0,00	0,32
2059	0,00	0,00	0,00	215,57
2060	0,00	0,00	0,00	407,17
2061	74,60	1214,90	0,00	450,84
2062	0,00	0,00	0,00	434,72
2063	0,00	0,00	0,00	92,68
2064	0,00	0,00	0,00	10,51
2065	0,00	0,00	0,00	1,01
2066	68,40	1212,50	0,00	77,18
2067	68,40	1212,50	0,00	77,18
2068	0,00	0,00	0,00	8,36
2069	0,00	0,00	0,00	106,64
2070	66,60	1211,30	0,00	92,67
2071	66,60	1211,30	0,00	92,67
2072	0,00	0,00	0,00	350,39
2073	0,00	0,00	0,00	15,54
2074	0,00	0,00	0,00	138,77
2075	66,60	1216,50	0,00	2,39
2076	66,60	1217,20	0,00	81,95
2077	0,00	0,00	0,00	7,73
2078	67,80	1212,50	0,00	125,33
2079	67,80	1212,10	0,00	125,33
2080	0,00	0,00	0,00	3,73
2081	66,60	1213,50	0,00	4,63
2082	67,70	1211,30	0,00	185,84
2083	67,70	1211,30	0,00	192,05
2084	0,00	0,00	0,00	0,10
2085	0,00	0,00	0,00	64,99

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
2086	0,00	0,00	0,00	125,86
2087	0,00	0,00	0,00	0,08
2088	0,00	0,00	0,00	0,09
2089	66,60	1217,80	0,00	0,69
2090	66,60	1212,20	0,00	33,26
2091	66,60	1212,20	0,00	33,32
2092	66,60	1211,10	0,00	0,00
2093	66,60	1211,10	0,00	0,00
2094	66,60	1211,10	0,00	2,50
2095	66,60	1212,50	0,00	0,00
2096	66,60	1212,20	0,00	13,67
2097	66,60	1212,20	0,00	13,67
2098	68,00	1212,80	0,00	0,02
2099	0,00	0,00	0,00	38,04
2100	0,00	0,00	0,00	145,82
2101	67,80	1212,20	0,00	130,10
2102	69,10	1212,10	0,00	112,56
2103	0,00	0,00	0,00	6,37
2104	0,00	0,00	0,00	0,00
2105	66,60	1211,10	0,00	1846,72
2106	0,00	0,00	0,00	414,28
2107	0,00	0,00	0,00	232,88
2108	0,00	0,00	0,00	98,92
2109	66,60	1211,70	0,00	0,48
2110	0,00	0,00	0,00	0,34
2111	66,60	1212,20	0,00	0,00
2112	66,60	1214,10	0,00	2,23
2113	66,60	1211,10	0,00	80,63
2114	0,00	0,00	0,00	4,45
2115	0,00	0,00	0,00	79,14
2116	0,00	0,00	0,00	5,72
2117	66,60	1210,90	0,00	0,00
2118	66,60	1210,80	0,00	1,40
2119	69,00	1210,90	0,00	9,67
2120	68,80	1211,00	0,00	0,02
2121	66,60	1211,80	0,00	0,00
2122	66,60	1211,10	0,00	0,42
2123	66,60	1211,00	0,00	2,64
2124	66,60	1211,00	0,00	2,46
2125	69,60	1220,40	0,00	51,01
2126	66,60	1211,10	0,00	0,00
2127	66,60	1211,30	0,00	12,58
2128	66,60	1211,30	0,00	12,58
2129	0,00	0,00	0,00	0,00
2130	67,60	1210,60	0,00	208,75
2131	67,60	1211,20	0,00	0,27
2132	66,60	1211,10	0,00	0,00
2133	67,80	1211,30	0,00	74,22
2134	69,10	1240,10	0,00	342,79
2135	67,60	1248,50	0,00	125,88
2136	66,60	1211,20	0,00	0,91
2137	66,60	1220,90	0,00	4,29
2138	67,60	1213,40	0,00	48,77
2139	66,60	1211,70	0,00	0,00
2140	66,60	1211,20	0,00	0,46
2141	66,60	1210,80	0,00	0,44
2142	67,60	1210,10	0,00	0,00
2143	67,60	1215,50	0,00	0,27
2144	66,60	1210,70	0,00	0,01
2145	0,00	0,00	0,00	59,54
2146	66,60	1211,10	0,00	0,00
2147	66,60	1212,10	0,00	0,00
2148	67,60	1210,70	0,00	0,79
2149	66,60	1210,70	0,00	13,05
2150	66,50	1816,60	0,00	585,93
2151	0,00	0,00	0,00	373,09
2152	66,60	1203,80	0,00	0,13
2153	67,60	1212,40	0,00	20,11
2154	66,60	1210,80	0,00	0,18

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
2155	66,60	1211,00	0,00	0,16
2156	0,00	0,00	0,00	55,01
2157	67,60	1212,00	0,00	5,96
2158	66,60	1211,30	0,00	1,79
2159	0,00	0,00	0,00	0,04
2160	66,60	1211,00	0,00	14,35
2161	66,60	1211,00	0,00	14,35
2162	0,00	0,00	0,00	117,60
2163	67,60	1212,20	0,00	48,30
2164	67,60	1212,30	0,00	0,18
2165	66,60	1210,60	0,00	0,00
2166	66,60	1210,60	0,00	0,00
2167	0,00	0,00	0,00	19,22
2168	67,60	1212,60	0,00	11,11
2169	0,00	0,00	0,00	54,02
2170	0,00	0,00	0,00	0,19
2171	0,00	0,00	0,00	0,04
2172	0,00	0,00	0,00	0,17
2173	0,00	0,00	0,00	0,00
2174	68,90	1257,40	0,00	50,20
2175	70,50	1292,20	0,00	390,17
2176	67,60	1211,60	0,00	26,63
2177	67,60	1211,60	0,00	30,83
2178	67,60	1210,70	0,00	0,01
2179	67,60	1211,10	0,00	0,04
2180	67,60	1211,00	0,00	0,36
2181	66,60	1211,10	0,00	11,96
2182	68,90	1676,20	0,00	222,94
2183	69,60	1253,50	0,00	119,35
2184	66,60	1210,80	0,00	1,67
2185	0,00	0,00	0,00	109,57
2186	0,00	0,00	0,00	30,00
2187	66,60	1210,60	0,00	0,94
2188	67,60	1210,30	0,00	55,35
2189	66,60	1249,60	0,00	187,72
2190	68,20	1211,00	0,00	9,34
2191	68,20	1211,00	0,00	11,94
2192	66,60	1211,50	0,00	27,85
2193	67,60	1215,50	0,00	285,77
2194	67,60	1212,80	0,00	241,14
2195	0,00	0,00	0,00	146,25
2196	66,60	1210,80	0,00	0,02
2197	0,00	0,00	0,00	6,99
2198	67,60	1212,30	0,00	46,61
2199	66,60	1207,30	0,00	275,20
2200	0,00	0,00	0,00	419,06
2201	67,60	1384,80	0,00	173,44
2202	66,60	1210,80	0,00	0,11
2203	69,00	1251,10	0,00	1603,87
2204	69,00	1251,10	0,00	1656,69
2205	0,00	0,00	0,00	82,54
2206	69,60	1213,40	0,00	0,20
2207	67,60	1212,00	0,00	3,43
2208	0,00	0,00	0,00	19,36
2209	0,00	0,00	0,00	601,07
2210	67,70	1212,30	0,00	171,19
2211	66,60	1211,80	0,00	0,01
2212	66,60	1210,80	0,00	0,16
2213	0,00	0,00	0,00	88,09
2214	0,00	0,00	0,00	111,74
2215	66,60	1211,50	0,00	0,00
2216	66,60	1211,00	0,00	0,05
2217	66,70	1211,10	0,00	39,91
2218	66,60	1211,20	0,00	5,17
2219	66,60	1211,20	0,00	4,69
2220	67,70	1211,70	0,00	572,92
2221	0,00	0,00	0,00	174,93
2222	0,00	0,00	0,00	2604,65
2223	0,00	0,00	0,00	8,19



2228	66,60	1211,30	0,00	0,03
2229	66,60	1211,40	0,00	0,28
2230	66,70	1210,70	0,00	3,46
2231	66,60	1211,80	0,00	0,12
2232	0,00	0,00	0,00	0,11
2233	0,00	0,00	0,00	0,00
2234	66,60	1211,30	0,00	3,36
2235	66,60	1211,40	0,00	0,00
2236	66,60	1211,00	0,00	0,03
2237	66,60	1210,80	0,00	0,00
2238	0,00	0,00	0,00	0,00

2246	66,60	1211,60	0,00	0,00
2247	66,60	1210,80	0,00	0,02
2248	66,60	1212,40	0,00	1,86
2249	66,60	1210,70	0,00	0,70
2250	0,00	0,00	0,00	0,25
2251	66,60	1210,70	0,00	0,00
2252	0,00	0,00	0,00	3,32
2253	66,60	1210,90	0,00	0,22
2254	66,60	1210,40	0,00	0,00
2255	0,00	0,00	0,00	0,23
2256	0,00	0,00	0,00	0,00
2257	66,60	1211,10	0,00	0,00
2258	67,60	1211,40	0,00	0,67
2259	67,60	1212,00	0,00	4,44
2260	67,60	1212,00	0,00	1,80
2261	66,60	1211,00	0,00	1,07



Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
2638	0,00	0,00	0,00	0,92
2639	67,60	1212,20	0,00	313,11
2640	67,60	1212,20	0,00	313,11
2641	73,70	1211,50	0,00	0,36
2642	73,70	1211,50	0,00	0,36
2643	0,00	0,00	0,00	0,00
2644	66,60	1212,70	0,00	2,13
2645	66,60	1212,60	0,00	5,25
2646	66,60	1211,50	0,00	0,15
2647	66,60	1211,30	0,00	7,85
2648	0,00	0,00	0,00	1,61
2649	66,60	1211,20	0,00	322,83
2650	66,60	1211,10	0,00	0,15
2651	0,00	0,00	0,00	0,23
2652	66,60	1211,10	0,00	0,00
2653	0,00	0,00	0,00	0,19
2654	66,60	1211,80	0,00	1,98
2655	66,60	1218,20	0,00	41,85
2656	66,60	1216,30	0,00	62,40
2657	0,00	0,00	0,00	46,82
2658	75,00	1213,00	0,00	1,69
2659	67,60	1210,70	0,00	0,02
2660	67,60	1210,70	0,00	0,02
2661	66,60	1212,20	0,00	0,88
2662	66,60	1212,20	0,00	0,92
2663	0,00	0,00	0,00	79,10
2664	66,60	1211,10	0,00	0,00
2665	0,00	0,00	0,00	43,65
2666	66,60	1211,10	0,00	0,00
2667	66,60	1211,10	0,00	0,00
2668	0,00	0,00	0,00	0,10
2669	69,00	1211,00	0,00	9,33
2670	68,90	1211,00	0,00	0,02
2671	70,80	1212,00	0,00	0,24
2672	66,60	1211,60	0,00	15,59
2673	65,70	1766,10	0,00	58,23
2674	0,00	0,00	0,00	6,29
2675	66,60	1211,60	0,00	219,86
2676	68,40	1224,00	0,00	0,11
2677	0,00	0,00	0,00	21,02
2678	66,60	1210,80	0,00	0,09
2679	0,00	0,00	0,00	4,05
2680	0,00	0,00	0,00	0,01
2681	0,00	0,00	0,00	0,12
2682	0,00	0,00	0,00	3,11
2683	0,00	0,00	0,00	24,18
2684	0,00	0,00	0,00	2,34
2685	66,70	1213,30	0,00	0,42
2686	66,70	1212,70	0,00	14,28
2687	68,00	1212,00	0,00	1,28
2688	66,90	1213,70	0,00	863,04
2689	65,60	1231,80	0,00	75,11
2690	65,60	1211,40	0,00	0,04
2691	65,70	1211,50	0,00	469,49
2692	65,70	1346,70	0,00	35,85
2693	66,60	1211,80	0,00	37,97
2694	66,60	1211,60	0,00	4,06
2695	65,60	1213,70	0,00	38,38
2696	66,60	1253,40	0,00	5,97
2697	66,70	1258,60	0,00	2,45
2698	66,70	1211,60	0,00	0,25
2699	66,80	1212,80	0,00	0,02
2700	0,00	0,00	0,00	6,72
2701	66,60	1212,30	0,00	0,25
2702	0,00	0,00	0,00	0,01
2703	71,70	1264,60	0,00	218,69
2704	66,60	1212,50	0,00	3,78
2705	67,00	1213,70	0,00	35,06
2706	66,70	1210,90	0,00	0,04

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
2707	66,60	1211,10	0,00	0,00
2708	66,60	1211,30	0,00	0,01
2709	66,60	1212,30	0,00	0,06
2710	66,60	1211,10	0,00	102,06
2711	0,00	0,00	0,00	108,14
2712	0,00	0,00	0,00	2,99
2713	0,00	0,00	0,00	1,13
2714	0,00	0,00	0,00	29,87
2715	0,00	0,00	0,00	0,33
2716	66,60	1211,40	0,00	0,51
2717	0,00	0,00	0,00	1,70
2718	0,00	0,00	0,00	0,68
2719	0,00	0,00	0,00	0,01
2720	0,00	0,00	0,00	16,52
2721	67,90	1251,10	0,00	20,50
2722	66,60	1211,10	0,00	0,00
2723	66,70	1213,00	0,00	4,99
2724	66,70	1212,80	0,00	22,36
2725	66,60	1211,20	0,00	0,00
2726	0,00	0,00	0,00	4,99
2727	66,40	1212,10	0,00	0,09
2728	66,60	1211,10	0,00	0,16
2729	66,60	1212,10	0,00	0,13
2730	0,00	0,00	0,00	0,01
2731	0,00	0,00	0,00	0,00
2732	66,60	1226,30	0,00	0,12
2733	66,70	1210,90	0,00	0,00
2734	0,00	0,00	0,00	3,50
2735	0,00	0,00	0,00	0,41
2736	66,50	1450,90	0,00	250,00
2737	66,70	1211,90	0,00	3,77
2738	65,80	1212,90	0,00	405,04
2739	66,60	1211,10	0,00	0,26
2740	68,00	1211,20	0,00	0,82
2741	0,00	0,00	0,00	0,09
2742	66,60	1212,20	0,00	2,03
2743	66,60	1211,00	0,00	0,23
2744	66,90	1480,80	0,00	6,87
2745	66,70	1212,20	0,00	0,05
2746	66,60	1210,90	0,00	1,10
2747	70,40	1918,30	0,00	49,46
2748	70,10	1432,30	0,00	86,04
2749	0,00	0,00	0,00	1,76
2750	66,70	1337,20	0,00	1,39
2751	66,60	1211,00	0,00	0,00
2752	65,60	1211,00	0,00	1,43
2753	65,50	1352,90	0,00	0,02
2754	68,50	1220,20	0,00	24,71
2755	0,00	0,00	0,00	0,00
2756	65,60	1220,10	0,00	132,94
2757	0,00	0,00	0,00	104,50
2758	0,00	0,00	0,00	10,35
2759	66,90	1211,20	0,00	0,01
2760	66,90	1211,30	0,00	0,55
2761	0,00	0,00	0,00	4,46
2762	65,70	1212,80	0,00	6,01

2763 65,60 02.67 4 4 re f 2129 2402.67 298 4 re f 2427 2402.67 4 4 re f 2431 2402.67 351 4 re f 2742

Cont

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar
3052	66,60	1219,90	0,00	1,84				
3053	0,00	0,00	0,00	88,58				
3054	66,60	1226,50	0,00	0,14				
3055	66,60	1221,90	0,00	5,62				
3056	67,70	1211,80	0,00	0,28				
3057	67,70	1211,80	0,00	0,28				
3058	0,00	0,00	0,00	0,04				
3059	0,00	0,00	0,00	1,10				
3060	0,00	0,00	0,00	0,02				
3061	69,80	1211,50	0,00	358,95				
3062	69,80	1211,50	0,00	358,95				
3063	66,60	1211,10	0,00	0,37				
3064	0,00	0,00	0,00	0,00				
3065	0,00	0,00	0,00	0,06				
3066	66,60	1211,10	0,00	0,01				
3067	66,60	1211,00	0,00	0,02				
3068	66,60	1211,30	0,00	0,02				
3069	0,00	0,00	0,00	182,76				
3070	67,60	1222,70	0,00	12,12				
3071	67,60	1222,70	0,00	12,12				
3072	66,60	1212,90	0,00	109,67				
3073	66,60	1211,50	0,10	1,19				
3074	66,60	1211,50	0,10	1,19				
3075	74,30	1212,20	0,00	363,24				
3076	73,30	1212,20	0,00	367,42				
3077	72,90	1212,30	0,00	357,30				
3078	70,90	1212,30	0,00	502,41				
3079	0,00	0,00	0,00	7,70				
3080	0,00	0,00	0,00	1,21				
3081	0,00	0,00	0,00	0,01				
3082	69,50	1382,20	0,00	1541,41				
3083	69,50	1382,20	0,00	1541,41				
3084	0,00	0,00	0,00	0,00				
3085	0,00	0,00	0,00	1,69				
3086	0,00	0,00	0,00	0,29				
3087	0,00	0,00	0,00	1,43				
3088	0,00	0,00	0,00	5,30				
3089	67,70	1212,00	0,00	4,95				
3090	97,70	1212,00	0,00	4,95				
3091	0,00	0,00	0,00	38,76				
3092	66,60	1210,80	0,00	10,49				
3093	66,60	1210,80	0,00	10,49				
3094	66,60	1210,80	0,00	10,49				
3095	68,00	1212,20	0,00	1,69				
3096	66,60	1210,80	0,00	70,30				
3097	66,60	1210,80	0,00	74,17				
3098	66,60	1210,80	0,00	78,05				
3099	66,60	1212,20	0,00	21,50				
3100	66,60	1212,20	0,00	21,50				
3101	66,60	1212,20	0,00	21,50				
3102	68,00	1210,80	0,00	0,34				
3103	66,60	1212,20	0,00	66,04				
3104	66,60	1212,20	0,00	70,67				
3105	66,60	1212,20	0,00	71,11				
3106	66,60	1212,20	0,00	46,49				
3107	66,60	1212,20	0,00	49,65				
3108	66,60	1211,10	0,00	124,38				
3109	0,00	0,00	0,00	0,00				
3110	0,00	0,00	0,00	9,89				
3111	0,00	0,00	0,00	0,00				
3112	0,00	0,00	0,00	147,27				
3113	0,00	0,00	0,00	19,95				
3114	66,60	1211,10	0,00	19,95				
3115	66,60	1211,80	0,00	611,77				
3116	66,60	1211,80	0,00	611,77				
3117	66,60	1211,80	0,00	611,77				
3118	66,60	1212,20	0,00	847,68				
3119	66,60	1212,20	0,00	847,68				
3120	68,50	1211,60	0,00	144,68				

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
3259	67,80	1211,00	0,00	0,06
3260	67,80	1211,00	0,00	0,06
3261	66,60	1212,40	0,00	130,14
3262	66,60	1212,40	0,00	130,14
3263	70,50	1547,90	0,00	108,62
3264	70,50	1519,50	0,00	25,95
3265	0,00	0,00	0,00	0,36
3266	66,60	1208,80	0,00	4,14
3267	69,70	1218,80	0,00	27,13
3268	67,70	1326,90	0,00	91,56
3269	67,70	1326,90	0,00	91,69
3270	66,60	1212,70	0,00	2811,55
3271	0,00	0,00	0,00	101,06
3272	66,60	1263,40	0,00	429,15
3273	0,00	0,00	0,00	3,41
3274	66,60	1587,60	0,00	9,42
3275	0,00	0,00	0,00	86,42
3276	0,00	0,00	0,00	80,49
3277	0,00	0,00	0,00	445,61
3278	66,60	1213,40	0,00	0,07
3279	0,00	0,00	0,00	0,02
3280	0,00	0,00	0,00	0,00
3281	0,00	0,00	0,00	199,72
3282	66,60	1213,20	0,00	23,13
3283	66,60	1211,30	0,00	0,61
3284	66,60	1211,30	0,00	0,61
3285	0,00	0,00	0,00	98,74
3286	0,00	0,00	0,00	190,00
3287	66,60	1212,60	0,00	44,38
3288	66,60	1210,20	0,00	1,23
3289	70,10	1292,20	0,00	90,45
3290	0,00	0,00	0,00	1,01
3291	0,00	0,00	0,00	2,13
3292	66,60	1210,90	0,00	10,58
3293	0,00	0,00	0,00	117,65
3294	66,60	1211,50	0,00	2,21
3295	68,80	1211,40	0,00	74,03
3296	66,60	1211,30	0,00	529,85
3297	66,60	1211,20	0,00	312,32
3298	67,60	1254,80	0,00	462,65
3299	67,60	1257,50	0,00	938,28
3300	0,00	0,00	0,00	820,13
3301	66,60	1211,60	0,00	191,36
3302	0,00	0,00	0,00	0,00
3303	0,00	0,00	0,00	40,42
3304	0,00	0,00		

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
3466	0,00	0,00	0,00	67,21	3535	66,60	1211,10	0,00	58,98	3604	0,00	0,00	0,00	0,00
3467	0,00	0,00	0,00	22,22	3536	0,00	0,00	0,00	0,30	3605	0,00	0,00	0,00	0,00
3468	66,60	1210,80	0,00	4,57	3537	0,00	0,00	0,00	0,06	3606	0,00	0,00	0,00	0,00
3469	0,00	0,00	0,00	5,41	3538	66,60	1211,10	0,00	79,76	3607	0,00	0,00	0,00	0,00
3470	66,60	1211,90	0,00	2,98	3539	0,00	0,00	0,00	0,00	3608	0,00	0,00	0,00	0,00
3471	0,00	0,00	0,00	14,33	3540	0,00	0,00	0,00	0,00	3609	66,60	1211,10	0,00	0,00
3472	0,00	0,00	0,00	26,85	3541	0,00	0,00	0,00	0,00	3610	0,00	0,00	0,00	0,00
3473	0,00	0,00	0,00	4,94	3542	0,00	0,00	0,00	0,00	3611	0,00	0,00	0,00	0,00
3474	70,60	1211,00	0,00	44,09	3543	0,00	0,00	0,00	0,49	3612	0,00	0,00	0,00	0,00
3475	0,00	0,00	0,00	0,86	3544	0,00	0,00	0,00	0,00	3613	0,00	0,00	0,00	0,00
3476	66,60	1210,80	0,00	27,60	3545	0,00	0,00	0,00	54,43	3614	0,00	0,00	0,00	0,00
3477	73,10	1212,20	0,00	20,47	3546	66,60	1211,10	0,00	0,54	3615	0,00	0,00	0,00	0,00
3478	0,00	0,00	0,00	2,84	3547	0,00	0,00	0,00	0,00	3616	0,00	0,00	0,00	0,00
3479	0,00	0,00	0,00	8,65	3548	68,90	1212,00	0,00	1669,26	3617	0,00	0,00	0,00	0,08
3480	0,00	0,00	0,00	31,16	3549	68,90	1212,00	0,00	1689,48	3618	0,00	0,00	0,00	0,00
3481	0,00	0,00	0,00	0,59	3550	68,40	1211,80	0,00	1434,48	3619	0,00	0,00	0,00	0,00
3482	0,00	0,00	0,00	0,00	3551	68,40	1211,80	0,00	1440,60	3620	0,00	0,00	0,00	0,00
3483	0,00	0,00	0,00	0,02	3552	66,60	1211,70	0,00	1761,74	3621	0,00	0,00	0,00	0,00
3484	0,00	0,00	0,00	0,02	3553	66,60	1211,70	0,00	1780,24	3622	66,60	1211,10	0,00	0,00
3485	0,00	0,00	0,00	7,78	3554	66,60	1211,70	0,00	1780,24	3623	0,00	0,00	0,00	0,36
3486	0,00	0,00	0,00	14,84	3555	0,00	0,00	0,00	1749,06	3624	0,00	0,00	0,00	0,03
3487	0,00	0,00	0,00	2,23	3556	66,60	1212,20	0,00	452,71	3625	0,00	0,00	0,00	0,00
3488	0,00	0,00	0,00	0,00	3557	66,60	1212,20	0,00	452,71	3626	66,60	1211,10	0,00	0,00
3489	0,00	0,00	0,00	0,13	3558	66,60	1212,20	0,00	468,02	3627	0,00	0,00	0,00	0,00
3490	0,00	0,00	0,00	0,12	3559	68,90	1211,10	0,00	672,40	3628	0,00	0,00	0,00	0,00
3491	0,00	0,00	0,00	6,43	3560	68,90	1211,10	0,00	672,40	3629	0,00	0,00	0,00	0,00
3492	0,00	0,00	0,00	35,84	3561	68,90	1211,10	0,00	672,40	3630	0,00	0,00	0,00	0,00
3493	0,00	0,00	0,00	0,07	3562	66,60	1210,90	0,00	4,52	3631	0,00	0,00	0,00	0,04
3494	0,00	0,00	0,00	91,05	3563	66,60	1210,90	0,00	4,51	3632	0,00	0,00	0,00	0,00
3495	66,80	1210,80	0,00	92,45	3564	66,60	1211,10	0,00	3,27	3633	0,00	0,00	0,00	0,00
3496	0,00	0,00	0,00	1,91	3565	67,90	1212,30	0,00	1074,44	3634	0,00	0,00	0,00	0,00
3497	0,00	0,00	0,00	0,43	3566	67,90	1212,30	0,00	1097,70	3635	0,00	0,00	0,00	0,00
3498	0,00	0,00	0,00	0,11	3567	0,00	0,00	0,00	725,00	3636	0,00	0,00	0,00	0,00
3499	0,00	0,00	0,00	0,32	3568	69,30	1212,30	0,00	960,40	3637	0,00	0,00	0,00	0,00
3500	0,00	0,00	0,00	0,00	3569	69,30	1212,30	0,00	960,40	3638	0,00	0,00	0,00	0,00
3501	73,00	1211,10	0,00	1,23	3570	69,30	1212,30	0,00	960,40	3639	0,00	0,00	0,00	0,00
3502	66,60	1210,80	0,00	10,25	3571	66,60	1212,30	0,00	272,54	3640	0,00	0,00	0,00	0,00
3503	0,00	0,00	0,00	0,00	3572	66,60	1212,30	0,00	272,54	3641	0,00	0,00	0,00	0,00
3504	66,60	1211,10	0,00	0,00	3573	0,00	0,00	0,00	2606,62	3642	0,00	0,00	0,00	0,00
3505	0,00	0,00	0,00	0,00	3574	0,00	0,00	0,00	0,00	3643	66,60	1211,10	0,00	0,00
3506	66,60	1211,10	0,00	0,00	3575	0,00	0,00	0,00	0,00	3644	0,00	0,00	0,00	0,00
3507	67,20	1212,30	0,00	41,32	3576	0,00	0,00	0,00	0,00	3645	0,00	0,00	0,00	0,00
3508	0,00	0,00	0,00	0,00	3577	0,00	0,00	0,00	0,05	3646	0,00	0,00	0,00	0,00
3509	0,00	0,00	0,00	0,00	3578	66,60	1211,10	0,00	0,01	3647	66,60	1211,10	0,00	0,00
3510	0,00	0,00	0,00	0,00	3579	0,00	0,00	0,00	336,20	3648	0,00	0,00	0,00	0,06
3511	0,00	0,00	0,00	0,00	3580	66,60	1211,10	0,00	0,00	3649	0,00	0,00	0,00	0,00
3512	0,00	0,00	0,00	0,00	3581	0,00	0,00	0,00	336,20	3650	0,00	0,00	0,00	0,00
3513	0,00	0,00	0,00	0,00	3582	0,00	0,00	0,00	19,93	3651	0,00	0,00	0,00	13,96
3514	0,00	0,00	0,00	0,00	3583	0,00	0,00	0,00	8,25	3652	0,00	0,00	0,00	7,37
3515	0,00	0,00	0,00	0,00	3584	0,00	0,00	0,00	0,00	3653	0,00	0,00	0,00	0,00
3516	0,00	0,00	0,00	0,00	3585	0,00	0,00	0,00	0,00	3654	0,00	0,00	0,00	0,00
3517	0,00	0,00	0,00	0,00	3586	0,00	0,00	0,00	28,28	3655	0,00	0,00	0,00	0,00
3518	0,00	0,00	0,00	0,00	3587	0,00	0,00	0,00	0,00	3656	66,60	1211,10	0,00	0,00
3519	0,00	0,00	0,00	0,00	3588	0,00	0,00	0,00	0,08	3657	0,00	0,00	0,00	0,00
3520	0,00	0,00	0,00	0,00	3589	0,00	0,00	0,00	0,00	3658	0,00	0,00	0,00	0,00
3521	0,00	0,00	0,00	0,00	3590	0,00	0,00	0,00	0,00	3659	0,00	0,00	0,00	0,00
3522	0,00	0,00	0,00	0,00	3591	0,00	0,00	0,00	0,00	3660	0,00	0,00	0,00	0,00
3523	0,00	0,00	0,00	0,00	3592	0,00	0,00	0,00	0,00	3661	0,00	0,00	0,00	0,00
3524	0,00	0,00	0,00	0,00	3593	0,00	0,00	0,00	0,00	3662	0,00	0,00	0,00	0,00
3525	0,00	0,00	0,00	0,00	3594	0,00	0,00	0,00	0,00	3663	0,00	0,00	0,00	0,00
3526	0,00	0,00	0,00	0,00	3595	0,00	0,00	0,00	0,00	3664	0,00	0,00	0,00	0,00
3527	0,00	0,00	0,00	0,00	3596	0,00	0,00	0,00	0,00	3665	0,00	0,00	0,00	0,00
3528	66,60	1217,20	0,00	0,07	3597	0,00	0,00	0,00	0,00	3666	0,00	0,00	0,00	0,00
3529	0,00	0,00	0,00	0,00	3598	0,00	0,00	0,00	0,00	3667	0,00	0,00	0,00	0,00
3530	0,00	0,00	0,00	0,88	3599	0,00	0,00	0,00	0,00	3668	66,60	1211,10	0,00	0,00
3531	0,00	0,00	0,00	1,84	3600	0,00	0,00	0,00	0,01	3669	0,00	0,00	0,00	0,00
3532	0,00	0,00	0,00	0,00	3601	0,00	0,00	0,00	0,00	3670	0,00	0,00	0,00	0,00
3533	0,00	0,00	0,00	0,50	3602	0,00	0,00	0,00	0,00	3671	0,00	0,00	0,00	23,61
3534	0,00	0,00	0,00	0,97	3603	0,00	0,00	0,00	0,00	3672	0,00	0,00	0,00	0,00

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
3673	0,00	0,00	0,00	0,00	3742	0,00	0,00	0,00	78,49	3811	0,00	0,00	0,00	0,00
3674	0,00	0,00	0,00	0,09	3743	66,60	1212,70	0,00	0,00	3812	0,00	0,00	0,00	0,00
3675	0,00	0,00	0,00	0,00	3744	66,60	1211,10	0,00	0,00	3813	0,00	0,00	0,00	0,00
3676	66,60	1211,10	0,00	0,00	3745	69,10	1237,10	0,00	52,39	3814	0,00	0,00	0,00	321,82
3677	0,00	0,00	0,00	0,00	3746	0,00	0,00	0,00	52,45	3815	0,00	0,00	0,00	256,18
3678	0,00	0,00	0,00	0,00	3747	0,00	0,00	0,00	7,59	3816	0,00	0,00	0,00	137,25
3679	0,00	0,00	0,00	0,00	3748	0,00	0,00	0,00	19,88	3817	0,00	0,00	0,00	0,00
3680	0,00	0,00	0,00	0,00	3749	0,00	0,00	0,00	6,33	3818	0,00	0,00	0,00	3373,58
3681	0,00	0,00	0,00	0,00	3750	0,00	0,00	0,00	273,88	3819	0,00	0,00	0,00	2,38
3682	0,00	0,00	0,00	0,00	3751	0,00	0,00	0,00	0,00	3820	0,00	0,00	0,00	154,84
3683	0,00	0,00	0,00	0,00	3752	66,60	1211,10	0,00	0,00	3821	66,60	1210,70	0,00	60,96
3684	0,00	0,00	0,00	0,00	3753	66,60	1211,10	0,00	237,02	3822	0,00	0,00	0,00	34,24
3685	0,00	0,00	0,00	0,00	3754	0,00	0,00	0,00	0,00	3823	0,00	0,00	0,00	38,22
3686	0,00	0,00	0,00	0,00	3755	66,60	1212,20	0,00	0,00	3824	66,60	1210,80	0,00	0,01
3687	0,00	0,00	0,00	0,00	3756	66,60	1212,20	0,00	0,00	3825	66,60	1210,70	0,00	2,38
3688	0,00	0,00	0,00	241,98	3757	66,60	1211,10	0,00	0,00	3826	0,00	0,00	0,00	6,74
3689	67,70	1211,00	0,00	5,05	3758	66,60	1211,10	0,00	237,02	3827	66,60	1211,10	0,00	0,00
3690	66,60	1210,60	0,00	0,75	3759	66,60	1211,10	0,00	0,00	3828	0,00	0,00	0,00	274,91
3691	67,60	1211,60	0,00	0,07	3760	0,00	0,00	0,00	27,99	3829	0,00	0,00	0,00	247,02
3692	0,00	0,00	0,00	0,00	3761	0,00	0,00	0,00	27,99	3830	0,00	0,00	0,00	53,98
3693	68,10	1212,80	0,00	8,49	3762	0,00	0,00	0,00	0,00	3831	0,00	0,00	0,00	0,03
3694	68,10	1212,80	0,00	8,49	3763	66,60	1211,10	0,00	0,00	3832	0,00	0,00	0,00	7,16
3695	0,00	0,00	0,00	18,17	3764	66,60	1211,10	0,00	0,00	3833	0,00	0,00	0,00	3,72
3696	0,00	0,00	0,00	24,50	3765	66,60	1211,10	0,00	0,00	3834	0,00	0,00	0,00	1269,60
3697	66,60	1211,10	0,00	0,00	3766	66,60	1211,10	0,00	0,00	3835	0,00	0,00	0,00	49,13
3698	66,60	1211,10	0,00	0,00	3767	66,60	1211,10	0,00	0,00	3836	63,60	1210,40	0,00	1,10
3699	66,60	1211,10	0,00	0,00	3768	66,60	1211,10	0,00	0,00	3837	0,00	0,00	0,00	50,88
3700	0,00	0,00	0,00	147,45	3769	66,60	1211,10	0,00	0,00	3838	0,00	0,00	0,00	65,62
3701	0,00	0,00	0,00	0,00	3770	66,60	1211,10	0,00	0,00	3839	66,60	1210,70	0,00	1,34
3702	66,60	1211,10	0,00	0,00	3771	66,60	1210,90	0,00	0,01	3840	66,60	1210,80	0,00	2,32
3703	66,60	1210,40	0,00	0,01	3772	66,60	1210,90	0,00	0,01	3841	0,00	0,00	0,00	255,15
3704	66,60	1214,60	0,00	0,35	3773	67,70	1212,70	0,00	0,05	3842	0,00	0,00	0,00	0,01
3705	66,60	1210,40	0,00	0,01	3774	66,60	1211,10	0,00	0,00	3843	67,60	1323,90	0,00	549,90
3706	66,60	1210,40	0,00	0,22	3775	67,60	1229,00	0,00	927,61	3844	66,60	1211,20	0,00	0,00
3707	0,00	0,00	0,00	0,00	3776	66,60	1226,00	0,00	972,89	3845	66,60	1211,40	0,00	0,00
3708	66,60	1210,80	0,00	0,00	3777	0,00	0,00	0,00	45,33	3846	0,00	0,00	0,00	0,06
3709	0,00	0,00	0,00	0,05	3778	0,00	0,00	0,00	0,00	3847	0,00	0,00	0,00	245,76
3710	66,60	1210,80	0,00	0,00	3779	0,00	0,00	0,00	247,90	3848	0,00	0,00	0,00	303,26
3711	0,00	0,00	0,00	0,65	3780	66,60	1211,10	0,00	0,00	3849	0,00	0,00	0,00	248,54
3712	66,60	1211,20	0,00	60,35	3781	66,60	1250,50	0,00	613,04	3850	0,00	0,00	0,00	0,12
3713	66,60	1212,00	0,00	0,44	3782	66,60	1216,70	0,00	174,02	3851	66,60	1211,40	0,00	311,55
3714	66,60	1210,80	0,00	0,07	3783	0,00	0,00	0,00	201,59	3852	0,00	0,00	0,00	0,00
3715	66,60	1210,70	0,00	0,57	3784	0,00	0,00	0,00	0,35	3853	0,00	0,00	0,00	327,02
3716	66,60	1211,60	0,00	0,02	3785	66,60	1225,40	0,00	458,42	3854	0,00	0,00	0,00	86,40
3717	66,60	1210,80	0,00	0,23	3786	0,00	0,00	0,00	478,82	3855	0,00	0,00	0,00	423,36
3718	66,60	1210,50	0,00	34,50	3787	0,00	0,00	0,00	158,89	3856	0,00	0,00	0,00	155,71
3719	66,60	1210,10	0,00	3,90	3788	67,60	1225,10	0,00	598,33	3857	0,00	0,00	0,00	0,47
3720	66,60	1212,00	0,00	15,67	3789	0,00	0,00	0,00	118,13	3858	0,00	0,00	0,00	16,16
3721	71,90	1214,60	0,00	0,00	3790	66,60	1211,20	0,00	15,47	3859	0,00	0,00	0,00	248,89
3722	66,60	1211,10	0,00	0,00	3791	66,60	1211,40	0,00	14,35	3860	0,00	0,00	0,00	2,78
3723	70,90	1212,50	0,00	0,00	3792	67,80	1224,00	0,00	1706,34	3861	0,00	0,00	0,00	323,79
3724	0,00	0,00	0,00	0,00	3793	67,80	1224,00	0,00	1706,34	3862	66,60	1210,70	0,00	0,29
3725	0,00	0,00	0,00	0,19	3794	0,00	0,00	0,00	0,25	3863	66,60	1210,70	0,00	0,29
3726	0,00	0,00	0,00	16,01	3795	0,00	0,00	0,00	0,00	3864	0,00	0,00	0,00	435,12
3727	68,70	1232,40	0,00	0,60	3796	66,60	1211,10	0,00	0,00	3865	0,00	0,00	0,00	455,12
3728	66,60	1210,70	0,00	1,24	3797	66,60	1211,10	0,00	0,00	3866	0,00	0,00	0,00	435,12
3729	67,60	1214,20	0,00	1,82	3798	66,60	1210,70	0,00	4,30	3867	0,00	0,00	0,00	530,16
3730	66,60	1210,70	0,00	0,00	3799	66,60	1210,70	0,00	4,27	3868	0,00	0,00	0,00	18,84
3731	66,60	1210,90	0,00	0,00	3800	66,60	1210,70	0,00	4,29	3869	0,00	0,00	0,00	576,24
3732	66,60	1210,70	0,00	0,33	3801	0,00	0,00	0,00	21,01	3870	0,00	0,00	0,00	423,36
3733	66,60	1210,80	0,00	2,66	3802	66,70	1210,80	0,00	0,00	3871	0,00	0,00	0,00	443,76
3734	67,60	1210,50	0,00	20,02	3803	66,70	1210,80	0,00	0,00	3872	66,60	1210,80	0,00	2,90
3735	67,60	1210,50	0,00	20,10	3804	66,70	1210,80	0,00	0,00	3873	0,00	0,00	0,00	0,11
3736	66,60	1211,10	0,00	0,10	3805	66,60	1211,60	0,00	1591,98	3874	0,00	0,00	0,00	311,18
3737	66,60	1211,40	0,00	7,38	3806	66,60	1210,80	0,00	0,21	3875	0,00	0,00	0,00	503,61
3738	66,60	1212,10	0,00	0,01	3807	66,60	1210,80	0,00	0,06	3876	0,00	0,00	0,00	400,08
3739	66,60	1211,10	0,00	0,03	3808	66,60	1210,80	0,00	0,06	3877	66,60	1210,70	0,00	0,52
3740	0,00	0,00	0,00	128,44	3809	0,00	0,00	0,00	534,82	3878	0,00	0,00	0,00	77,62
3741	0,00	0,00	0,00	561,05	3810	0,00	0,00	0,00	424,45	3879	66,60	1210,70	0,00	0,02



Cont

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
4086	66,60	1210,70	0,00	0,26	4155	66,60	1210,60	0,00	2,59	4224	66,60	1211,10	0,00	0,00
4087	66,60	1210,80	0,00	4,12	4156	69,20	1211,50	0,00	258,33	4225	0,00	0,00	0,00	0,01
4088	66,60	1210,80	0,00	4,75	4157	69,20	1211,50	0,00	321,44	4226	66,60	1211,10	0,00	0,00
4089	66,60	1210,70	0,00	0,52	4158	69,20	1211,50	0,00	324,97	4227	66,60	1210,80	0,00	0,00
4090	66,60	1210,80	0,00	5,26	4159	66,60	1210,90	0,00	0,69	4228	66,60	1210,80	0,00	0,00
4091	66,60	1210,80	0,00	5,05	4160	66,60	1212,20	0,00	148,91	4229	66,60	1211,10	0,00	0,00
4092	66,60	1210,80	0,00	7,16	4161	66,60	1212,20	0,00	151,62	4230	66,60	1211,10	0,00	0,15
4093	66,60	1210,80	0,00	93,96	4162	66,60	1212,20	0,00	225,99	4231	66,60	1209,50	0,00	145,61
4094	0,00	0,00	0,00	0,00	4163	66,60	1212,20	0,00	225,99	4232	66,60	1210,00	0,00	405,23
4095	0,00	0,00	0,00	0,00	4164	66,60	1212,20	0,00	236,82	4233	66,60	1212,30	0,00	4,81
4096	66,60	1211,10	0,00	0,00	4165	69,90	1212,20	0,00	598,54	4234	66,60	1212,30	0,00	6,99
4097	66,60	1211,10	0,00	0,00	4166	69,90	1212,20	0,00	599,98	4235	66,60	1213,90	0,00	13,34
4098	66,60	1211,10	0,00	0,00	4167	0,00	0,00	0,00	488,43	4236	68,90	1210,80	0,00	421,75
4099	69,00	1210,60	0,00	206,80	4168	0,00	0,00	0,00	0,00	4237	68,90	1211,20	0,00	424,40
4100	69,00	1210,60	0,00	214,43	4169	66,60	1211,00	0,00	237,04	4238	66,60	1211,10	0,00	83,20
4101	69,00	1210,60	0,00	214,43	4170	66,60	1211,00	0,00	237,04	4239	66,60	1211,10	0,00	110,88
4102	69,00	1210,60	0,00	238,96	4171	66,60	1211,10	0,00	0,00	4240	0,00	0,00	0,00	0,00
4103	0,00	0,00	0,00	73,22	4172	66,60	1211,00	0,00	25,54	4241	66,60	1213,20	0,10	9,49
4104	0,00	0,00	0,00	138,60	4173	66,60	1211,20	0,00	18,34	4242	66,60	1210,70	0,00	38,81
4105	66,60	1211,10	0,00	0,00	4174	0,00	0,00	0,00	0,00	4243	66,60	1210,70	0,00	412,50
4106	66,60	1211,10	0,00	0,00	4175	70,30	1210,80	0,00	210,92	4244	66,60	1210,70	0,00	456,25
4107	66,60	1211,10	0,00	0,00	4176	70,30	1210,80	0,00	214,96	4245	66,60	1210,20	0,00	11,92
4108	66,60	1211,10	0,00	0,00	4177	70,30	1210,80	0,00	216,81	4246	66,60	1210,80	0,00	66,30
4109	66,60	1212,20	0,00	75,50	4178	70,30	1210,80	0,00	219,00	4247	66,60	1210,80	0,00	66,41
4110	66,60	1212,20	0,00	78,89	4179	66,60	1210,10	0,00	24,31	4248	66,60	1209,00	0,00	4,19
4111	0,00	0,00	0,00	20,84	4180	0,00	0,00	0,00	116,28	4249	66,60	1211,10	0,00	0,00
4112	0,00	0,00	0,00	35,90	4181	66,60	1213,50	0,00	29,08	4250	66,60	1211,10	0,00	0,00
4113	66,60	1210,80	0,00	0,01	4182	0,00	0,00	0,00	919,83	4251	0,00	0,00	0,00	0,00
4114	66,60	1211,10	0,00	0,00	4183	66,60	1212,50	0,00	43,23	4252	66,60	1210,90	0,00	87,34
4115	66,60	1211,10	0,00	0,00	4184	66,60	1210,70	0,00	337,85	4253	66,60	1210,90	0,00	130,71
4116	66,60	1210,60	0,00	0,05	4185	66,60	1210,70	0,00	150,98	4254	66,60	1210,90	0,00	131,32
4117	66,60	1211,10	0,00	74,71	4186	66,60	1210,70	0,00	0,20	4255	66,60	1210,90	0,00	131,42
4118	66,60	1211,10	0,00	74,71	4187	66,60	1210,70	0,00	3,96	4256	66,60	1211,00	0,00	0,09
4119	70,80	1210,60	0,00	270,13	4188	66,60	1210,70	0,00	32,17	4257	66,60	1210,70	0,00	0,11
4120	70,80	1210,60	0,00	293,89	4189	0,00	0,00	0,00	0,00	4258	66,60	1211,10	0,00	0,00
4121	70,80	1210,60	0,00	295,12	4190	66,60	1211,10	0,00	0,00	4259	66,60	1211,10	0,00	0,00
4122	70,80	1210,60	0,00	296,96	4191	66,60	1210,70	0,00	56,66	4260	66,60	1212,20	0,00	0,10
4123	66,60	1210,80	0,00	19,22	4192	66,60	1210,70	0,00	58,95	4261	66,60	1212,20	0,00	0,11
4124	66,60	1211,10	0,00	0,00	4193	66,60	1210,70	0,00	39,00	4262	66,60	1211,10	0,00	0,00
4125	66,60	1211,10	0,00	0,00	4194	66,60	1210,70	0,00	40,72	4263	66,60	1211,10	0,00	0,00
4126	66,60	1211,10	0,00	0,00	4195	66,60	1210,70	0,00	1,61	4264	66,60	1210,40	0,00	2,29
4127	66,60	1211,10	0,00	0,00	4196	66,60	1210,70	0,00	1,62	4265	66,60	1210,40	0,00	2,29
4128	69,40	1210,60	0,00	198,89	4197	66,60	1210,70	0,00	0,66	4266	66,60	1210,10	0,00	0,00
4129	69,40	1210,60	0,00	201,16	4198	66,60	1210,70	0,00	0,66	4267	66,60	1210,10	0,00	0,00
4130	66,60	1210,60	0,00	12,85	4199	69,70	1210,70	0,00	166,98	4268	66,60	1211,20	0,00	0,43
4131	66,60	1210,60	0,00	13,07	4200	69,70	1210,70	0,00	173,23	4269	66,60	1211,20	0,00	0,43
4132	66,60	1210,60	0,00	13,09	4201	69,70	1210,70	0,00	173,36	4270	66,60	1211,50	0,00	0,08
4133	66,60	1210,60	0,00	3,10	4202	66,60	1210,80	0,00	7,72	4271	66,60	1211,50	0,00	0,08
4134	0,00	0,00	0,00	0,00	4203	66,60	1210,80	0,00	8,37	4272	66,60	1212,20	0,00	33,51
4135	66,60	1211,10	0,00	0,00	4204	69,50	1210,70	0,00	485,11	4273	66,60	1212,20	0,00	44,56
4136	0,00	0,00	0,00	0,00	4205	69,50	1210,70	0,00	486,38	4274	66,60	1212,20	0,00	47,79
4137	66,60	1210,70	0,00	121,29	4206	66,60	1211,10	0,00	20,57	4275	66,60	1210,70	0,00	3,79
4138	66,60	1210,70	0,00	125,61	4207	66,60	1211,10	0,00	20,57	4276	66,60	1210,70	0,00	4,50
4139	66,60	1210,70	0,00	126,13	4208	66,60	1211,10	0,00	36,32	4277	66,60	1211,10	0,00	0,00
4140	66,60	1210,70	0,00	127,68	4209	67,90	1212,20	0,00	228,15	4278	0,00	0,00	0,00	0,00
4141	66,60	1211,10	0,00	0,00	4210	67,90	1212,20	0,00	253,42	4279	66,60	1212,20	0,00	5,30
4142	66,60	1211,10	0,00	0,00	4211	66,60	1212,90	0,00	72,77	4280	66,60	1210,90	0,00	85,36
4143	66,60	1210,70	0,00	96,05	4212	66,60	1212,60	0,00	1,43	4281	66,60	1210,90	0,00	85,49
4144	66,60	1210,70	0,00	101,15	4213	0,00	0,00	0,00	0,00	4282	66,60	1210,90	0,00	85,70
4145	66,60	1210,70	0,00	109,06	4214	66,60	1210,80	0,00	70,96	4283	66,60	1210,90	0,00	87,82
4146	66,60	1211,00	0,00	29,77	4215	66,60	1210,80	0,00	70,96	4284	0,00	0,00	0,00	2206,11
4147	66,60	1212,70	0,00	39,86	4216	66,60	1213,30	0,00	746,50	4285	0,00	0,00	0,00	357,12
4148	0,00	0,00	0,00	0,00	4217	66,60	1213,30	0,00	1090,50	4286	0,00	0,00	0,00	0,06
4149	66,60	1211,10	0,00	359,56	4218	0,00	0,00	0,00	210,24	4287	66,60	1213,60	0,00	2,96
4150	66,60	1211,10	0,00	359,56	4219	66,60	1215,10	0,00	115,05	4288	66,60	1211,60	0,00	256,88
4151	66,60	1211,10	0,00	575,87	4220	66,60	1211,10	0,00	0,00	4289	0,00	0,00	0,00	76,18
4152	66,60	1212,10	0,00	156,04	4221	66,60	1212,20	0,00	48,22	4290	66,60	1211,60	0,00	255,26
4153	66,60	1210,60	0,00	1,75	4222	66,60	1212,20	0,00	81,55	4291	66,60	1211,70	0,00	0,11
4154	66,60	1210,70	0,00	0,56	4223	66,60	1212,20	0,00	84,94	4292	66,60	1211,70	0,00	0,11

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
4293	66,60	1212,80	0,00	1,31	4362	66,60	1300,50	0,00	27,80	4431	66,60	1211,10	0,00	0,00
4294	66,60	1211,60	0,00	10,74	4363	0,00	0,00	0,00	0,00	4432	69,00	1210,60	0,00	139,55
4295	66,60	1211,10	0,00	0,00	4364	66,60	1211,10	0,00	0,00	4433	69,00	1210,60	0,00	148,01
4296	66,60	1211,60	0,00	10,68	4365	67,70	1215,40	0,00	0,41	4434	66,60	1210,70	0,00	0,18
4297	66,60	1211,10	0,00	0,00	4366	67,70	1215,40	0,00	0,41	4435	66,60	1210,70	0,00	0,18
4298	66,60	1212,90	0,00	0,77	4367	69,10	1212,90	0,00	102,80	4436	66,60	1210,10	0,00	61,68
4299	0,00	0,00	0,00	29,28	4368	69,10	1212,90	0,00	102,80	4437	69,30	1212,20	0,00	488,43
4300	66,60	1210,90	0,00	85,22	4369	69,10	1212,90	0,00	106,16	4438	69,30	1212,20	0,00	495,72
4301	66,60	1210,90	0,00	84,88	4370	0,00	0,00	0,00	170,44	4439	69,30	1212,20	0,00	497,91
4302	66,60	1217,70	0,00	203,88	4371	0,00	0,00	0,00	407,48	4440	69,00	1210,60	0,00	0,01
4303	66,60	1212,20	0,00	182,94	4372	0,00	0,00	0,00	11,15	4441	66,60	1211,10	0,00	0,00
4304	66,60	1212,20	0,00	191,90	4373	66,60	1241,80	0,00	9,36	4442	69,00	1210,60	0,00	0,04
4305	66,60	1212,20	0,00	199,41	4374	0,00	0,00	0,00	2,94	4443	66,60	1211,10	0,00	0,00
4306	66,60	1211,10	0,00	0,00	4375	67,60	1211,00	0,00	177,50	4444	66,60	1208,80	0,00	111,13
4307	66,60	1210,90	0,00	0,04	4376	67,60	1211,00	0,00	358,99	4445	66,60	1664,10	0,00	2,54
4308	66,60	1211,10	0,00	0,00	4377	0,00	0,00	0,00	110,55	4446	0,00	0,00	0,00	0,01
4309	66,60	1220,50	0,00	0,01	4378	66,60	1215,30	0,00	10,87	4447	69,10	1210,70	0,00	166,59
4310	66,60	1211,10	0,00	0,00	4379	66,60	1211,70	0,00	28,75	4448	69,10	1210,70	0,00	168,96
4311	66,60	1213,80	0,00	66,05	4380	66,60	1213,90	0,00	10,62	4449	69,10	1210,70	0,00	181,42
4312	66,60	1212,20	0,00	1,42	4381	66,60	1213,90	0,00	10,86	4450	0,00	0,00	0,00	0,00
4313	66,60	1212,20	0,00	1,42	4382	66,60	1213,30	0,00	16,91	4451	0,00	0,00	0,00	46,48
4314	69,10	1212,70	0,00	148,95	4383	66,60	1214,60	0,00	132,25	4452	66,60	1212,70	0,00	187,22
4315	69,10	1212,70	0,00	149,07	4384	66,60	1214,60	0,00	159,55	4453	0,00	0,00	0,00	72,00
4316	69,10	1212,70	0,00	154,94	4385	66,60	1212,80	0,00	5,36	4454	66,60	1219,30	0,00	1,91
4317	0,00	0,00	0,00	233,93	4386	66,60	1213,20	0,00	297,17	4455	66,60	1208,40	0,00	31,62
4318	0,00	0,00	0,00	83,13	4387	0,00	0,00	0,00	0,00	4456	66,60	1208,40	0,00	31,96
4319	66,60	1212,70	0,00	812,54	4388	66,60	1212,80	0,00	0,03	4457	67,70	1210,30	0,00	5,13
4320	66,60	1212,70	0,00	814,24	4389	0,00	0,00	0,00	322,58	4458	67,70	1210,30	0,00	5,80
4321	66,60	1211,50	0,00	5,67	4390	0,00	0,00	0,00	0,00	4459	67,70	1210,30	0,00	5,84
4322	66,60	1211,50	0,00	5,67	4391	0,00	0,00	0,00	40,36	4460	67,70	1210,30	0,00	5,84
4323	66,60	1212,10	0,00	0,00	4392	66,60	1211,10	0,00	0,00	4461	68,30	1210,70	0,00	0,01
4324	0,00	0,00	0,00	20,35	4393	66,60	1211,10	0,00	0,00	4462	68,30	1210,70	0,00	0,01
4325	0,00	0,00	0,00	8,65	4394	0,00	0,00	0,00	0,56	4463	0,00	0,00	0,00	0,00
4326	66,60	1212,20	0,00	0,28	4395	66,60	1223,10	0,00	14,49	4464	66,60	1210,70	0,00	16,40
4327	69,00	1211,10	0,00	155,25	4396	66,60	1219,60	0,00	12,02	4465	66,60	1210,70	0,00	16,54
4328	66,60	1210,70	0,00	143,46	4397	67,80	1211,40	0,00	62,56	4466	0,00	0,00	0,00	201,90
4329	66,60	1210,90	0,00	155,42	4398	67,80	1211,40	0,00	62,56	4467	66,60	1211,10	0,00	0,00
4330	0,00	0,00	0,00	128,71	4399	0,00	0,00	0,00	0,00	4468	66,60	1211,10	0,00	0,00
4331	66,60	1211,10	0,00	0,00	4400	0,00	0,00	0,00	78,55	4469	66,60	1211,10	0,00	0,00
4332	0,00	0,00	0,00	149,27	4401	66,60	1210,80	0,00	22,20	4470	66,60	1211,10	0,00	0,00
4333	66,60	1211,10	0,00	0,00	4402	66,60	1210,80	0,00	22,20	4471	0,00	0,00	0,00	0,00
4334	69,00	1210,80	0,00	0,04	4403	0,00	0,00	0,00	20,95	4472	66,60	1210,00	0,00	0,60
4335	66,60	1211,10	0,00	0,00	4404	0,00	0,00	0,00	0,00	4473	66,60	1210,00	0,00	0,60
4336	66,60	1211,10	0,00	24,30	4405	66,60	1211,10	0,00	0,00	4474	66,60	1210,70	0,00	2,66
4337	66,60	1210,70	0,00	0,11	4406	67,60	1210,70	0,00	66,15	4475	66,60	1210,70	0,00	3,58
4338	66,60	1211,10	0,00	0,00	4407	67,60	1210,70	0,00	66,56	4476	66,60	1210,70	0,00	2,59
4339	66,60	1210,90	0,00	0,04	4408	66,60	1211,10	0,00	0,00	4477	66,60	1210,70	0,00	2,59
4340	66,60	1211,10	0,00	0,00	4409	66,60	1213,00	0,00	72,68	4478	66,60	1210,70	0,00	7,60
4341	66,60	1212,60	0,00	6,17	4410	0,00	0,00	0,00	92,42	4479	66,60	1210,70	0,00	7,60
4342	0,00	0,00	0,00	4,78	4411	0,00	0,00	0,00	182,59	4480	66,60	1210,70	0,00	19,81
4343	0,00	0,00	0,00	119,79	4412	0,00	0,00	0,00	182,59	4481	66,60	1209,90	0,00	98,00
4344	66,60	1212,40	0,00	0,08	4413	66,60	1210,30	0,00	38,70	4482	67,70	1210,60	0,00	175,76
4345	66,60	1212,60	0,00	17,18	4414	66,60	1211,10	0,00	0,00	4483	66,60	1210,70	0,00	150,17
4346	0,00	0,00	0,00	131,28	4415	66,60	1211,10	0,00	0,00	4484	66,60	1210,70	0,00	204,57
4347	0,00	0,00	0,00	0,04	4416	0,00	0,00	0,00	75,14	4485	66,60	1210,40	0,00	69,34
4348	0,00	0,00	0,00	0,07	4417	66,60	1211,10	0,00	0,00	4486	66,60	1210,10	0,00	232,47
4349	66,60	1213,00	0,00	74,24	4418	66,60	1211,10	0,00	0,00	4487	66,60	1210,70	0,00	3,80
4350	0,00	0,00	0,00	20,36	4419	66,60	1211,10	0,00	0,00	4488	66,60	1210,70	0,00	36,00
4351	66,60	1211,20	0,00	20,58	4420	66,60	1211,10	0,00	0,00	4489	66,60	1211,10	0,00	0,00
4352	0,00	0,00	0,00	75,41	4421	66,60	1211,10	0,00	0,00	4490	66,60	1214,30	0,00	15,26
4353	0,00	0,00	0,00	0,03	4422	66,60	1211,10	0,00	0,00	4491	0,00	0,00	0,00	0,00
4354	0,00	0,00	0,00	0,01	4423	66,60	1211,10	0,00	0,00	4492	66,60	1211,10	0,00	0,00
4355	66,60	1211,00	0,00	0,00	4424	66,60	1211,10	0,00	0,00	4493	0,00	0,00	0,00	52,50
4356	0,00	0,00	0,00	0,00	4425	68,50	1214,10	0,00	658,43	4494	66,60	1210,70	0,00	0,30
4357	0,00	0,00	0,00	0,18	4426	68,50	1214,10	0,00	262,44	4495	68,90	1210,60	0,00	164,90
4358	66,60	1211,10	0,00	0,00	4427	71,30	1490,00	0,00	3448,13	4496	68,90	1210,70	0,00	156,18
4359	66,60	1212,60	0,00	2,54	4428	71,30	1490,00	0,00	3448,13	4497	66,60	1212,20	0,00	0,01
4360	66,60	1212,60	0,00	2,54	4429	66,60	1210,10	0,00	58,18	4498	66,60	1210,70	0,00	3,80
4361	66,60	1212,60	0,00	2,54	4430	66,60	1209,70	0,00	580,74	4499	66,60	1210,80	0,00	0,00

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme	Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
4500	66,60	1210,70	0,00	0,08	4569	66,60	1210,70	0,00	0,00	4638	66,60	1210,80	0,00	267,75
4501	66,60	1211,10	0,00	0,05	4570	66,60	1210,80	0,00	28,67	4639	66,60	1210,80	0,00	267,93
4502	66,60	1211,10	0,00	0,05	4571	66,60	1210,80	0,00	28,67	4640	0,00	0,00	0,00	12,48
4503	68,90	1247,70	0,00	0,01	4572	66,60	1210,70	0,00	130,35	4641	66,60	1210,80	0,00	175,76
4504	66,60	1211,10	0,00	0,00	4573	66,60	1210,70	0,00	239,00	4642	66,60	1210,80	0,00	50,54
4505	68,90	1210,70	0,00	0,01	4574	66,60	1211,10	0,00	0,00	4643	0,00	0,00	0,00	0,00
4506	66,60	1211,10	0,00	0,00	4575	0,00	0,00	0,00	0,00	4644	66,60	1211,10	0,00	1,24
4507	66,60	1211,10	0,00	0,00	4576	66,60	1210,80	0,00	7,75	4645	66,60	1210,80	0,00	313,09
4508	66,60	1210,80	0,00	4,16	4577	66,60	1210,80	0,00	7,75	4646	66,60	1210,80	0,00	28,18
4509	66,60	1210,80	0,00	4,16	4578	0,00	0,00	0,00	188,57	4647	66,60	1211,10	0,00	0,00
4510	66,60	1211,10	0,00	0,00	4579	66,60	1210,80	0,00	0,00	4648	66,60	1211,10	0,00	0,00
4511	66,60	1210,70	0,00	0,00	4580	0,00	0,00	0,00	47,07	4649	0,00	0,00	0,00	0,00
4512	66,60	1210,70	0,00	0,00	4581	66,60	1210,80	0,00	20,31	4650	66,60	1318,60	0,00	2,08
4513	66,60	1210,70	0,00	0,02	4582	66,60	1210,80	0,00	20,55	4651	66,60	1210,80	0,00	0,86
4514	66,60	1210,70	0,00	0,02	4583	66,60	1210,80	0,00	20,84	4652	66,60	1210,80	0,00	0,86
4515	66,60	1210,70	0,00	62,13	4584	0,00	0,00	0,00	316,07	4653	0,00	0,00	0,00	0,00
4516	66,60	1210,70	0,00	62,47	4585	0,00	0,00	0,00	729,00	4654	66,60	1210,80	0,00	441,63
4517	66,60	1211,10	0,00	0,00	4586	66,60	1211,10	0,00	0,00	4655	67,70	1210,80	0,00	104,71
4518	66,60	1211,10	0,00	0,00	4587	66,60	1210,80	0,00	0,01	4656	67,70	1210,80	0,00	0,00
4519	66,60	1210,60	0,00	174,68	4588	66,60	1211,10	0,00	0,00	4657	0,00	0,00	0,00	607,29
4520	66,60	1210,60	0,00	178,60	4589	66,60	1211,10	0,00	0,00	4658	66,60	1212,20	0,00	0,18
4521	66,60	1210,60	0,00	229,54	4590	66,60	1212,20	0,00	0,00	4659	66,60	1211,10	0,00	0,00
4522	66,60	1210,70	0,00	227,59	4591	66,60	1211,10	0,00	0,00	4660	67,70	1210,80	0,00	
4523	66,60	1211,10	0,00	0,00	4592	66,60	1212,20	0,00	0,00					
4524	66,60	1211,10	0,00	0,00	4593	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4525	66,60	1212,20	0,00	0,04	4594	0,00	0,00	0,00	0,00					
4526	66,60	1212,20	0,00	0,04	4595	0,00	0,00	0,00	0,33					
4527	66,60	1210,60	0,00	0,14	4596	66,60	1212,20	0,00	486,40					
4528	66,60	1211,10	0,00	0,00	4597	66,60	1212,20	0,00	510,98					
4529	66,60	1210,70	0,00	0,14	4598	0,00	0,00	0,00	16,47					
4530	66,60	1211,10	0,00	0,00	4599	0,00	0,00	0,00	0,00					
4531	66,60	1210,60	0,00	136,91	4600	66,60	1212,20	0,00	0,01					
4532	66,60	1210,60	0,00	137,86	4601	66,60	1211,10	0,00	0,64					
4533	66,60	1210,30	0,00	139,66	4602	66,60	1211,10	0,00	0,65					
4534	66,60	1210,60	0,00	1926,91	4603	66,60	1212,20	0,00	0,04					
4535	0,00	0,00	0,00	1871,59	4604	66,60	1211,10	0,00	0,15					
4536	0,00	0,00	0,00	192,67	4605	0,00	0,00	0,00	38,68					
4537	66,60	1210,70	0,00	68,88	4606	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4538	66,60	1210,70	0,00	70,51	4607	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4539	66,60	1210,70	0,00	70,51	4608	66,60	1212,20	0,00	0,02					
4540	66,60	1210,80	0,00	0,49	4609	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4541	66,60	1211,20	0,00	0,05	4610	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4542	66,60	1211,10	0,00	0,00	4611	66,60	1211,10	0,00	0,15					
4543	66,60	1211,10	0,00	0,00	4612	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4544	0,00	0,00	0,00	0,01	4613	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4545	0,00	0,00	0,00	47,35	4614	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4546	66,60	1210,60	0,00	0,61	4615	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4547	66,60	1210,60	0,00	0,61	4616	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4548	66,60	1210,60	0,00	0,61	4617	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4549	0,00	0,00	0,00	49,00	4618	0,00	0,00	0,00	34,10					
4550	66,60	1211,10	0,00	0,00	4619	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4551	0,00	0,00	0,00	0,00	4620	66,60	1217,70	0,00	32,17					
4552	0,00	0,00	0,00	0,00	4621	0,00	0,00	0,00	4,45					
4553	0,00	0,00	0,00	123,90	4622	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4554	66,60	1211,00	0,00	236,36	4623	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4555	66,60	1210,70	0,00	68,20	4624	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4556	66,60	1210,70	0,00	68,20	4625	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4557	66,60	1210,70	0,00	69,71	4626	66,60	1211,10	0,00	0,00					
4558	66,60	1210,70	0,00	186,41	4627	66,60	1210,70	0,00	7,12					
4559	66,60	1210,70	0,00	158,51	4628	66,60	1210,70	0,00	7,12					
4560	0,00	0,00	0,00	850,79	4629	66,60	1210,70	0,00	13,52					
4561	66,60	1210,70	0,00	2,99	4630	66,60	1210,70	0,00	13,52					
4562	66,60	1210,70	0,00	2,99	4631	66,60	1210,80	0,00	59,73					
4563	0,00	0,00	0,00	14,43	4632	66,60	1210,80	0,00	61,84					
4564	66,60	1210,80	0,00	6,32	4633	66,60	1210,70	0,00	32,76					
4565	0,00	0,00	0,00	384,47	4634	66,60	1210,70	0,00	187,93					
4566	0,00	0,00	0,00	383,67	4635	66,60	1210,70	0,00	16,14					
4567	66,60	1211,10	0,00	0,00	4636	66,60	1210,80	0,00	59,00					
4568	66,60	1211,10	0,00	0,00	4637	66,60	1210,90	0,00	570,05					

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
4707	0,00	0,00	0,00	56,72
4708	0,00	0,00	0,00	85,07
4709	66,60	1212,70	0,00	431,31
4710	66,60	1211,10	0,00	67,78
4711	66,60	1213,80	0,00	129,21
4712	66,60	1210,70	0,00	27,90
4713	66,60	1229,90	0,00	104,54
4714	66,60	1229,90	0,00	104,54
4715	66,60	1219,20	0,00	200,16
4716	66,60	1219,20	0,00	258,42
4717	0,00	0,00	0,00	2253,86
4718	0,00	0,00	0,00	82,28
4719	66,60	1211,10	0,00	0,00
4720	66,60	1211,10	0,00	0,00
4721	0,00	0,00	0,00	0,03
4722	0,00	0,00	0,00	0,17
4723	66,60	1211,20	0,00	12,32
4724	66,60	1211,20	0,00	12,32
4725	66,60	1211,20	0,00	12,32
4726	66,60	1210,80	0,00	240,54
4727	0,00	0,00	0,00	0,00
4728	66,60	1210,80	0,00	240,54
4729	66,60	1210,80	0,00	240,54
4730	66,60	1211,90	0,00	21,58
4731	66,60	1211,90	0,00	21,58
4732	66,60	1212,30	0,00	80,03
4733	79,60	1210,80	0,00	0,00
4734	66,60	1211,10	0,00	0,00
4735	79,60	1210,80	0,00	0,00
4736	66,60	1211,10	0,00	0,00
4737	66,60	1211,10	0,00	0,00
4738	92,70	1210,80	0,00	0,00
4739	66,60	1211,20	0,00	36,51
4740	66,60	1211,20	0,00	36,51
4741	66,60	1211,00	0,00	0,65
4742	66,60	1211,00	0,00	0,65
4743	66,60	1211,60	0,00	82,11
4744	66,60	1211,60	0,00	82,14
4745	66,60	1211,60	0,00	82,14
4746	66,60	1211,20	0,00	6,36
4747	66,60	1212,10	0,00	1,97
4748	0,00	0,00	0,00	100,47
4749	0,00	0,00	0,00	13,85
4750	0,00	0,00	0,00	0,00
4751	0,00	0,00	0,00	0,03
4752	66,60	1211,10	0,00	0,00
4753	66,60	1211,10	0,00	0,00
4754	66,60	1211,10	0,00	0,00
4755	66,60	1213,80	0,00	3,32

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
4756	66,60	1213,50	0,00	4,77
4757	66,60	1214,10	0,00	3,88
4758	66,60	1213,90	0,00	15,13
4759	67,60	1216,10	0,00	674,55
4760	66,60	1251,80	0,00	13,09
4761	67,60	1216,80	0,00	565,65
4762	66,60	1211,10	0,00	0,00
4763	0,00	0,00	0,00	20,29
4764	0,00	0,00	0,00	8,87
4765	66,60	1211,10	0,00	0,00
4766	0,00	0,00	0,00	0,01
4767	0,00	0,00	0,00	22,07
4768	0,00	0,00	0,00	2,02
4769	0,00	0,00	0,00	0,16
4770	0,00	0,00	0,00	1,43
4771	0,00	0,00	0,00	0,00
4772	66,60	1211,10	0,00	0,07
4773	0,00	0,00	0,00	0,00
4774	66,60	1211,10	0,00	0,00
4775	0,00	0,00	0,00	0,00
4776	66,60	1211,10	0,00	0,00
4777	66,60	1211,10	0,00	0,00
4778	66,60	1211,10	0,00	114,47
4779	66,60	1211,10	0,00	0,00
4780	70,20	1217,50	0,00	5,23
4781	70,20	1217,50	0,00	4,57
4782	68,80	1213,90	0,00	5,18
4783	71,30	1217,20	0,00	122,85
4784	68,80	1213,40	0,00	4,57
4785	69,80	1215,30	0,00	116,63
4786	71,30	1217,40	0,00	113,46
4787	0,00	0,00	0,00	40,40
4788	66,60	1213,80	0,00	7,20
4789	70,40	1222,80	0,00	5,49
4790	0,00	0,00	0,00	0,01
4791	70,40	1224,60	0,00	4,87
4792	0,00	0,00	0,00	0,57
4793	0,00	0,00	0,00	26,30
4794	66,60	1211,10	0,00	0,00
4795	0,00	0,00	0,00	24,29
4796	69,80	1215,30	0,00	121,67
4797	66,60	1213,70	0,00	0,93
4798	66,60	1219,60	0,00	0,93
4799	66,60	1213,90	0,00	0,93
4800	66,60	1217,60	0,00	55,37
4801	66,60	1213,90	0,00	7,26
4802	66,60	1219,60	0,00	0,80
4803	66,60	1239,70	0,00	1,07
4804	66,60	1217,70	0,00	51,93

Cont	ISfl	ISv	ISmvar	ISme
4805	0,00	0,00	0,00	0,93
4806	0,00	0,00	0,00	204,70
4807	0,00	0,00	0,00	334,59
4808	0,00	0,00	0,00	130,18
4809	0,00	0,00	0,00	5,10
4810	0,00	0,00	0,00	0,00
4811	0,00	0,00	0,00	453,01
4812	67,60	1212,10	0,00	9,72
4813	67,60	1211,80	0,00	0,26
4814	0,00	0,00	0,00	874,80
4815	0,00	0,00	0,00	91,13
4816	0,00	0,00	0,00	53,80
4817	0,00	0,00	0,00	1298,59
4818	0,00	0,00	0,00	0,00
4819	0,00	0,00	0,00	7,78
4820	0,00	0,00	0,00	27,34
4821	0,00	0,00	0,00	7,78
4822	0,00	0,00	0,00	27,34
4823	0,00	0,00	0,00	4,02
4824	0,00	0,00	0,00	0,00
4825	0,00	0,00	0,00	0,00
4826	66,60	1210,80	0,00	0,00
4827	0,00	0,00	0,00	0,07
4828	66,60	1210,80	0,00	0,06
4829	66,60	1211,10	0,00	0,20
4830	0,00	0,00	0,00	0,00
4831		0,00	0,00	2,72
4832	66,60	1217,50	0,00	3,42
4833	0,00	0,00	0,00	9,58
4834	66,60	1211,60	0,00	0,00
4835	0,00	0,00	0,00	204,87
4836	66,60	1208,80	0,00	0,00
4837	0,00	0,00	0,00	260,99
4838	66,60	1211,40	0,00	0,00
4839	66,60	1211,10	0,00	0,19
4840	66,60	1213,30	0,00	0,01
4841	0,00	0,00	0,00	12,27
4842	0,00	0,00	0,00	0,00
4843	0,00	0,00	0,00	29,20
4844	0,00	0,00	0,00	0,03
4845	0,00	0,00	0,00	0,93
4846	66,60	1213,10	0,00	1,16
4847	0,00	0,00	0,00	0,00
4848	66,60	1211,10	0,00	0,03
4849	0,00	0,00	0,00	0,00

## Apêndice B – Contingências com Separação Física da Rede

Cont	Isfl	Cont	Isfl	Cont	Isfl	Cont	Isfl	Cont	Isfl
3	60,00	463	58,80	998	55,10	1204	67,60	1356	65,30
6	57,40	486	57,40	999	55,10	1213	67,60	1357	63,50
52	57,40	491	57,40	1000	66,70	1219	66,60	1358	62,20
57	57,40	499	57,40	1002	66,60	1224	66,60	1359	62,20
71	57,40	511	57,40	1016	66,60	1227	67,60	1360	62,20
72	57,40	512	57,40	1045	66,60	1231	66,60	1361	62,20
113	64,60	531	57,40	1046	66,60	1237	66,60	1364	62,20
115	65,60	535	57,40	1049	66,70	1240	66,60	1367	62,20
120	67,60	537	58,40	1053	67,70	1241	66,60	1370	61,20
143	62,20	543	57,40	1066	67,60	1243	66,60	1371	62,20
153	62,20	553	58,50	1074	66,60	1251	66,60	1372	62,20
158	62,20	562	57,40	1092	64,60	1262	66,60	1374	62,20
168	63,20	566	57,40	1094	64,60	1263	66,60	1376	63,30
182	62,20	567	57,40	1096	65,40	1267	67,60	1377	62,20
191	61,00	580	57,40	1097	65,70	1272	65,30	1378	62,20
192	61,00	590	57,40	1099	65,70	1277	65,30	1379	62,20
193	61,00	592	57,40	1102	64,60	1284	65,30	1380	62,20
237	59,60	609	57,40	1106	64,60	1293	65,30	1381	62,20
239	59,60	610	57,40	1107	64,60	1294	65,30	1385	62,20
243	59,60	634	57,40	1110	64,60	1296	65,30	1386	62,20
249	59,50	635	57,40	1113	64,60	1299	65,30	1387	62,20
261	59,50	637	57,40	1114	64,60	1301	65,30	1390	62,20
262	61,60	639	57,40	1117	64,70	1303	65,30	1391	62,20
267	61,50	640	57,40	1118	64,60	1307	66,30	1392	62,20
268	61,50	641	57,40	1119	64,60	1310	65,30	1393	62,20
272	61,40	643	57,40	1122	53,10	1311	65,30	1394	62,20
278	61,40	651	57,40	1123	64,70	1312	65,30	1395	62,20
281	61,40	652	57,40	1126	64,60	1313	66,30	1396	62,20
283	61,40	653	57,40	1135	64,60	1314	65,30	1397	62,20
286	61,40	659	57,40	1138	64,70	1320	65,30	1398	62,20
293	61,40	660	58,50	1144	64,60	1323	65,30	1399	62,20
295	61,40	674	57,40	1145	64,60	1324	65,30	1400	62,20
308	60,00	693	57,40	1147	64,60	1325	65,30	1404	62,20
309	60,00	711	57,40	1148	64,60	1326	65,30	1426	62,20
320	60,00	756	57,40	1150	64,60	1327	65,30	1436	62,10
331	60,00	757	57,40	1156	64,60	1329	65,30	1444	62,20
346	59,00	819	57,40	1161	64,70	1330	65,30	1451	62,20
348	59,00	821	57,40	1166	64,60	1331	65,30	1452	62,20
365	58,90	825	57,40	1170	64,60	1332	65,30	1462	62,20
378	59,00	829	57,40	1174	64,60	1333	65,30	1471	62,20
386	56,40	857	57,40	1175	64,60	1334	65,30	1479	62,20
394	60,00	866	55,10	1176	65,80	1342	65,30	1480	62,20
395	60,00	868	55,10	1181	66,60	1343	65,30	1481	62,20
404	60,00	870	55,10	1186	66,60	1344	65,30	1503	53,10
407	60,00	878	55,10	1191	66,60	1347	66,40	1510	62,20
412	60,00	882	56,30	1194	66,60	1348	65,30	1518	62,20
414	60,00	885	56,30	1195	66,60	1349	65,30	1519	62,20
419	58,80	887	55,10	1197	67,60	1350	65,30	1523	62,20
420	58,80	890	55,10	1198	67,60	1351	65,30	1531	62,20
427	58,80	897	53,20	1199	66,60	1352	65,30	1550	62,20
432	58,80	910	55,10	1201	66,60	1353	65,30	1554	62,20
435	58,80	912	55,10	1203	66,60	1355	65,30	1556	62,20

Cont	Isfl
1568	62,20
1569	62,20
1571	62,20
1572	62,20
1574	62,20
1587	62,20
1593	62,20
1597	62,20
1634	63,20
1636	63,20
1637	63,20
1638	63,20
1666	63,20
1672	63,20
1680	63,20
1682	63,20
1683	63,20
1686	63,30
1687	63,20
1699	63,20
1702	63,20
1703	63,20
1713	62,20
1717	62,20
1723	62,20
1727	62,20
1735	62,20
1738	62,20
1739	62,20
1766	62,20
1775	62,20
1776	62,20
1777	62,20
1778	62,20
1779	62,20
1780	62,20
1789	62,20
1800	62,20
1802	62,20
1804	62,20
1814	62,20
1816	62,20
1819	62,20
1836	62,20
1837	62,20
1838	62,20
1840	62,20
1842	62,20
1845	62,20
1854	62,20
1855	62,20
1860	62,20
1869	62,20
1875	62,20
1880	62,20
1881	62,20

Cont	Isfl
1882	62,20
1883	62,20
1884	62,20
1885	62,20
1886	62,20
1891	62,20
1899	61,00
1903	61,00
1911	61,00
1918	61,00
1919	61,00
1921	61,00
1922	61,00
1923	61,00
1924	61,00
1928	61,00
1929	62,00
1931	61,00
1933	61,00
1948	61,00
1949	61,00
1951	61,00
1955	61,00
1956	61,00
1961	61,00
1962	62,20
1966	61,00
1967	61,00
1975	61,00
1976	61,00
1979	61,00
1986	61,00
1987	61,00
1988	61,00
1989	59,60
1993	59,60
1995	59,60
2003	59,60
2004	59,60
2005	59,60
2007	59,60
2009	59,60
2010	59,60
2012	59,60
2015	59,60
2017	59,60
2018	59,60
2025	59,60
2026	59,60
2028	59,60
2029	59,60
2030	59,60
2037	59,60
2050	61,10
2055	59,60
2056	59,60

Cont	Isfl
2057	59,60
2059	59,60
2060	59,60
2062	59,60
2063	59,60
2064	59,60
2065	59,60
2068	59,60
2069	59,60
2072	59,60
2073	59,60
2074	59,60
2080	59,60
2084	59,60
2085	59,60
2086	59,60
2087	59,60
2088	59,60
2099	59,60
2100	59,60
2103	59,60
2104	59,60
2106	59,60
2107	59,60
2108	59,60
2110	59,60
2114	59,60
2115	59,60
2116	59,60
2129	59,60
2145	59,60
2156	59,60
2159	59,60
2162	59,60
2167	59,60
2169	59,60
2170	59,60
2171	59,60
2172	59,60
2173	59,60
2185	59,60
2186	59,60
2195	59,60
2197	59,60
2200	59,60
2208	59,60
2209	59,60
2213	59,60
2214	59,60
2221	59,60
2222	59,60
2223	59,60
2224	59,60
2227	59,60
2233	59,60
2238	59,60

Cont	Isfl
2242	59,60
2244	59,60
2250	59,60
2252	59,60
2255	59,60
2256	59,60
2264	59,60
2265	59,60
2267	59,60
2268	59,60
2274	59,60
2275	59,60
2292	59,60
2293	59,60
2311	59,60
2312	59,60
2313	59,60
2314	59,60
2315	59,60
2316	59,60
2317	59,60
2318	59,60
2319	59,60
2320	59,60
2350	59,60
2369	59,60
2370	59,60
2371	59,60
2373	59,60
2386	59,60
2398	59,60
2410	59,60
2411	59,60
2412	59,60
2415	59,60
2416	59,60
2417	59,60
2418	59,60
2419	59,60
2420	59,60
2421	59,60
2422	59,60
2432	59,60
2433	59,60
2434	59,60
2435	59,60
2436	59,60
2437	59,50
2438	59,50
2439	59,50
2440	59,50
2441	59,50
2442	59,50
2443	59,50
2444	59,50
2445	59,50

Cont	Isfl
2446	59,50
2448	59,50
2449	59,50
2450	59,50
2451	59,60
2452	59,50
2453	59,50
2455	59,50
2457	59,50
2458	59,50
2459	59,60
2460	59,50
2461	59,50
2462	59,50
2463	59,50
2464	59,60
2465	59,50
2466	59,50
2467	59,50
2468	59,50
2469	59,50
2470	59,50
2471	59,50
2472	59,50
2477	59,50
2479	59,50
2480	59,50
2483	59,50
2484	59,50
2485	59,50
2486	59,50
2487	59,50
2495	59,60
2496	59,50
2498	59,50
2500	59,50
2501	59,50
2502	59,50
2504	59,50
2506	59,50
2508	59,50
2509	59,60
2510	59,50
2511	59,60
2512	59,50
2513	59,50
2515	59,50
2517	59,50
2518	59,60
2519	59,50
2521	59,50
2522	59,50
2523	59,60
2524	59,50
2526	59,50
2529	59,50

Cont	Isfl
2531	59,50
2532	59,50
2535	59,50
2544	59,50
2545	59,50
2546	59,50
2552	53,10
2553	53,10
2562	59,50
2565	59,50
2566	59,50
2572	59,50
2577	59,50
2579	59,50
2580	59,50
2581	59,50
2582	59,50
2583	59,50
2584	59,50
2586	59,50
2594	59,50
2596	59,50
2598	59,50
2603	59,50
2605	59,50
2614	59,50
2623	61,50
2625	61,50
2627	61,50
2630	61,50
2632	61,50
2633	61,50
2634	61,50
2636	61,50
2638	61,50
2643	61,50
2648	61,50
2651	61,50
2653	61,50
2657	61,50
2663	61,50
2665	61,50
2668	61,50
2674	61,50
2677	59,50
2679	59,50
2680	61,50
2681	61,50
2682	61,50
2683	61,50
2684	61,50
2700	61,50
2702	61,50
2711	61,40
2712	61,40
2713	61,40

Cont	Isfl
2714	61,40
2717	61,40
2718	61,40
2719	61,40
2720	61,40
2726	61,40
2730	61,40
2731	61,40
2734	61,50
2735	61,40
2741	61,40
2749	61,40
2755	61,40
2758	61,40
2761	61,40
2766	61,40
2769	61,40
2770	61,40
2774	61,40
2777	61,40
2779	61,40
2787	61,40
2804	61,40
2816	61,40
2843	61,40
2844	61,40
2850	61,40
2858	61,40
2859	61,40
2863	61,40
2865	61,40
2868	61,40
2870	61,40
2871	61,40
2872	61,40
2891	61,40
2893	61,40
2894	61,40
2895	61,40
2896	61,40
2897	61,40
2898	61,40
2902	61,40
2904	61,40
2905	61,40
2906	61,40
2907	61,40
2912	61,40
2913	61,40
2914	61,40
2918	61,40
2920	61,40
2924	61,40
2925	61,40
2926	61,40
2927	61,40

Cont	Isfl
2928	61,40
2929	61,40
2932	61,40
2943	61,40
2958	61,40
2959	61,40
2963	61,40
2966	61,40
2970	61,40
2979	60,00
2989	60,00
2990	60,00
2993	60,00
2996	60,00
2997	60,00
3000	60,00
3001	60,00
3003	60,00
3007	60,00
3012	60,00
3016	60,00
3018	60,00
3019	60,00
3020	60,00
3021	60,00
3022	60,00
3023	60,00
3024	60,00
3025	60,00
3031	61,30
3033	60,00
3042	60,00
3043	60,00
3044	60,00
3047	60,00
3048	60,00
3049	60,00
3050	60,00
3053	60,00
3058	60,00
3059	60,00
3060	60,00
3064	60,00
3065	60,00
3069	60,00
3079	60,00
3080	60,00
3081	60,00
3084	60,00
3085	60,00
3086	60,00
3087	60,00
3088	60,00
3091	60,00
3109	60,00
3110	60,00

Cont	Isfl
3111	60,00
3112	60,00
3113	60,00
3122	60,00
3124	60,00
3125	60,00
3154	60,00
3155	60,00
3158	60,00
3165	60,00
3187	60,00
3188	60,00
3190	60,00
3198	60,00
3199	60,00
3207	60,00
3208	60,00
3212	60,00
3213	60,00
3216	60,00
3217	60,00
3224	60,00
3225	60,00
3226	60,00
3227	60,00
3228	60,00
3229	60,00
3230	60,00
3232	60,00
3238	60,00
3247	60,00
3249	60,00
3265	60,00
3271	60,00
3274	60,00
3280	60,00
3281	60,00
3285	60,00
3286	60,00
3290	60,00
3291	60,00
3293	60,00
3300	60,00
3302	60,00
3303	60,00
3304	60,00
3305	60,00
3311	60,00
3312	60,00
3315	60,00
3316	60,00
3326	60,00
3327	60,00
3330	60,00
3333	60,00
3334	60,00

Cont	Isfl
3335	60,00
3336	60,00
3337	60,00
3338	60,00
3339	60,00
3349	60,00
3350	60,00
3360	60,00
3361	60,00
3363	60,00
3371	60,00
3374	60,00
3376	60,00
3381	60,00
3382	60,00
3383	60,00
3384	60,00
3385	60,00
3386	60,00
3389	60,00
3390	60,00
3396	60,00
3399	60,00
3403	60,00
3404	60,00
3408	60,00
3409	60,00
3410	60,00
3416	60,00
3419	60,00
3422	60,00
3425	60,00
3428	60,00
3429	59,00
3430	59,00
3431	59,00
3432	59,00
3433	59,00
3434	59,00
3435	59,00
3436	59,00
3437	59,00
3438	59,00
3439	59,00
3440	59,00
3441	59,00
3442	59,00
3443	59,00
3444	59,00
3445	59,00
3446	59,00
3447	59,00
3448	59,00
3449	59,00
3459	59,00
3460	59,00



Cont	Isfl
3466	59,00
3467	59,00
3469	59,00
3471	59,00
3472	59,00
3473	59,00
3478	59,00
3480	59,00
3481	59,00
3482	59,00
3483	59,00
3484	59,00
3485	59,00
3486	59,00
3487	59,00
3488	59,00
3489	59,00
3490	59,00
3491	59,00
3492	59,00
3493	59,00
3494	59,00
3496	59,00
3497	59,00
3498	59,00
3499	59,00
3500	59,00
3503	59,00
3505	59,00
3508	59,00
3509	59,00
3510	59,00
3511	59,00
3512	59,00
3513	59,00
3514	59,00
3515	59,00
3516	59,00
3517	59,00
3518	59,00
3519	59,00
3520	59,00
3521	59,00
3522	59,00
3523	59,00
3524	59,00
3525	59,00
3526	59,00
3527	59,00
3529	59,00
3530	59,00
3531	59,00
3532	59,00
3533	59,00
3534	59,00
3536	59,00

Cont	Isfl
3537	59,00
3539	59,00
3540	59,00
3541	59,00
3542	59,00
3543	59,00
3544	59,00
3545	59,00
3547	59,00
3555	59,00
3567	59,00
3573	59,00
3574	59,00
3575	59,00
3576	59,00
3577	59,00
3579	59,00
3581	59,00
3582	59,00
3583	59,00
3584	59,00
3585	59,00
3586	59,00
3587	59,00
3588	59,00
3589	59,00
3590	59,00
3591	59,00
3592	59,00
3593	59,00
3594	59,00
3595	59,00
3596	59,00
3597	59,00
3598	59,00
3599	59,00
3600	59,00
3601	59,00
3602	59,00
3603	59,00
3604	59,00
3605	59,00
3606	58,90
3607	58,90
3608	58,90
3610	58,90
3611	58,90
3612	58,90
3613	58,90
3614	58,90
3615	58,90
3616	58,90
3617	58,90
3618	58,90
3619	58,90
3620	58,90

Cont	Isfl
3621	58,90
3623	58,90
3624	58,90
3625	58,90
3627	58,90
3628	58,90
3629	58,90
3630	58,90
3631	58,90
3632	58,90
3633	58,90
3634	58,90
3635	58,90
3636	58,90
3637	58,90
3638	58,90
3639	58,90
3640	58,90
3641	58,90
3642	58,90
3644	58,90
3645	58,90
3646	58,90
3648	58,90
3649	58,90
3650	58,90
3651	58,90
3652	58,90
3653	58,90
3654	58,90
3655	58,90
3657	58,90
3658	58,90
3659	58,90
3660	58,90
3661	58,90
3662	58,90
3663	58,90
3664	58,90
3665	58,90
3666	58,90
3667	58,90
3669	58,90
3670	58,90
3671	58,90
3672	58,90
3673	58,90
3674	58,90
3675	58,90
3677	58,90
3678	58,90
3679	58,90
3680	58,90
3681	58,90
3682	58,90
3683	58,90

Cont	Isfl
3684	58,90
3685	58,90
3686	58,90
3687	58,90
3688	58,90
3695	58,90
3696	58,90
3700	59,00
3701	59,00
3707	59,00
3709	59,00
3711	59,00
3725	59,00
3726	59,00
3740	59,00
3741	59,00
3742	59,00
3750	59,00
3752	59,00
3754	59,00
3762	59,00
3777	59,00
3778	59,00
3779	59,00
3783	59,00
3784	59,00
3786	59,00
3787	59,00
3789	56,40
3794	56,40
3795	56,40
3801	71,80
3809	56,40
3810	56,40
3811	57,80
3812	57,80
3813	57,80
3814	64,30
3815	56,40
3816	55,40
3817	56,40
3818	58,30
3819	56,40
3822	54,40
3823	58,80
3826	56,40
3828	56,40
3829	56,40
3830	56,40
3831	56,40
3832	55,40
3833	56,40
3834	56,40
3835	55,40
3837	56,50
3838	56,40

Cont	Isfl
3841	56,40
3842	56,40
3846	56,40
3847	56,40
3848	56,40
3849	56,40
3851	56,40
3852	56,40
3853	56,40
3854	56,40
3855	56,40
3856	56,40
3857	56,40
3858	56,40
3859	56,40
3860	56,40
3861	56,40
3864	56,40
3865	56,40
3866	56,40
3867	56,40
3868	55,40
3869	56,40
3870	56,40
3871	56,40
3873	56,40
3874	56,40
3875	56,40
3876	56,40
3878	60,00
3880	61,00
3881	60,00
3882	61,00
3883	59,90
3884	60,00
3886	60,00
3887	60,00
3889	60,00
3890	59,90
3892	60,00
3893	60,00
3894	59,90
3896	59,90
3902	60,00
3903	60,00
3904	60,00
3905	59,90
3906	60,00
3907	60,00
3908	60,00
3909	60,00
3910	60,00
3911	60,00
3913	60,00
3914	60,00
3915	60,00

Cont	Isfl
3916	60,00
3917	60,00
3918	60,00
3920	60,00
3922	60,00
3923	60,00
3925	60,00
3930	56,50
3931	60,00
3932	60,00
3933	60,00
3935	60,00
3938	60,00
3939	59,90
3940	59,80
3941	59,80
3942	59,80
3943	60,00
3944	59,80
3945	61,20
3946	61,00
3947	59,90
3948	59,90
3949	61,40
3950	60,30
3951	58,30
3952	57,90
3954	57,40
3959	61,60
3961	58,00
3963	60,10
3964	60,00
3966	60,00
3979	60,00
3981	60,00
3988	60,00
3998	60,00
4004	60,00
4008	60,00
4011	60,00
4019	60,00
4050	60,00
4051	60,00
4052	60,00

Cont	Isfl
4053	60,00
4056	60,00
4061	60,00
4062	60,00
4063	60,00
4079	60,00
4080	60,00
4094	60,00
4095	60,00
4103	60,00
4104	60,00
4111	60,00
4112	60,00
4134	60,00
4136	60,00
4148	58,80
4167	58,80
4168	58,80
4174	58,80
4180	58,80
4182	60,00
4189	58,80
4213	58,80
4218	58,80
4225	58,80
4240	58,80
4251	58,80
4278	53,10
4284	58,80
4285	58,80
4286	58,80
4299	58,80
4317	58,80
4318	58,80
4324	58,80
4325	58,80
4330	58,80
4332	58,80
4342	58,80
4343	58,80
4346	58,80
4347	58,80
4348	58,80
4352	58,80

Cont	Isfl
4353	58,80
4357	58,80
4363	58,80
4370	58,80
4371	58,80
4372	58,80
4374	58,80
4377	58,80
4387	58,80
4389	58,80
4390	58,80
4391	58,80
4394	58,80
4399	58,80
4400	58,80
4403	58,80
4404	58,80
4410	58,80
4416	58,80
4446	58,80
4450	58,80
4451	58,80
4453	58,80
4463	58,80
4466	58,80
4471	58,80
4491	58,80
4493	58,80
4534	58,80
4535	58,80
4544	58,80
4545	58,80
4549	58,80
4551	58,80
4552	58,80
4553	58,80
4560	58,80
4563	58,80
4565	58,80
4566	58,80
4575	58,80
4578	58,80
4580	58,80
4584	58,80

Cont	Isfl
4585	58,80
4594	58,80
4595	58,80
4598	58,80
4599	58,80
4605	58,80
4618	58,80
4621	58,80
4640	58,80
4643	58,80
4649	58,80
4653	58,80
4657	58,80
4664	58,80
4665	58,80
4673	58,80
4678	58,80
4679	58,80
4680	58,80
4686	58,80
4687	58,80
4688	58,80
4689	58,80
4690	58,80
4692	58,80
4695	58,80
4699	58,80
4700	58,80
4701	58,80
4703	58,80
4704	60,00
4705	58,80
4707	58,80
4708	58,80
4717	58,80
4718	58,80
4721	58,80
4722	58,80
4727	58,80
4748	58,80
4749	58,80
4750	58,80
4751	58,80
4763	58,80

Cont	Isfl
4764	58,80
4766	58,80
4767	58,80
4768	58,80
4769	58,80
4770	58,80
4771	58,80
4773	58,80
4775	58,80
4787	57,40
4790	57,40
4792	57,40
4793	57,40
4795	58,80
4806	57,40
4807	57,40
4808	57,40
4809	57,40
4810	57,40
4811	57,40
4814	57,40
4815	57,40
4816	57,40
4817	57,40
4818	57,40
4819	57,40
4820	57,40
4821	57,40
4822	57,40
4823	57,40
4824	57,40
4825	57,40
4827	57,40
4830	57,40
4831	57,40
4833	57,40
4835	57,40
4837	57,40
4841	57,40
4842	57,40
4843	57,40
4844	57,40
4845	57,40
4849	57,40

## Apêndice C – Dados de entrada rede 30 barras

TITU

ONS - 30 BARRAS - COM LIMITE

DOPC IMPR CONT

(Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E

QLIM L VLIM L CREM L CTAP L STEP L NEWT L RCVG L RMON L CELO L CONT L

9999

DCTE

(Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val)

BASE 100. DASE 100. TEPA 1. EXST 4. TETP 5. TBPA 5.

TLPP 1. TEPR 1. QLST 4. TLPR 10. TLPQ 2. TSBZ .01

TSBA 5. ASTP .05 VSTP 5. TLVC .1 TLTC .01 TSFR .1E-7

ZMAX 500. TLPV .5 VDVM 200. VDVN 40. TUDC .001 TADC .01

PGER 30. TPST 2. VFLD 70. ZMIN .001 HIST 470 LFIT 10

ACIT 90 LFCV 1 DCIT 10 VSIT 10 LPIT 50 LFLP 10

PDIT 10 LCRT 24 LPRT 60 CSTP 500.

ICIT 30 DMAX 5 FDIV 2. ICMN .05 VART 5. TSTP 32

ICMV 1. APAS 90. CPAR 70. VAVT 2. VAVF 5. VMVF 15.

VPVT 2. VPVF 5. VPMF 10. VSVF 20. VINP 10. VSUP 10.

9999

DBAR

1	2	BARRA UM	1059	0262.2	6.3			.0	.0	.01	1000		
2	1	BARRA DOIS	1039	-5	18.3	10.0	-10.0	10.0		.0	.0	.01	1000
3	0	BARRA TRES	1018	-8	.0	.0	.0	.0	2.4	1.2	.01	1000	
4	0	BARRA QUATRO	1009	-9	.0	.0	.0	.0	7.6	1.6	.01	1000	
5	1	BARRA CINCO	1009	-14	.0	28.3	-40.0	40.0	94.2	.0	.01	1000	
6	0	BARRA SEIS	1004	-11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.01	1000	
7	0	BARRA SETE	998	-13	.0	.0	.0	.0	22.8	10.9	.01	1000	
8	1	BARRA OITO	1009	-12	.0	25.7	-40.0	40.0	30.0	.0	.01	1000	
9	0	BARRA NOVE	1027	-15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.01	1000	
10	0	BARRA DEZ	1030	-16	.0	.0	.0	.0	5.8	2.0	19.01	1000	
11	1	BARRA ONZE	1080	-15	.0	27.3	-40.0	40.0	.0	.0	.01	1000	
12	0	BARRA DOZE	1010	-15	.0	.0	.0	.0	11.2	7.5	.01	1000	
13	1	BARRA TREZE	1070	-15	.0	11.5	-40.0	40.0	.0	.0	.01	1000	
14	0	BARRA QATRZE	998	-16	.0	.0	.0	.0	6.2	1.6	.01	1000	
15	0	BARRA QUINZE	996	-16	.0	.0	.0	.0	8.2	2.5	.01	1000	
16	0	BARRA DZSSIS	1011	-16	.0	.0	.0	.0	3.5	1.8	.01	1000	
17	0	BARRA DZSETE	1019	-16	.0	.0	.0	.0	9.0	5.8	.01	1000	
18	0	BARRA DZOITO	995	-17	.0	.0	.0	.0	3.2	.9	.01	1000	
19	0	BARRA DZNOVE	998	-17	.0	.0	.0	.0	9.5	3.4	.01	1000	
20	0	BARRA VINTE	1006	-17	.0	.0	.0	.0	2.2	.7	.01	1000	
21	0	BARRA V. UM	1014	-17	.0	.0	.0	.0	17.5	11.2	.01	1000	
22	0	BARRA V.DOIS	1013	-17	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.01	1000	
23	0	BARRA V.TRES	987	-17	.0	.0	.0	.0	3.2	1.6	.01	1000	
24	0	BARRA V.QUAT	984	-17	.0	.0	.0	.0	8.7	6.7	4.31	1000	
25	0	BARRA V.CINC	954	-16	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.01	1000	
26	0	BARRA V.SEIS	935	-17	.0	.0	.0	.0	3.5	2.3	.01	1000	
27	0	BARRA V.SETE	944	-15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.01	1000	
28	0	BARRA V.OITO	999	-12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.01	1000	
29	0	BARRA V.NOVE	905	-16	.0	.0	.0	.0	2.4	.9	.01	1000	
30	0	BARRA TRINTA	872	-17	.0	.0	.0	.0	10.6	10.9	.01	1000	

9999

DLIN

1	2	1	191	575	2640			130	130
1	3	1	451	1852	2039			130	130
2	4	1	569	1736	1840			65	65

3	4 1	132	379	419	130	130	
2	5 1	472	1983	2089	130	130	
2	6 1	580	1762	1870	65	65	
4	6 1	119	413	449	90	90	
5	7 1	460	1160	1019	70	70	
6	7 1	267	819	850	130	130	
6	8 1	120	420	449	32	32	
6	9 1	0	2079	0	967	65	65
6	10 1	0	5560	0	32	32	
9	11 1	0	2079	0	65	65	
9	10 1	0	1100	0	967	65	65
4	12 1	0	2560	0	65	65	
12	13 1	0	1400	0	958	65	65
12	14 1	1230	2558	0	32	32	
12	15 1	661	1303	0	32	32	
12	16 1	944	1987	0	32	32	
14	15 1	2210	1996	0	16	16	
16	17 1	823	1922	0	16	16	
15	18 1	1069	2185	0	16	16	
18	19 1	638	1291	0	16	16	
19	20 1	340	680	0	32	32	
10	20 1	935	2089	0	32	32	
10	17 1	324	844	0	32	32	
10	21 1	348	748	0	32	32	
10	22 1	727	1499	0	32	32	
21	22 1	115	235	0	32	32	
15	23 1	1000	2020	0	16	16	
22	24 1	1150	1789	0	16	16	
23	24 1	1319	2700	0	16	16	
24	25 1	1884	3291	0	16	16	
25	26 1	2544	3800	0	16	16	
25	27 1	1092	2086	0	65	65	
27	28 1	0	3960	0	976	16	16
27	29 1	2198	4152	0	16	16	
27	30 1	3201	6026	0	16	16	
29	30 1	2398	4533	0	32	32	
8	28 1	636	2000	0	32	32	
6	28 1	169	598	0	32	32	

9999

DCSC

(De) O (Pa)NcEP (Xmin)(Xmax)( Xv )C ( Vsp) (Ex)Nst

9999

DSHL

(De) O (Pa)Nc (Shde)(Shpa)

9999

DGER

(No) O (Pmn) (Pmx) ( Fp) (FpR) (FPn) (Fa) (Fr) (Ag) ( Xq) (Sno)

9999

DCAR

(tp) (no) C (tp) (no) C (tp) (no) C (tp) (no) O (A) (B) (C) (D) (Vfl)

9999

DCER

(No) O Gr Un (Kb) (Incl) ( Qg)( Qn)( Qm) C

9999

DGLT

(G (Vmn) (Vmx)

99

DARE

(Ar) (Xchg) ( Identificacao da area ) (Xmin) (Xmax)

9999  
 DGBT  
 99  
 DGGB  
 99  
 EXLF NEWT  
 ULOG  
 4  
 SAIDA.TXT  
 DCTG  
 9999  
 DMFL  
 AREA 1  
 9999  
 EXCT MOST MOSG MOSF FILE 80CO  
 1  
 FIM  
 -

Arquivo com os parâmetros DCTG – contingências

DCTG  
   1 0 1  
 CIRC 1 2 1  
 FCAS  
   2 0 1  
 CIRC 1 3 1  
 FCAS  
   3 0 1  
 CIRC 2 4 1  
 FCAS  
   4 0 1  
 CIRC 3 4 1  
 FCAS  
   5 0 1  
 CIRC 2 5 1  
 FCAS  
   6 0 1  
 CIRC 2 6 1  
 FCAS  
   7 0 1  
 CIRC 4 6 1  
 FCAS  
   8 0 1  
 CIRC 5 7 1  
 FCAS  
   9 0 1  
 CIRC 6 7 1  
 FCAS  
 10 0 1  
 CIRC 6 8 1  
 FCAS  
 11 0 1  
 CIRC 6 9 1  
 FCAS  
 12 0 1  
 CIRC 6 10 1  
 FCAS

13 0 1  
CIRC 9 11 1  
FCAS  
14 0 1  
CIRC 9 10 1  
FCAS  
15 0 1  
CIRC 4 12 1  
FCAS  
16 0 1  
CIRC 12 13 1  
FCAS  
17 0 1  
CIRC 12 14 1  
FCAS  
18 0 1  
CIRC 12 15 1  
FCAS  
19 0 1  
CIRC 12 16 1  
FCAS  
20 0 1  
CIRC 14 15 1  
FCAS  
21 0 1  
CIRC 16 17 1  
FCAS  
22 0 1  
CIRC 15 18 1  
FCAS  
23 0 1  
CIRC 18 19 1  
FCAS  
24 0 1  
CIRC 19 20 1  
FCAS  
25 0 1  
CIRC 10 20 1  
FCAS  
26 0 1  
CIRC 10 17 1  
FCAS  
27 0 1  
CIRC 10 21 1  
FCAS  
28 0 1  
CIRC 10 22 1  
FCAS  
29 0 1  
CIRC 21 22 1  
FCAS  
30 0 1  
CIRC 15 23 1  
FCAS  
31 0 1  
CIRC 22 24 1  
FCAS  
32 0 1  
CIRC 23 24 1

FCAS  
33 0 1  
CIRC 24 25 1  
FCAS  
34 0 1  
CIRC 25 26 1  
FCAS  
35 0 1  
CIRC 25 27 1  
FCAS  
36 0 1  
CIRC 27 28 1  
FCAS  
37 0 1  
CIRC 27 29 1  
FCAS  
38 0 1  
CIRC 27 30 1  
FCAS  
39 0 1  
CIRC 29 30 1  
FCAS  
40 0 1  
CIRC 8 28 1  
FCAS  
41 0 1  
CIRC 6 28 1  
FCAS  
9999  
FIM

## Apêndice D – Alguns resultados gerados pelo ANAREDE para o Sistema 30 barras

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V08-AGO04

ONS - MENSAL - JULHO 2005 - PESADA

RELATORIO DE BARRAS CA \* AREA 1 \* \* FURNAS \*

X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X												
BARRA	TENSAO	GERACAO	INJ	EQV	FATOR	CARGA	ELO	CC	SHUNT	MOTOR		
NUM.	KV	TIPO	MOD/	MW/	MW/	GER %	MW/	MW/	Mvar/	MW/		
NOME	ANG	Mvar/	Mvar	EQV %	Mvar	Mvar	Mvar	EQUIV	Mvar			
										CE Mvar	SHUNT L	
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X												
1	1-2	1.043	273.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA UM	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1-1	1.003	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA DOIS	-6.6	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1 0	0.977	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA TRES	-15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1 0	0.977	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA QUATRO	-15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1-1	0.993	0.0	0.0	0.0	94.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA CINCO	-18.2	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	1 0	0.980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA SEIS	-16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1 0	0.977	0.0	0.0	0.0	22.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA SETE	-17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	1-1	0.990	0.0	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA OITO	-17.5	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	1 0	1.013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA NOVE	-20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	1 0	1.015	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA DEZ	-22.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	1 1	1.080	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA ONZE	-20.4	34.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1 0	0.998	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA DOZE	-21.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1 1	1.070	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA TREZE	-21.5	21.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	1 0	0.984	0.0	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA QATRZE	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	1 0	0.982	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA QUINZE	-22.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	1 0	0.998	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA DZSSIS	-22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1 0	1.004	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA DZSETE	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	1 0	0.981	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA DZOITO	-23.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	1 0	0.984	0.0	0.0	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA DZNOVE	-23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	1 0	0.991	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BARRA VINTE	-23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V08-AGO04

ONS - MENSAL - JULHO 2005 - PESADA





X-----X-----X-----X-----X

4 4 0.0

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V08-AGO04

ONS - MENSAL - JULHO 2005 - PESADA

SUMARIO DOS CASOS NAO PROCESSADOS

PRIORIDADE 1

SEPARACAO FISICA DA REDE

X---X---X---X---X---X---X---X---X---X

CASO CASO CASO CASO CASO CASO CASO CASO CASO CASO

X---X---X---X---X---X---X---X---X---X

34 16 13



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)