

TESE

856

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

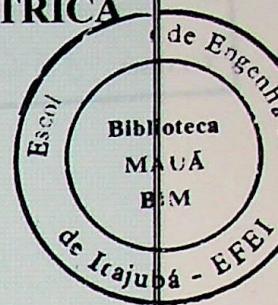
DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL
DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Christina Courtoque dos Santos

JULHO DE 1996

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



***DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO
OPERACIONAL DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA***

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE
ITAJUBÁ PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
ENGENHARIA ELÉTRICA

CHRISTINA COURTOUKE DOS SANTOS

Orientador: JÚLIO CÉSAR TIBÚRCIO
Co-orientador: GERMANO LAMBERT TORRES

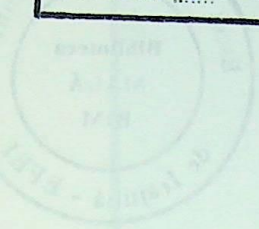
ITAJUBÁ - MG

JUNHO DE 1996

CLASS. 621.316:681.3:007.52 (043.2)

CUTI n. 5.337d

TOMBO. 856



DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO
OPERACIONAL DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

DISSERTAÇÃO SUBMITIDA À ESCOLA TÉCNICA DE ENGENHARIA DE
SÃO CARLOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
ENGENHARIA ELÉTRICA

CHRISTINA CORTEZ DE SOUZA

Orientador: JILIO CÉSAR FERREIRO
Co-orientador: CLAUDIO LAURENT TORRES

FEALBA - MG

11/10 DE 1996



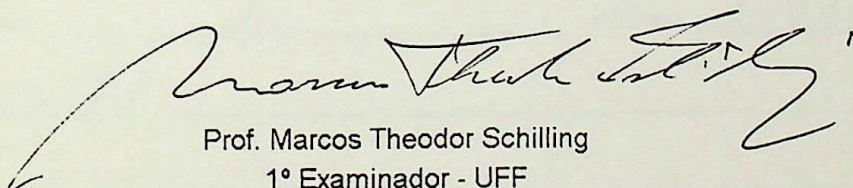
Ministério da Educação e do Desporto
ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
Reconhecida Lei 3232 - 05/01/1917

ANEXO I

PRONUNCIAMENTO DA BANCA EXAMINADORA

A Banca Examinadora, abaixo assinada, nomeada pela Portaria nº 281 de 09/07/96, considerando o resultado do Julgamento da Prova de Defesa Pública da Dissertação de Mestrado intitulada: **"Diagnóstico e Caracterização do Estado Operacional de Sistemas Elétricos de Potência"** apresenta pronunciamento no sentido de que o Coordenador dos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Escola Federal de Engenharia de Itajubá solicite ao DRA (Departamento de Registro Acadêmico) a expedição do título de Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica, na Área de Concentração de Sistemas Elétricos de Potência, satisfeitas as demais exigências regimentais, a Christina Courtouke dos Santos.

Itajubá, 10 de julho de 1996.



Prof. Marcos Theodor Schilling
1º Examinador - UFF



Prof. Alexandre Pinto Alves da Silva
2º Examinador - EFEI



Prof. Júlio César Tibúrcio
3º Examinador - EFEI - Orientador



Ministério da Educação e do Desporto
ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
Reconhecida Lei 3232 - 05/01/1917

ANEXO II

FOLHA DE JULGAMENTO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Dissertação: "Diagnóstico e Caracterização do Estado Operacional de Sistemas Elétricos de Potência."

Autor: Christina Courtouke dos Santos

JULGAMENTO

Examinadores	Conceito	Rubrica
1º	A+	
2º	A+	
3º	A+	

Resultado Médio: Conceito A+, ou seja, APROVADO
COM DISTINÇÃO

Observações: _____

Itajubá, 10 de julho de 1996.

Prof. Marcus Theodor Schilling
1º Examinador - UFF

Prof. Alexandre Pinto Alves da Silva
2º Examinador - EFEI

Prof. Júlio César Tibúrcio
3º Examinador - EFEI - Orientador

FICHA CATALOGráfICA

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados.

Relatório. Congresso e seus trabalhos. Os artigos constitucionais do Poder Legislativo. Congresso Nacional. Congresso dos Deputados. Brasil. Congresso Nacional. Relatórios. 1988-1990.

Universidade de Brasília. Faculdade de Filosofia e Ciências Sociais. Brasília - DF.

1. Congresso de Brasília de Brasília. 2. Congresso de Brasília de Brasília. 3. Congresso de Brasília de Brasília. 4. Congresso de Brasília de Brasília. 5. Congresso de Brasília de Brasília. 6. Congresso de Brasília de Brasília. 7. Congresso de Brasília de Brasília. 8. Congresso de Brasília de Brasília. 9. Congresso de Brasília de Brasília. 10. Congresso de Brasília de Brasília.

CDD 341.3

CDD 341.3

Ao meu filho,

Daniel

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, Christina Courtouke dos

S273d Diagnóstico e caracterização do estado operacional de sistemas elétricos de potência. / Christina Courtouke dos Santos. — Itajubá: EFEI, 1996.

130p.

Dissertação de Mestrado - Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEI.

1. Operação de Sistema de Potência. 2. Centro de Operação de Sistema. 3. Análise de Segurança. 4. Inteligência Artificial. 5. Rede Neural. I. Santos, Christina Courtouke dos. II. Título.

CDD 621.31

CDU 621.31

AGRADECIMENTOS

À Companhia Paranaense de Energia - COPEL que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Supervisão e Coordenação da Operação - DPCO, pelo apoio concedido.

Ao Dr. Dejan Sobajic, pelo seu interesse pessoal e contribuições significativas ao trabalho.

Aos professores Júlio César Tibúrcio e Germano Lambert Torres, pela amizade, paciência e dedicação na orientação e co-orientação.

Aos colegas Dionízio Mozair Dias e Alberto Marcelo Beckert, pelo auxílio com os programas de informática.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
SUMÁRIO.....	v
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

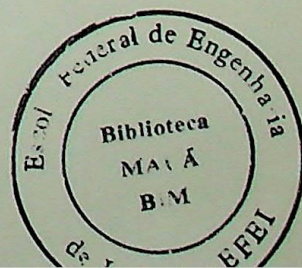
1.1 Cenário Atual do Sistema Elétrico.....	1
1.2 Distúrbios nos Sistemas Elétricos.....	2
1.3 Escopo e Estrutura deste Trabalho.....	3

CAPÍTULO 2 - DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

2.1 Introdução.....	5
2.2 Conceituação de Análise de Segurança Estática.....	6
2.3 Monitoração de Segurança.....	8
2.4 Avaliação de Segurança.....	9
2.5 Intensificação de Segurança.....	10
2.6 Estado da Arte em Análise de Segurança.....	10
2.7 Proposta de Abordagem para o Problema de Análise de Segurança.....	12

CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO ANALISADO

3.1 Introdução.....	15
3.2 O Sistema Elétrico da COPEL.....	15
3.3 O Centro de Operação do Sistema da COPEL.....	16
3.4 Subsistema da Região Metropolitana de Curitiba.....	17
3.5 Redução do Sistema para Teste da Metodologia.....	17



CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA PROPOSTA

4.1 Introdução	21
4.2 Problema de Classificação	21
4.2.1 <i>Exemplo Ilustrativo do Problema de Classificação.</i>	24
4.3 Redes Neurais Artificiais com Treinamento Não-Supervisionado	25
4.3.1 <i>Seleção de Características</i>	25
4.3.2 <i>Conjunto de Treinamento</i>	26
4.3.3 <i>Auto-organização em grupos</i>	26
4.3.4 <i>Treinamento Não-Supervisionado.</i>	28
4.3.5 <i>Teste de Classificação.</i>	30
4.4 Exemplo Simplificado de Treinamento e Aplicação	31
4.5 Definição de Critérios para Classificação	33
4.6 Classificação Qualitativa dos Estados de um Sistema de Potência	33
4.6.1 <i>Critérios Operacionais Utilizados</i>	35
4.6.2 <i>Ações Operativas Associadas a Cada Classe</i>	37

CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA DIAGNÓSTICO DO SISTEMA SOB ESTUDO

5.1 Introdução.	38
5.2 Geração do Conjunto de Padrões para Treinamento e Teste.	39
5.3 Seleção de Características	40
5.4 Processo de Treinamento	41
5.4.1 <i>Dados de Tensão</i>	43
a) Sistema Completo	43
b) Sistema com Contingências	43
5.4.2 <i>Dados de Potência</i>	44
a) Sistema Completo	44
b) Sistema com Contingências	44
5.4.3 <i>Dados de Tensão e Potência - Sistema Completo</i>	45
5.4.4 <i>Dados do Sistema Real</i>	45
a) Sistema Real A	45
b) Sistema Real B	47
c) Sistema Real C	47
5.4.5 <i>Dados Mistos</i>	48

5.5 Processo de Testes de Classificação.	50
5.5.1 <i>Dados de Tensão.</i>	51
a) Sistema Completo	51
b) Sistema com Contingências.	52
5.5.2 <i>Dados de Potência</i>	53
a) Sistema Completo	53
b) Sistema com Contingências	54
5.5.3 <i>Dados de Tensão e Potência - Sistema Completo</i>	56
5.5.4 <i>Dados do Sistema Real</i>	57
a) Sistema Real A	57
b) Sistema Real B	59
c) Sistema Real C	60
5.5.5 <i>Dados Mistos</i>	63
 5.6 Proposta para Integração a um Sistema de Supervisão e Controle em Tempo Real	67
 CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO	70
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
 TABELAS E FIGURAS	78
 ANEXO I - Exemplo Simplificado de Treinamento e Aplicação	80
ANEXO II - Teste de Inclusão de Características.	88
ANEXO III - Teste de Extração de Características	92
ANEXO IV - Conjuntos de Dados para Treinamento	96
ANEXO V - Trabalho Apresentado no XIII - SNPTEE	130

RESUMO

A chamada análise de segurança em tempo real tem sido objeto de pesquisa e desenvolvimento desde a década de 1960, visando a sua implementação nos centros de supervisão e controle das empresas de energia elétrica. Tal estudo serve para avaliar o estado operativo do sistema elétrico observado, tendo por base a sua configuração e carregamento, os resultados do programa de estimação de estado e o seu desempenho face a um conjunto de contingências.

Os dados resultantes da análise de segurança a cada ciclo de execução são disponibilizados ao operador do sistema para subsidiar a adoção de medidas operativas que possam intensificar a segurança do sistema. Entretanto, o volume de dados para análise é proporcional ao tamanho do sistema e ao número de contingências a serem avaliadas.

Os sistemas elétricos atuais caracterizam-se por apresentar uma complexidade crescente e os operadores do centro de operação e controle devem estar atentos para situações potencialmente inseguras. O número excessivo de dados disponíveis para análise podem prejudicar esta avaliação.

O problema do diagnóstico do estado operacional de sistemas elétricos é particularmente dependente da política operacional da empresa responsável por sua operação, fato que explica a falta de sucesso na aplicação de algoritmos convencionais, baseados geralmente na determinação de índices numéricos, que consideram apenas as magnitudes das violações e/ou a quantidade de violações.

O uso de redes neurais para aplicações em sistemas de potência tem sido objeto de diversas pesquisas recentes e tem se revelado bastante promissor devido às suas características principais de capacidade de aprendizado através de exemplos, permitindo a representação de um determinado modelo de comportamento através de funções lineares ou não, e à sua capacidade de generalização, possibilitando a identificação de padrões diferentes daqueles para os quais a rede foi treinada.

Neste trabalho descreve-se a utilização da técnica de modelagem através de redes neurais com treinamento não-supervisionado, aplicada ao problema de diagnóstico e caracterização operacional de sistemas elétricos de potência em tempo real, complementando a função de análise de segurança em regime permanente.

Inicialmente o trabalho apresenta uma descrição sucinta do problema de análise de segurança e de sua evolução nas últimas décadas. A seguir, é descrito o sistema elétrico usado para testes: um sistema real, pertencente à Companhia Paranaense de Energia - COPEL, no qual foram feitas pequenas modificações.

É apresentada também a teoria de redes neurais com treinamento não-supervisionado e em seguida sua aplicação prática, submetendo diversos dados escolhidos, que são representativos de diversos estados e configurações do sistema elétrico sob análise, ao processo de treinamento, que resulta no agrupamento de dados similares, permitindo uma classificação qualitativa. Para cada conjunto de treinamento são realizados testes de verificação, para avaliar se a classificação é correta ou não. São apresentadas também as diretrizes para implementação num centro de supervisão e controle de uma empresa de energia elétrica.

ABSTRACT

Since the early sixties, the subject of power systems real-time security analysis has been the focus of a great deal of research work, with the aim of achieving its full implementation as one of the functions routinely performed by power utilities supervisory and control centers.

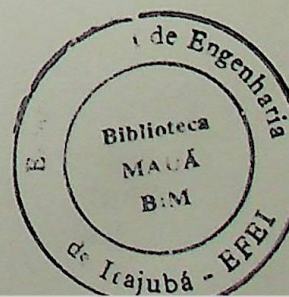
The main purpose of such function is to assess the operational state of the power system, from the point of view of its security, based on the evaluation of the sets of measurements obtained for the state and the status variables of the system, as well as the available results of state estimation and contingency analysis programs.

The information resulting from security analysis, at each cycle of the real-time sequence, is conveyed to the system operators, as an important subsidy for their decisions concerning whether or not actions should be taken in order to enhance system security.

However, as the size and the complexity of the systems increase, the number of instances, either in normal operation or under contingency, that could result in security problems is also greatly increased. As a consequence, massive amounts of data have to be continually examined and analyzed by the system operators before they can reach their decisions. This is a tedious and troublesome procedure, which can lead to undesirable delays or even dangerous mistakes concerning the actions eventually taken.

Conventional algorithms for on-line security analysis, in most cases, are based on associating system security to purely numerical indices, which usually quantify only the amount and the magnitude of existing violations on system operational limits. Those algorithms fail to consider that diagnosing the system operational state, as regards its security, is a task highly dependent on the operational policies and criteria adopted by each utility. This explains their failure in practical implementations.

The use of neural network techniques in power system applications has been the subject of a great deal of recent research work, with very promising results, due to their ability of "learning from experience with practical examples", their characteristic of allowing the representation of linear and non-linear behavior patterns different from those which they were trained for.



This work describes a technique using neural networks with unsupervised training for application to the problem of characterizing and diagnosing the operational state of power systems, in a real-time environment, as a complement to the steady state security analysis function.

Initially, the work presents a succinct description of the security analysis problem and its evolution in the last decades. The power system used for testing the technique, a real system belonging to COPEL - Companhia Paranaense de Energia (The power utility for the state of Paraná , Brazil), is then introduced and fully described. Minor alterations are made in the system's representation, in order to enhance those features which are more relevant to the tests.

The following chapters present the main aspects of the theory of neural networks with unsupervised training and its application to the problem of real-time characterization and diagnosing of power system states. Several different sets of data , chosen to represent the most important configurations and states of the system under analysis are submitted to the process of training. The main result of such process is the formation of clusters, grouping similar data and allowing a more straightforward qualitative classification. For each set of training data, a series of validations tests is then performed to evaluate whether the classification achieved is correct or not. The results obtained are fully discussed. Finally, the main steps necessary to implement the technique described, on a real-time basis, in power utility supervisory and control centers, are also presented.

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Cenário Atual do Sistema Elétrico

Nos centros de operação e controle, a monitoração de estado operacional do sistema elétrico sob sua supervisão é uma tarefa difícil. Notadamente tendo em vista o volume de dados a serem consultados e analisados pelo operador. Em geral as ações são tomadas em caráter corretivo, após o acionamento de alarmes.

Para efetuar um adequado gerenciamento operacional dos sistemas, esses centros estão sendo dotados de um conjunto de programas computacionais (como por exemplo programas de análise de sistemas processados em tempo real), que podem subsidiar a adoção de medidas preventivas para melhorar a operação.

O fato principal que caracteriza as decisões tomadas num centro de operação é o pouco tempo disponível para avaliação, quando situações imprevistas ocorrem. Portanto, é fundamental que os resultados dos programas disponíveis para uso em tempo real sejam de interpretação clara, objetiva e, sobretudo, imediata.

A análise de segurança em tempo real é um assunto que vem sendo discutido e estudado desde meados da década de 1960, mas até hoje ainda não há um consenso mundial quanto ao melhor método a ser utilizado nos centros de operação e controle das empresas de energia elétrica (CHRISTIE, 1988; BALU et al, 1992; TASK FORCE 39.03 - CIGRÉ, 1993).

Sua importância cresce à medida que a operação dos sistemas elétricos de potência tem que se adaptar aos novos cenários que se apresentam (BALU et al, 1992; EDAO - IV, 1993):

- As dificuldades de investimento para expansão do sistema de transmissão. Cada vez mais o sistema deve operar nas proximidades de seus limites, aproveitando a quase totalidade da folga existente, deixando-o mais vulnerável a situações emergenciais críticas.
- O crescimento maior do que o previsto da carga . Este é um fator que, associado ao anterior, pode limitar a capacidade de transmissão em determinadas áreas.

- Exigência crescente dos consumidores não mais somente em relação à continuidade, mas também quanto à qualidade da energia elétrica fornecida, ou seja valores normais e forma senoidal perfeita.
- Equipamentos instalados nas usinas e subestações em processo de envelhecimento, requerendo mais intervenções para manutenção tanto preventiva quanto corretiva. Este fato eleva os riscos de necessidade de desligamentos de urgência, para sanar anormalidades detetadas.

Por tudo isso, o compromisso maior do pessoal de operação passa a ser a manutenção da integridade do sistema.

1.2 Distúrbios nos Sistemas Elétricos

Um sistema elétrico está permanentemente sujeito a distúrbios previsíveis e imprevisíveis, de pequeno porte ou de grande porte. Os previsíveis são os decorrentes de alterações naturais da carga, cumprimento do programa horário de intercâmbios ou cumprimento do programa de desligamentos. Os imprevisíveis são os mais variados possíveis, como por exemplo: saídas de um ou mais elementos do sistema, decorrentes de descargas atmosféricas, defeitos em equipamentos, intervenções humanas indevidas, entre outros.

Quanto à magnitude dos distúrbios (pequeno ou grande porte), esta classificação só pode ser fornecida após serem conhecidos os parâmetros afetados durante o processo. Diz-se que um distúrbio foi pequeno quando somente algumas tensões dos barramentos saíram de sua faixa normal de operação e/ou há carregamentos ligeiramente acima dos limites em alguns elementos do sistema. Já em um distúrbio de grande porte ocorrem violações significativas de tensão ou de carregamento, com alterações ou não de configuração, podendo até ter corte de carga.

Devido à sua natureza relativa, pois é impossível afirmar que um sistema elétrico esteja completamente seguro, a segurança de sistemas é definida como a sua capacidade de suportar distúrbios prováveis, sendo função da análise de segurança avaliar o estado atual do sistema e as consequências de determinadas contingências.

O ciclo completo para análise de segurança estática, ou seja, de regime permanente, engloba estimação de estado, configuração de estado, seleção de contingências e análise de contingências (SINSC, 1984; FAAP/ELETROBRÁS, 1986; ARANGO, 1986; CHRISTIE, 1988; BALU et al, 1992).

A avaliação dos resultados na formulação convencional é feita mediante a verificação de violação ou não dos limites operativos das grandezas elétricas que caracterizam o estado do sistema. Manter a segurança do sistema é o desafio para os planejadores e programadores da operação, porém mais ainda para os operadores do sistema, que são responsáveis pelo gerenciamento dos imprevistos em tempo real.

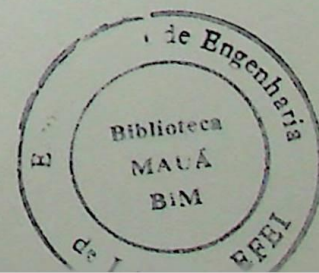
1.3 Escopo e Estrutura deste Trabalho

Neste trabalho, foi adaptada a técnica de redes neurais com aprendizado não-supervisionado para aplicação no diagnóstico de sistemas de potência, visando complementar as funções tradicionais de análise de segurança estática. O objetivo principal é propiciar uma avaliação rápida dos diversos estados operativos do sistema, tanto em condições normais quanto para a lista de contingências avaliadas. Com isto, pretende-se fornecer uma ferramenta para auxiliar o operador do sistema na constatação de situações de alerta ou de insegurança, o que possibilitará maior rapidez na adoção de ações para melhorar a segurança do sistema.

A escolha deste assunto como tema de dissertação de mestrado foi motivada pela constatação de que ainda há lacunas na aplicação prática de análise de segurança. Por exemplo, quanto à estimação de estado e aos programas de fluxo de potência para análise de contingências, a tecnologia existente está praticamente consagrada. Diversas pesquisas estão sendo realizadas a nível mundial, mostrando que assuntos como seleção de contingências, interpretação de resultados para diagnóstico e escolha de ações corretivas/preventivas são de grande importância nos modernos centros de operação (WOLLENBERG, 1987; CHRISTIE, 1988; CHRISTIE, 1990; BARBOSA, 1991; BALU et al, 1992; TASK FORCE 39.03 CIGRÉ, 1993).

Como seria um projeto muito ambicioso abordar numa dissertação de mestrado estes três assuntos, decidiu-se centrar os esforços apenas no problema de diagnóstico.

O problema de análise de segurança estática em tempo real é descrito no capítulo 2. Também é apresentado nesse capítulo um breve resumo histórico dos principais trabalhos correlatos desenvolvidos até o momento. No capítulo 3 é apresentado o sistema elétrico que foi utilizado para testar e validar a metodologia escolhida para aplicação.



A técnica de redes neurais com treinamento não-supervisionado é explicada no capítulo 4, justificando seu uso na aplicação proposta para diagnóstico de sistemas de potência. Também são definidos os critérios usados para caracterizar os estados diagnosticados, de forma qualitativa.

No capítulo 5, a metodologia é aplicada para um subsistema protótipo formado pelo sistema elétrico que alimenta a região metropolitana de Curitiba, utilizando dados provenientes de simulações e dados obtidos por telemedição. Adicionalmente, são apresentadas as diretrizes gerais para implementação prática num centro de operação e controle.

Finalmente, no capítulo 6 é apresentada a conclusão resultante deste trabalho, fazendo-se ainda menção a futuros desenvolvimentos.

Capítulo 2

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

2.1 Introdução

O desenvolvimento dos sistemas de energia elétrica, a interligação destes sistemas em níveis elevados de tensão, o aumento da potência instalada e a consequente necessidade de gerenciamento da carga, levaram as empresas de energia elétrica a estruturarem suas áreas operacionais para enfrentar o desafio tecnológico de operar sistemas cada vez mais complexos. Aos poucos, os sistemas radiais em baixa tensão foram deixando de existir, dando lugar a sistemas que geravam e transmitiam elevadas quantidades de energia .

Os centros de operação das empresas foram concebidos em meados da década de 1960, com as atribuições principais de supervisão e controle. A supervisão é efetuada através de um sistema de aquisição de dados, baseado em unidades terminais remotas e o controle, principalmente de geração, com o desenvolvimento de sistemas analógicos e digitais de controle automático .

No Brasil, sistemas digitais foram substituindo os sistemas analógicos, porém as funções primordiais de supervisão e controle de geração continuam as mesmas na maioria das empresas. O projeto SINSC - Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação (1984), prevê a modernização dos centros de operação das empresas e a integração dos mesmos com o CNOS - Centro Nacional de Operação dos Sistemas. Com isto, estes centros serão dotados de ferramentas computacionais avançadas como, por exemplo, programas de análise de sistemas processados em tempo real.

O desenvolvimento dos centros de operação está intimamente relacionado ao desenvolvimento da eletrônica, dos sistemas de telecomunicação e da indústria de computadores. Os sistemas centralizados tipo dual (principal e secundário) estão dando lugar a modernos sistemas distribuídos, que utilizam estações de trabalho de elevada capacidade de processamento de dados numéricos e gráficos. Desta maneira, os aplicativos desenvolvidos podem ser mais eficientes no que diz respeito à rapidez de execução e, ao mesmo tempo, apresentar uma melhor qualidade na interface com os usuários (DY LIACCO, 1986; SCHELLSTEDE, 1992; WORKING GROUP 39.02 - CIGRÉ, 1992; THIYAGARAJAH, 1993; HARRIS, 1993).

A equipe que executa a operação em tempo real, durante as 24 horas do dia, muitas vezes tem que tomar decisões em um curto período de tempo. Por este motivo precisa utilizar as informações disponíveis que são provenientes do sistema de aquisição de dados e das instruções emitidas pelas áreas de programação da operação, mas precisam também usar, e muito, a sua experiência. Vale ressaltar que a maioria das ações de controle são executadas de forma manual.

As ações provenientes do centro de operação devem apresentar duas características fundamentais: rapidez e eficácia. É notória a necessidade existente, atualmente, do desenvolvimento de ferramentas que auxiliem os operadores desses centros a adotar ações com essas características. Desenvolver novas funções, aproveitando os recursos cada vez mais sofisticados da informática, é o desafio permanente da área de operação das empresas de energia elétrica.

Os temas relacionados com a segurança de regime permanente têm sido objeto de análise desde meados da década de 1960 (DY LIACCO, 1967). Várias técnicas de abordagem e implementação foram elaboradas desde então (CHRISTIE, 1988; BARBOSA, 1991; CRIADO, 1991; NIEBUR, 1992) mas, segundo pesquisa recente (BALU et al, 1992; TASK FORCE 39.03 - CIGRÉ, 1993), tais temas ainda não estão suficientemente solidificados e sua conceituação não é única.

2.2 Conceituação de Análise de Segurança Estática

Estar em segurança é estar livre de riscos ou perigos. Intuitivamente, é de fácil compreensão o significado do termo segurança para sistemas elétricos. No entanto, é difícil defini-lo com clareza, pois sempre um sistema elétrico estará suscetível a situações de insegurança, devido à própria natureza do processo, tanto de geração quanto de transmissão, transformação e distribuição de energia elétrica. Esta insegurança decorre de distúrbios cujas causas escapam ao controle humano, sejam por falhas dos equipamentos ou decorrentes de fenômenos ambientais (descargas atmosféricas e ventos, por exemplo).

Monitorar manualmente todos os valores das grandezas do sistema disponíveis no centro de operação é praticamente impossível. As regiões do sistema mais vulneráveis são, em geral, bem conhecidas e requerem cuidado constante, porém as situações anormais somente são detetadas pelo acionamento de alarmes.

A definição mais recente para análise de segurança estática aplicada à operação em tempo real de sistemas elétricos de potência (BALU et al, 1992), conceitua segurança de um sistema como a sua capacidade de permanecer em condições aceitáveis de operação frente a distúrbios iminentes, a cada instante de tempo. O processo de análise de segurança em um centro de operação do sistema, envolve as seguintes fases:

- **Monitoração de segurança:** medições em tempo real das variáveis que afetam a segurança e provêem as condições para formar o caso base para análise dos efeitos das contingências.
- **Avaliação da segurança:** avaliação dos dados provenientes da monitoração, para estimar a robustez relativa (nível de segurança) do sistema no presente estado.
- **Intensificação da segurança:** ações específicas adotadas em tempo real para aumentar a robustez do sistema.

Em geral, segurança tem sido considerada como a habilidade de um sistema em manter os fluxos nos circuitos e as tensões nas barras dentro de limites aceitáveis, com os recursos disponíveis, a despeito de mudanças de carga e, também, de suportar sem sérias consequências qualquer uma de uma lista de contingências possíveis.

Um aspecto importante a ser considerado na conceituação acima é a definição de quais e quantas contingências devem ser analisadas a cada ciclo de execução da avaliação da segurança, tipicamente a cada dez minutos. É evidente que incluir contingências duplas ou triplas leva a uma explosão combinatória, inviabilizando o processo.

A figura 2.1, a seguir, ilustra sequencialmente os elementos básicos para análise de segurança em tempo real.

Na fase de monitoração, usando as medidas em tempo real, é identificado se o sistema está normal, ou não.

Na fase de avaliação é verificado se o sistema permanece seguro, ou não, para cada uma das contingências analisadas.

As fases de intensificação, controle de emergência ou controle restaurativo são ações a serem realizadas para levar o sistema a um estado seguro nos seguintes casos, respectivamente: suportar todas as contingências do conjunto pré-definido, corrigir limites violados e restabelecer cargas interrompidas.

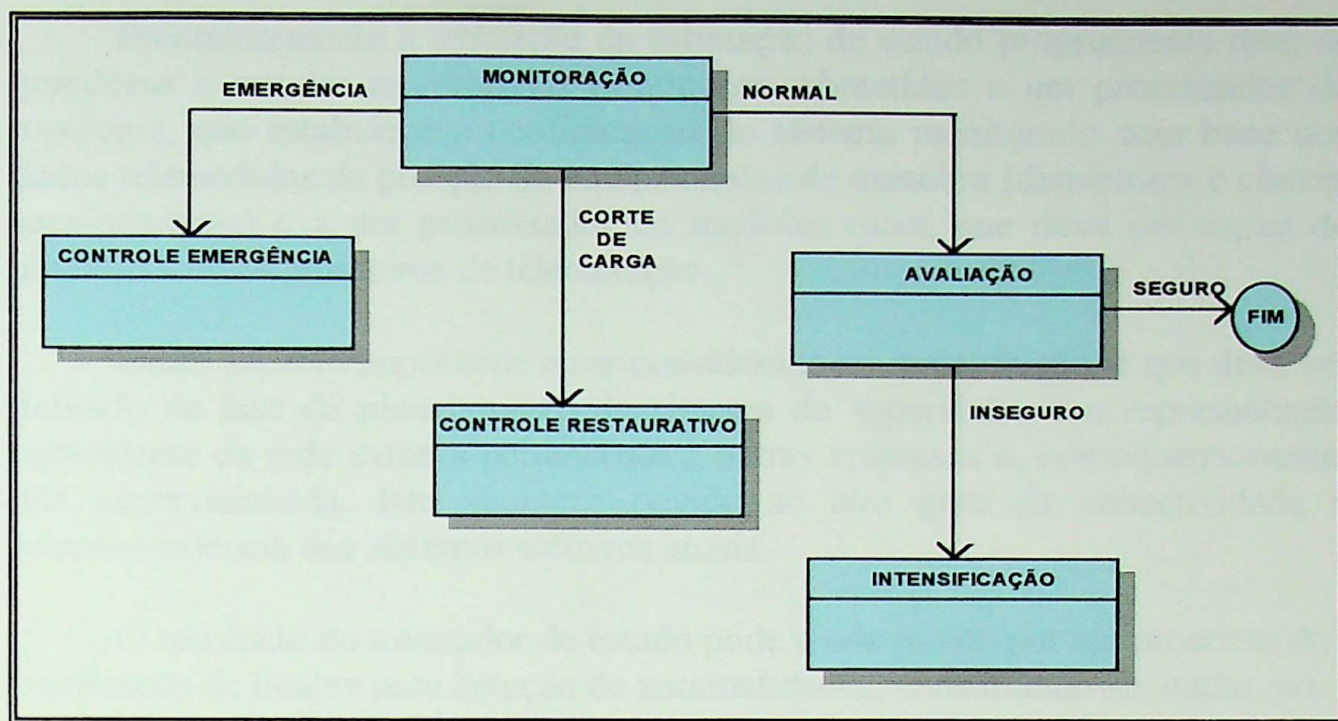


FIGURA 2.1 - Conceituação Esquemática da Análise de Segurança em Tempo Real

2.3 Monitoração de Segurança

Para propiciar a monitoração do sistema elétrico, o sistema de supervisão deve ter dados suficientes para permitir a utilização de um programa de estimação de estado.

Estimação de estado é um procedimento matemático para determinar o valor mais provável das variáveis de estado do sistema de potência, com base nos dados disponíveis, levando-se em conta que os mesmos podem estar corrompidos por erros (WOLLENBERG, 1984).

O sistema deve ser “observável”, isto é, ter medidas em número suficiente e estrategicamente localizadas para permitir a estimação das grandezas nos pontos que não são supervisionados. Deve possuir também alguma redundância, que é dotar o sistema de um número de medidas maior que o número necessário para o estimador de estado funcionar, para que falhas temporárias em unidades terminais remotas não inviabilizem a sua execução.



Preliminarmente à execução da estimação de estado propriamente dita, as grandezas e estados monitorados devem ser submetidos a um processador de topologia, que estabelece a configuração do sistema monitorado com base nos dados telemedidos da posição de equipamentos de manobra (disjuntores e chaves seccionadoras) e a um processador de medidas ruins, que deve ser capaz de identificar erros grosseiros de telemedição.

Outro aspecto importante a ser considerado na monitoração, e que deve ser definido na fase de planejamento do sistema de supervisão, é a representação equivalente da rede externa pertencente a outras empresas e, conseqüentemente, não supervisionada. Isto acontece devido ao alto grau de conectividade e interdependência dos sistemas elétricos atuais.

O resultado do estimador de estado pode ainda passar por um processo de verificação de limites para detecção de anormalidades, constituindo-se, então, no melhor “retrato” do sistema, no momento.

2.4 Avaliação de Segurança

O processo de avaliação de segurança consiste na seleção e simulação de um conjunto de contingências. Sua aplicação em tempo real, no ciclo de análise de segurança, é justificada pelo fato de que os operadores do sistema, se estiverem conscientes dos efeitos das contingências mais severas, em alguns casos poderão agir preventivamente, preparando o sistema para suportá-las ou, em outras situações, agir rapidamente se alguma delas ocorrer.

Como o esforço computacional para estas simulações é elevado, um dos principais problemas nesta fase é a escolha e a ordenação das contingências a serem analisadas, pois há um conflito a ser resolvido entre a rapidez de processamento e a exatidão dos resultados.

Outro sério problema a ser resolvido nesta fase é como avaliar os resultados de tantas simulações, de forma rápida e prática. Para tentar equacionar estes assuntos, pesquisas exaustivas têm sido feitas, gerando os mais variados métodos de seleção e avaliação de contingências, estabelecendo índices de severidade e de “performance”. Comumente esses métodos, mesmo quando se mostram adequados para situações específicas, têm-se revelado pouco práticos para uso geral.

2.5 Intensificação de Segurança

Nesta fase, para cada contingência que levar o sistema para um estado não seguro, determina-se se existem ações que, tomadas preventivamente, possam reverter esta situação. Este é igualmente um problema complexo, pois muitas vezes quando estas ações existem, elas podem ser inviáveis economicamente ou somente recomendadas para situações de emergência. Também a respeito deste assunto muita pesquisa tem sido feita, principalmente com o uso de técnicas de otimização (BALU et al, 1992; BERTRAM, 1990).

2.6 Estado da Arte em Análise de Segurança

O trabalho reconhecidamente pioneiro no tema de análise de segurança de sistemas elétricos foi elaborado por DY LIACCO (1967), no qual foram definidos os seguintes estados de operação: normal, emergência e restaurativo.

No estado normal a demanda da carga é plenamente atendida, a frequência é constante, as tensões estão nos valores desejados e o sistema não ficará instável para distúrbios pequenos ou de rotina. As ações de controle adotadas têm caráter preventivo.

No estado de emergência há violação de limites de emergência de equipamentos, queda na frequência ou perda de sincronismo. Ações de controle devem ser tomadas imediatamente, para evitar degradação e atender a maior demanda possível. No estado restaurativo existem cargas interrompidas, e as ações de controle devem levar a uma transição segura para seu restabelecimento.

Nesse trabalho ele descreveu também os diversos tipos de controle que podem ser usados para aumentar a confiabilidade do sistema, sugerindo inclusive técnicas de otimização. Já naquela época, concluiu que métodos melhores de apresentar informações necessitavam ser desenvolvidos, para efetivamente fornecer informações significativas ao operador do sistema; e que o uso da experiência e conhecimento que os operadores têm de um sistema de potência específico, ou seja, o uso de heurísticas, possui um grande valor no sucesso do desenvolvimento de um modelo prático para uso em tempo real.

Segundo CHRISTIE (1988), em 1969 DY LIACCO complementou sua conceituação, incluindo também a definição do estado de "alerta", no qual o sistema atende sua carga, não há violação de limites porém não suporta determinadas contingências.

Ao longo das décadas de 1970 e 1980, as especificações dos centros de supervisão e controle passaram a contemplar as funções de análise de segurança conforme descrito em 2.2 e, paralelamente, desencadeou-se o desenvolvimento de técnicas de estimação de estado, seleção de contingências, algoritmos mais rápidos de análise de contingências e técnicas de otimização, para viabilizar a implantação em tempo real.

STOTT, ALSAC e MONTICELLI (1987) revisaram e complementaram as propostas apresentadas até então e formularam o problema de otimização para aplicação em tempo real, destacando também os problemas para implementação prática.

CHRISTIE (1988) fez uma reavaliação crítica do tema, destacando a necessidade de melhorias nos aspectos de seleção de contingências e interpretação dos resultados das simulações, pois os esquemas de avaliação de segurança inteiramente automáticos são incapazes de gerar informações com a qualidade desejada para aplicação em tempo real. Propôs então a combinação de técnicas numéricas com técnicas emergentes de inteligência artificial, concebendo portanto um sistema híbrido. Destacou que o EPRI - "Electrical Power Research Institute", numa avaliação do assunto, selecionou a análise de segurança como um dos aspectos da operação de sistemas elétricos de potência que mais necessitavam de melhorias e um dos mais adequados para aplicação de técnicas de inteligência artificial. CHRISTIE (1990) publicou o resultado do desenvolvimento de um protótipo aplicado a um sistema de potência real. Nesse protótipo, sistemas especialistas são integrados a programas algorítmicos, incorporando os critérios de avaliação próprios da empresa.

WOLLENBERG, pesquisador dedicado às funções de centros de operação e controle, relacionou os problemas vividos pelos operadores do sistema bem como a complexidade para sua solução, e citou aqueles que considerava bons candidatos para soluções de inteligência artificial, particularmente com o uso de sistemas especialistas (1987a, 1987b). Dentre eles, destaca-se: processamento de alarmes, despacho econômico, restauração do sistema e funções de análise de segurança, tanto de seleção de contingências e diagnóstico quanto de ações preventivas e corretivas, mostrando o potencial existente para pesquisa e desenvolvimento.

CRIADO (1991) apresentou um sistema híbrido com ênfase na análise de contingências e controle corretivo ou preventivo para melhorar a segurança de sistemas de potência, integrando um sistema especialista baseado em regras com programas de algoritmos numéricos.

BARBOSA (1991) estudou também os problemas associados à análise de segurança em tempo real e propôs uma solução, utilizando técnicas de inteligência artificial, para fornecer ao operador do sistema informações em tempo real sobre o grau de segurança do sistema.

HANDSCHIN (1992) propôs um sistema especialista baseado em regras para avaliação do estado do sistema, integrado ao sistema de supervisão e controle.

VERSTEGE (1993) propôs a estrutura de um sistema similar aos anteriores, incluindo a integração de sistemas especialistas com programas de análise de contingências e curto-circuito.

A “TASK FORCE” 39.03 da CIGRÈ (1993) apresentou o resultado de uma pesquisa mundial sobre desenvolvimento e aplicação de sistemas especialistas à operação e controle de sistemas de potência, explicando o porquê do fracasso das técnicas de análise de segurança implantadas nas décadas de 1970 e 1980 nos centros de operação, alertando sobre os aspectos práticos que devem ser melhor conhecidos para que se possa desenvolver sistemas que corrijam estas deficiências.

BALU et al (1992) elaboraram um documento completo sobre o assunto análise de segurança como um todo, fazendo uma retrospectiva histórica e abordando desde observabilidade, estimação de estado, seleção e análise de contingências e fluxo de potência ótimo até análise de segurança dinâmica e estabilidade de tensão, temas recentes com enfoque para aplicação em tempo real, destacando, em cada assunto, o que está plenamente dominado e o que ainda precisa de pesquisa de novos métodos.

Nos últimos anos surgiram várias possibilidades de utilização das técnicas de inteligência artificial, particularmente o uso de redes neurais aplicadas a problemas de sistemas de potência, na solução de diversos problemas como: localização de falta, previsão de carga, programação de geração, diagnóstico de perturbações e também monitoração e análise de segurança estática e dinâmica. Há uma série de artigos que apresentam o potencial desta nova técnica, destacando-se os trabalhos de PAO e SOBAJIC (1991a, 1991b, 1991c, 1992, 1993, 1994) e DALSTEIN (1993).

2.7 Proposta de Abordagem para o Problema de Análise de Segurança

O objetivo desta dissertação de mestrado é o desenvolvimento de uma metodologia de diagnóstico para sistemas de potência, com as seguintes características:

- Possibilidade de aplicação na operação em tempo real, a partir de dados telemedidos do sistema e processados num estimador de estado. Para tanto, os requisitos de tempo de processamento reduzido e exatidão de resultados são de suma importância.
- Desenvolvimento de modelos e testes, utilizando dados manipulados fora do ambiente do EMS - “Energy Management System” (Sistema Gerenciador de Energia), devido à impossibilidade de integração imediata.
- Na aplicação em tempo real, o método deve ser capaz de diagnosticar o estado operacional do sistema, atribuindo uma classificação qualitativa que servirá para avaliar a necessidade de adotar ações para melhoria das condições operacionais, bem como efetuar estatísticas dos níveis de risco a que o sistema esteve submetido (dados para pós-operação).
- Avaliar as contingências possíveis de acontecer, considerando o estado operacional atual e suas respectivas consequências, o que servirá para dois objetivos: avaliar a necessidade de adoção de medidas preventivas ou ficar preparado para agir corretamente e imediatamente, caso alguma delas venha a ocorrer.

Em suma, pretende-se obter um sistema de apoio à decisão dos operadores, pois é um fato que o desempenho dos seres humanos diminui à medida que aumenta a complexidade do sistema e, especificamente, quando eventos repentinos e imprevistos acontecem.

Visando a maior aceitação por parte dos operadores deste sistema de apoio à decisão, deve-se tomar alguns cuidados especiais na sua elaboração:

- a interpretação dos resultados deve ser simples e rápida, de fácil visualização, o que implica na criação de telas de interface homem-máquina amigáveis;
- os eventuais relatórios devem ser sintéticos, contendo somente as informações essenciais.

Sua principal finalidade é efetuar uma operação preditiva em regime permanente: ao detectar situações que possam levar à deterioração do estado operacional do sistema, se for possível, deve-se evitá-las, atuando preventivamente.

As situações de perturbação no sistema, caracterizadas por emergências em vários lugares, fogem do escopo deste trabalho, devendo ser tratadas através de um sistema de diagnóstico de perturbação e recomposição, ferramenta também muito importante para auxílio à operação.

Em resumo, o sistema para análise de segurança estática buscado deveria ser capaz de responder a estas perguntas:

- Qual a segurança do sistema agora?
- Se a segurança do sistema atual não for boa, pode-se melhorá-la? Como?
- Quais as contingências que resultam em problemas operacionais para as quais pode-se sugerir ações corretivas?
- Quais as contingências que resultam em problemas operacionais muito graves, para as quais é possível sugerir ações preventivas?
- Quais as contingências que resultam em problemas operacionais contornáveis, para as quais é possível sugerir ações corretivas facilmente executadas, na eventualidade de ocorrer a referida contingência?

A figura 2.2, a seguir, ilustra esta proposição.

Para equacionar estas questões depara-se com diversas dificuldades, tais como: quais e quantas contingências devem ser analisadas, como obter e determinar de maneira rápida as ações apropriadas e efetivas para cada caso, como caracterizar ou calcular o grau de segurança de cada estado?

O tema central deste trabalho concentra-se em buscar respostas para a última questão, porque é uma etapa fundamental na análise de segurança o correto diagnóstico do estado operacional do sistema, alertando os operadores do centro de operação sobre situações de risco potencial e, por sua vez, permitindo que suas atuações no sistema sejam mais eficazes.

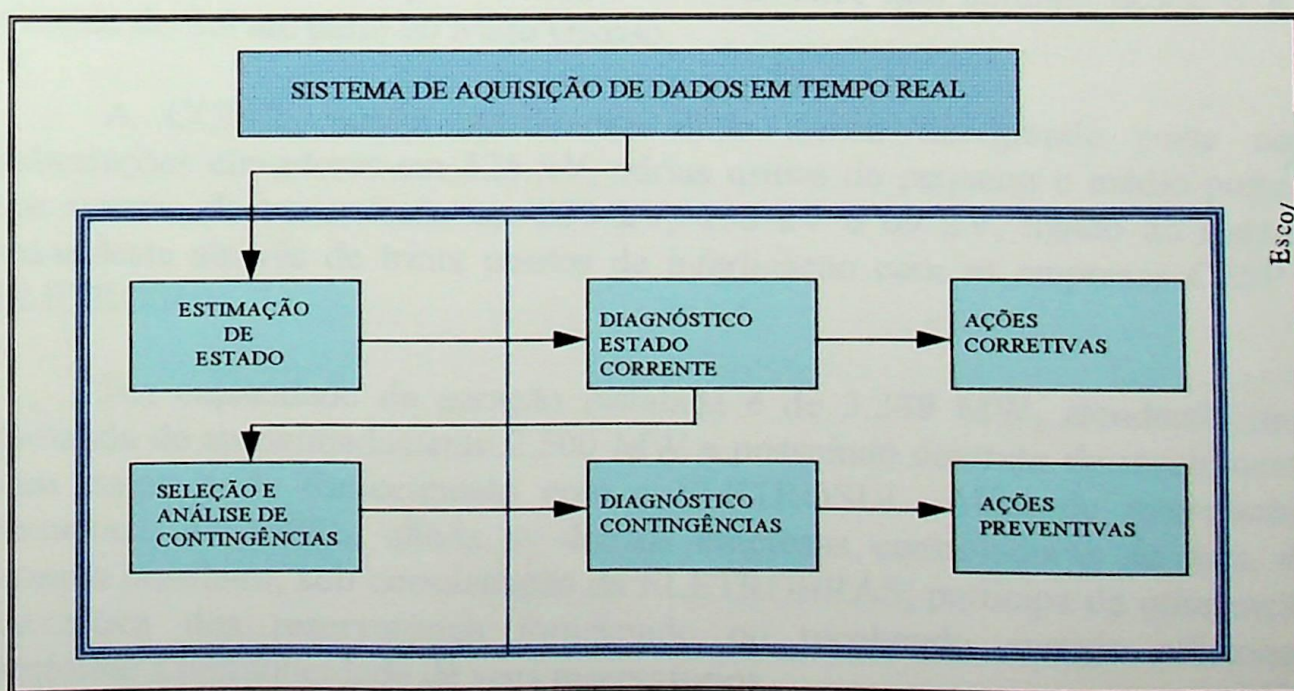


FIGURA 2.2 - Estrutura Funcional Simplificada para Análise de Segurança em Tempo Real

Capítulo 3

DESCRIÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO ANALISADO

3.1 Introdução

Para a realização dos testes de aplicação da metodologia proposta para diagnóstico, foi utilizado um sistema elétrico real, correspondente a uma região do sistema completo da Companhia Paranaense de Energia - COPEL. Isto foi conveniente devido a que se dispunha de um razoável conhecimento disponível sobre suas características e peculiaridades.

O sistema da COPEL e, particularmente, o subsistema escolhido para os testes, serão descritos neste capítulo.

3.2 O Sistema Elétrico da COPEL

A COPEL é a empresa concessionária de distribuição de energia elétrica no estado do Paraná. No entanto, é uma empresa que atua também com geração e transmissão de energia. O seu sistema de alta tensão, ou seja, as unidades de geração e de transmissão em tensão igual ou superior a 69 kV, faz parte do chamado sistema interligado sul/sudeste brasileiro, que abrange desde o Rio Grande do Sul até parte do Mato Grosso.

A COPEL possui atualmente duas usinas de grande porte com subestações elevadoras em 525 kV, várias usinas de pequeno e médio porte e um sistema de transmissão em 230 kV, 138 kV e 69 kV, ligado ao sistema sul/sudeste através de trinta pontos de interligação com as empresas CESP e ELETROSUL.

Sua capacidade de geração instalada é de 3.339 MW, atendendo uma demanda de aproximadamente 2.500 MW e possuindo contrato de recebimento com Itaipu e de fornecimento com a ELETROSUL. Além do intercâmbio contratual, a COPEL, aliada às demais empresas controladoras de área do sistema brasileiro, sob coordenação da ELETROBRÁS, participa da otimização energética dos reservatórios fornecendo ou recebendo energia adicional, conforme a hidraulicidade de seus reservatórios.

O sistema COPEL compreende cem subestações, sendo duas de 525 kV, quatorze de 230 kV e as demais de 138 kV e 69 kV. Nove dessas subestações são elevadoras de usinas. As subestações distribuidoras atendem mais de dois milhões de consumidores, sendo vinte e três deles atendidos em tensão de transmissão (igual ou superior a 69 kV). A coordenação da operação desse sistema é feita de forma centralizada pelo centro de operação do sistema (COS), descrito a seguir.

3.3 O Centro de Operação do Sistema da COPEL

O COS da COPEL, operando ininterruptamente durante as vinte e quatro horas do dia, tem como funções principais:

- a supervisão, a monitoração de limites, a coordenação de manobras e o controle de tensão do sistema elétrico;
- a execução do controle automático de geração e conseqüentemente da frequência do sistema;
- o controle dos níveis dos reservatórios das usinas, controle dos intercâmbios programados e não programados com as demais empresas;
- a coordenação de manobras de restabelecimento pós-perturbações.

Das cem unidades, quarenta e oito são supervisionadas pelo COS, através de unidades terminais remotas que transmitem os dados por um sistema de microondas até os computadores do sistema de supervisão e controle. Esse sistema computacional foi instalado em meados da década de 1970, estando já em andamento o projeto de sua substituição.

O novo sistema de supervisão e controle, que deverá estar operacional em meados de 1.997, contará com tecnologia atualizada e será instalado com as funções do ciclo de análise de segurança, ou seja, estimador de estado, configurador, fluxo de potência em tempo real e análise de contingências.

Atualmente, todas as recomendações operacionais, tanto para a situação normal quanto para as emergências no sistema, são emitidas pelas áreas de pré-operação. A introdução de novas ferramentas de suporte à operação em tempo real é, reconhecidamente, uma necessidade dos operadores do sistema, responsáveis diretos pela qualidade e integridade do sistema de energia elétrica da empresa.

3.4 Subsistema da Região Metropolitana de Curitiba

Para a realização dos testes de aplicação da metodologia proposta foi escolhido o subsistema do sistema COPEL que abastece a região metropolitana de Curitiba, composta da capital do Paraná e cidades vizinhas. Essa escolha levou em conta os seguintes critérios:

- Necessidade de reduzir a dimensão matemática e computacional do problema, para que o potencial de aplicabilidade da metodologia de diagnóstico proposta pudesse ser efetivamente avaliado, sem a interferência de dificuldades externas, oriundas do tamanho ou da complexidade do sistema analisado.
- O fato de que, devido às suas características próprias, a consideração deste subsistema como um sistema isolado, nas simulações não compromete a confiabilidade dos resultados, que correspondem de perto àqueles que seriam obtidos com o sistema real, que é interligado.
- A familiaridade e a experiência da autora com este subsistema.

A figura 3.1 mostra o sistema real da região metropolitana de Curitiba e suas interligações com o restante do sistema interligado.

3.5 Redução do Sistema para Teste da Metodologia

Para isolar o subsistema escolhido do restante do sistema, as duas fontes que o alimentam foram substituídas por usinas equivalentes ali localizadas. O equivalente simples do sistema de 525 kV foi feito usando os dados da usina Governador Bento Munhoz da Rocha Netto, como se ela estivesse localizada em Curitiba.

Tal simplificação não compromete os resultados, pois não será analisado o comportamento dinâmico do sistema.

As interligações com o sistema da região leste de Santa Catarina foram consideradas e o atendimento foi radializado, pois o fluxo normal é nesse sentido.

A interligação com as regiões centro e norte do estado do Paraná foi representada como uma usina fictícia, com uma única máquina, de médio porte, compatível com o fluxo normal de energia naquela linha de transmissão.

REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

CONVENÇÕES	
○	SUBESTAÇÃO
●	GRANDE CONSUMIDOR
⊗	US HIDRELÉTRICA
—	TRANSFORMADOR
—	LT 500 kV
—	LT 230 kV
—	LT 138 kV
—	LT 69 kV

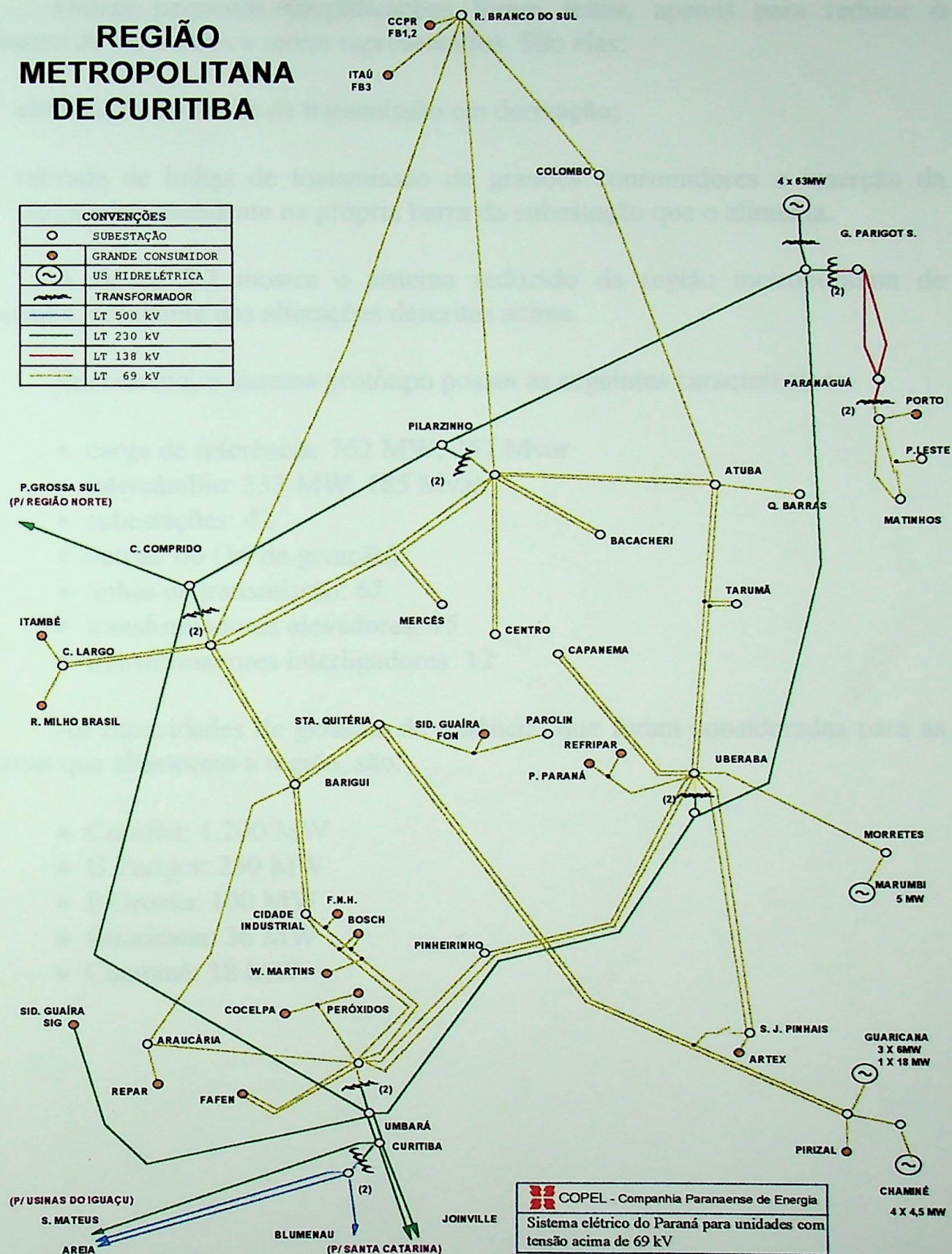


FIGURA 3.1 - Sistema Elétrico Real da Região Metropolitana de Curitiba

Outras pequenas simplificações foram feitas, apenas para reduzir o número de elementos a serem representados. São elas:

- eliminação de linhas de transmissão em derivação;
- retirada de linhas de transmissão de grandes consumidores e inserção da carga correspondente na própria barra da subestação que o alimenta.

A figura 3.2 mostra o sistema reduzido da região metropolitana de Curitiba, resultante das alterações descritas acima.

Em resumo, o sistema protótipo possui as seguintes características:

- carga de referência: 762 MW, 267 Mvar
- intercâmbio: 333 MW, 185 Mvar
- subestações: 42
- barras: 66 (16 de geração)
- linhas de transmissão: 67
- transformadores elevadores: 15
- transformadores interligadores: 12

As capacidades de geração de potência, que foram consideradas para as usinas que abastecem a região, são:

- Curitiba: 1.200 MW
- G.Parigot: 250 MW
- P.Grossa: 100 MW
- Guaricana: 36 MW
- Chaminé: 18 MW

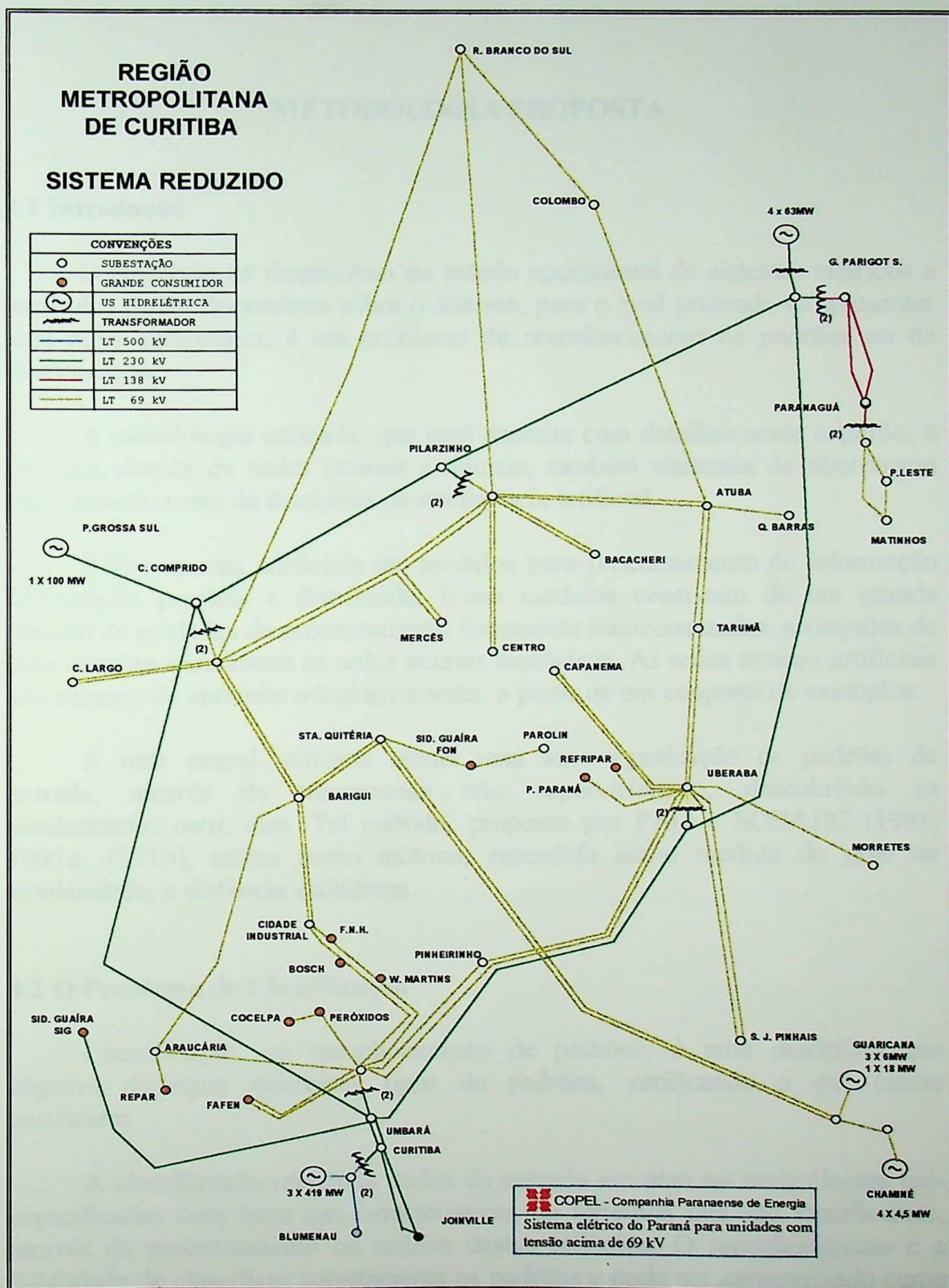


FIGURA 3.2 - Sistema Elétrico Reduzido da Região Metropolitana de Curitiba.

Capítulo 4

METODOLOGIA PROPOSTA

4.1 Introdução

O problema de diagnóstico do estado operacional de sistemas elétricos a partir dos dados disponíveis sobre o sistema, para o qual pretende-se apresentar uma nova abordagem, é um problema de reconhecimento de padrões ou de classificação.

A metodologia utilizada, que será descrita com detalhes neste capítulo, é um tipo técnica de redes neurais artificiais, também chamada de abordagem conexionista, ramo da disciplina de inteligência artificial.

Redes neurais artificiais são modelos para processamento de informação de maneira paralela e distribuída. Esses modelos consistem de um grande número de unidades de processamento fortemente interconectadas, arranjadas de uma maneira semelhante às redes neurais biológicas. As redes neurais artificiais são capazes de aprender adaptativamente, a partir de um conjunto de exemplos.

A rede neural utilizada efetua uma auto-organização de padrões de entrada, através de treinamento não supervisionado, descobrindo as similaridades entre eles. Tal método, proposto por PAO e SOBAJIC (1991, 1991a, 1991b), utiliza como métrica, entendida como medida do grau de similaridade, a distância euclidiana.

4.2 O Problema de Classificação

Classificação, ou reconhecimento de padrões, é uma disciplina que objetiva distinguir diferentes tipos de padrões, verificando a que classe pertencem.

A classificação relaciona dados de entrada em uma ou mais classes pré-especificadas com base nas características ou atributos que são significantes, através de processamento ou análise destes atributos. O reconhecimento é a habilidade de classificar corretamente os padrões e pode ser caracterizado como um processo de redução de informação, mapeamento de informação ou rotulação de informação.

Diversas abordagens para reconhecimento de padrões têm sido utilizadas em várias tarefas, e são importantes para o desenvolvimento de sistemas dito "inteligentes".

A figura 4.1 ilustra, de modo abstrato, o processo de reconhecimento de padrões: Seja o espaço de classes C , o espaço de padrões P e o espaço de medições M . As relações R_i , R_j e R_k fazem a correspondência dos padrões às classes. Cada classe gera um subconjunto de padrões no espaço P . Estes subespaços podem se sobrepor, permitindo que padrões de diferentes classes compartilhem atributos.

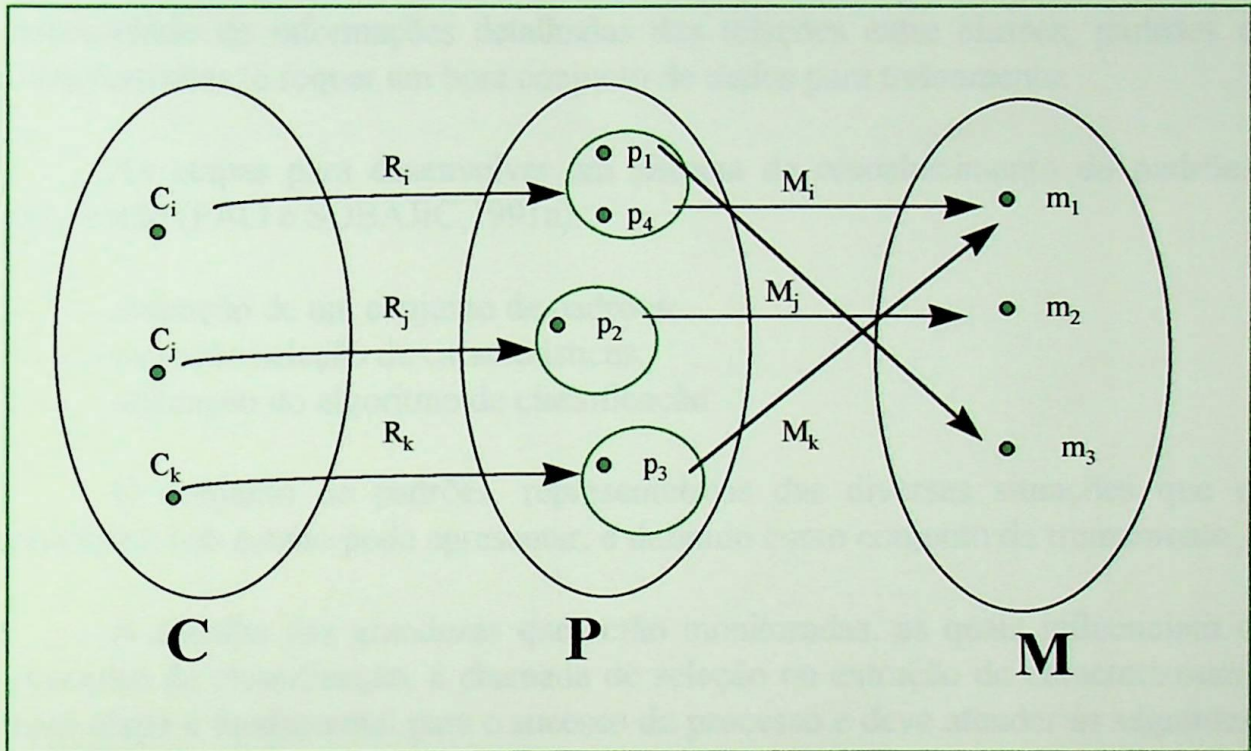
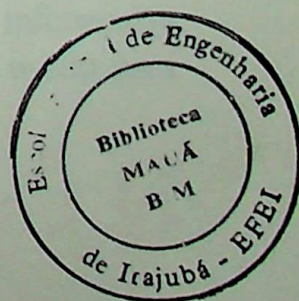


FIGURA 4.1 - Reconhecimento de Padrões - Uma Visão Abstrata.

As relações M_i, M_j, M_k mapeiam os padrões a partir dos subespaços de P , em características ou medidas observáveis m_1, m_2, m_3 .

A partir deste conceito, o problema de reconhecimento de padrões pode ser formulado como:

“Dada uma medida m_i deseja-se um método para identificar as relações M_i e R_i , para todo i .”



Quando medidas idênticas resultam em padrões diferentes e, por sua vez, em classes diferentes, fica caracterizado um problema de ambiguidade. É de extrema importância a escolha adequada das medições que possuam conteúdo informativo, capaz de traduzir-se em fatos característicos para o processo de identificação do padrão associado.

Padrões que são gerados pela mesma classe e estão próximos no espaço de padrões não têm necessariamente as mesmas medidas. Isto é significativo para, pelo processo de agrupamento, medir as similaridades entre padrões.

A abordagem através de redes neurais, tipo "caixa-preta", tenta eliminar a necessidade de informações detalhadas das relações entre classes, padrões e características, e requer um bom conjunto de dados para treinamento.

As etapas para desenvolver um sistema de reconhecimento de padrões são, então (PAO e SOBAJIC, 1991a):

- obtenção de um conjunto de padrões;
- extração/seleção de características;
- aplicação do algoritmo de classificação.

O conjunto de padrões, representativos das diversas situações que o problema sob estudo pode apresentar, é definido como conjunto de treinamento.

A escolha das grandezas que serão monitoradas, as quais influenciam o processo de classificação, é chamada de seleção ou extração de características. Esta etapa é fundamental para o sucesso do processo e deve atender às seguintes necessidades práticas:

- tornar o treinamento computacionalmente viável;
- reduzir os dados do problema sem descartar nenhuma característica vital.

A aplicação do algoritmo de classificação, através do treinamento não-supervisionado, é feita submetendo os elementos do conjunto de treinamento que não têm classes previamente definidas a um processo que determine a partição natural dos dados disponíveis na amostragem de padrões.

Medida de similaridade é a medida da proximidade entre padrões. As regiões de decisão devem ser definidas de forma que não haja sobreposição no espaço de padrões. O conjunto de treinamento deve fornecer informação suficiente para associar dados de entrada com decisões de saída, e é usado para capacitar o sistema a aprender a informação relevante.

4.2.1 Exemplo Ilustrativo do Problema de Classificação

Para melhor elucidação do problema de classificação, um exemplo simples é apresentado, fazendo uma analogia com a questão de classificação de animais:

- seja o espaço de classes C , que classifica parte do reino animal em aves e mamíferos;
- seja o espaço de padrões P , que contém alguns animais conhecidos;
- seja o espaço de características M , que mostra as características principais que permitem descobrir a que classe cada animal pertence.

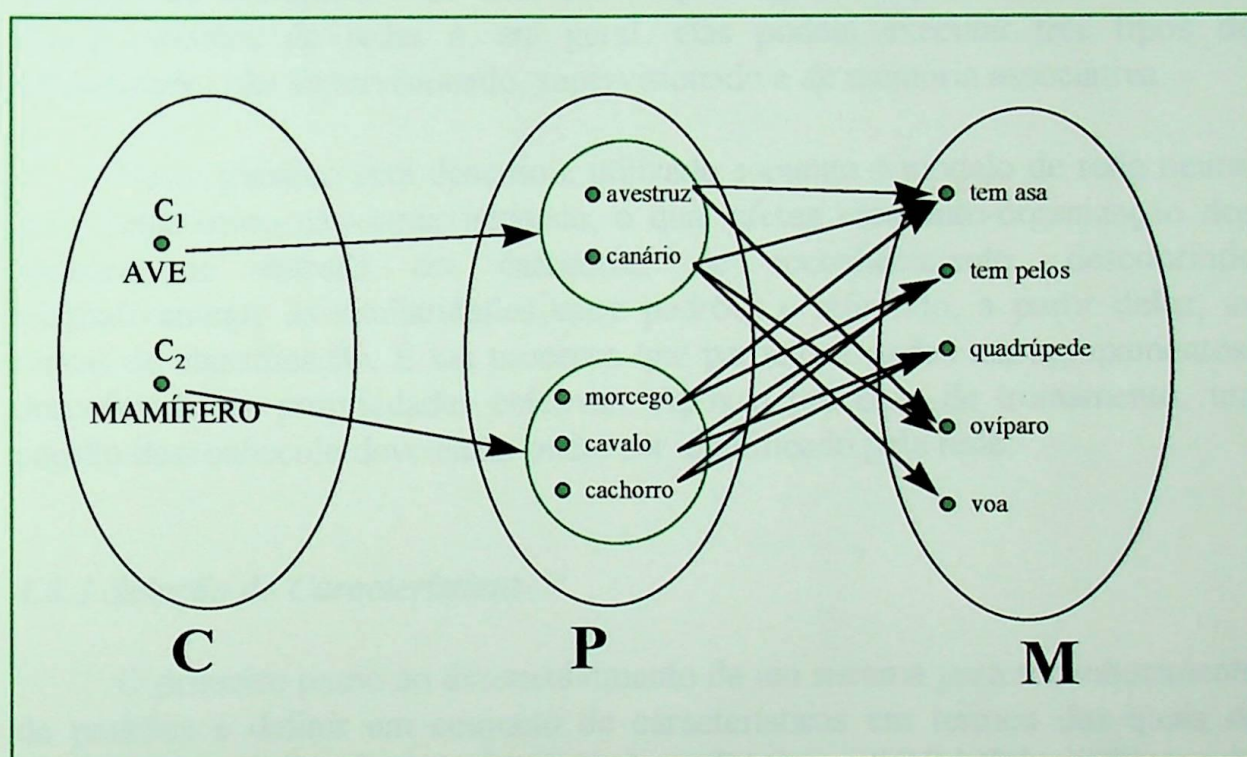


FIGURA 4.2 - Exemplo de Sistema para Classificação Animal.

O sistema de classificação, após treinado com as informações disponíveis, deve classificar um animal desconhecido a partir da análise dos dados característicos do espaço M , em uma das classes C_1 ou C_2 , ou, caso o animal não se enquadre em nenhuma delas, informar que a classe é desconhecida.

4.3 Redes Neurais Artificiais com Treinamento não Supervisionado

A disciplina da inteligência artificial, bem como suas ramificações, objetiva entender os processos perceptivos e cognitivos dos seres humanos e implementar capacidades similares em máquinas e computadores (PAO, 1989).

As redes neurais artificiais, também conhecidas como sistemas conexionistas, são modelos para processamento de informação de maneira paralela e distribuída. Este modelo de rede neural presta-se também para reconhecimento de padrão e consiste de um grande número de unidades de processamento interconectadas e arranjadas de uma maneira semelhante às redes neurais biológicas.

As redes neurais são capazes de aprender adaptativamente, a partir de um conjunto de exemplos, e de criar sua própria representação subsimbólica. Há vários modelos de redes e, em geral, elas podem executar três tipos de aprendizado: não supervisionado, supervisionado e de memória associativa.

Neste trabalho será descrito e utilizado somente o modelo de rede neural com treinamento não-supervisionado, o qual efetua uma auto-organização dos padrões de entrada em categorias de reconhecimento, descobrindo adaptativamente as similaridades entre padrões e inferindo, a partir deles, as regras de classificação. É um processo que particiona dados em agrupamentos, descobrindo as propriedades coletivas. Após o processo de treinamento, um padrão desconhecido deve então poder ser identificado pela rede.

4.3.1 Seleção de Características

O primeiro passo no desenvolvimento de um sistema para reconhecimento de padrões é definir um conjunto de características em termos das quais os dados de entrada serão representados (PAO e SOBAJIC, 1991a). As características selecionadas devem representar apropriadamente uma variedade de condições que os padrões podem assumir. Cada padrão, então, será representado como um vetor de comprimento fixo, cujos elementos são os valores associados às características selecionadas.

Seja M o número de características de entrada. Um padrão $\underline{x}^{(p)}$ será representado por:

$$\underline{x}^{(p)} = [x_1^{(p)} \quad x_2^{(p)} \quad x_3^{(p)} \quad \dots \quad x_M^{(p)}]$$

e o subsequente por:

$$\underline{x}^{(p+1)} = [x_1^{(p+1)} \quad x_2^{(p+1)} \quad x_3^{(p+1)} \quad \dots \quad x_M^{(p+1)}]$$

onde $x_i^{(p)}$ e $x_i^{(p+1)}$ são os valores da característica i para os padrões $\underline{x}^{(p)}$ e $\underline{x}^{(p+1)}$.

4.3.2 Conjunto de Treinamento

Após a escolha das características relevantes para os padrões do problema, a próxima etapa é a montagem do conjunto de treinamento.

Seja P o número de padrões escolhidos para treinamento. P deve ser suficientemente grande para representar um número significativo de diferentes situações para os padrões, porém não deve ser tão elevado que prejudique o desempenho computacional e que transforme o problema num esquema de consulta a tabelas, onde todas as possibilidades já estão definidas. No caso sob estudo, se se optasse por confeccionar tabelas, as mesmas deveriam conter todos os casos possíveis de contingências para todas as possíveis configurações, o que tornaria o problema inviável do ponto de vista computacional, devido à explosão combinatória do número dessas alternativas.

Quando as características são de naturezas muito distintas, o conjunto de treinamento deve passar por um processo de normalização, por exemplo, uma transformação linear no intervalo $[-1, +1]$, para que a importância relativa de cada uma delas perante as demais não seja obscurecida.

4.3.3 Auto-organização em Grupos

Definido um conjunto de treinamento, seus padrões deverão então ser agrupados em conjuntos que formem uma região de decisão. Para agrupá-los é necessário efetuar uma escolha de métrica adequada para medição da distância entre os padrões. A métrica utilizada neste trabalho foi a distância euclidiana entre vetores, definida por:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (u_{ik} - u_{jk})^2}$$

A figura 4.3 ilustra o processo de agrupamento, que reduz drasticamente as dimensões do problema.

Sendo $\underline{x}^{(i)} = [x_1^{(i)} \quad x_2^{(i)} \quad x_3^{(i)} \quad \dots \quad x_M^{(i)}]$

$$e \quad \underline{c}^{(j)} = [c_1^{(j)} \quad c_2^{(j)} \quad c_3^{(j)} \quad \dots \quad c_M^{(j)}]$$

Os p padrões são submetidos ao processo de auto-organização originando k grupos, sendo $k \leq p$, pois o número resultante de grupos será, no máximo, igual ao número de padrões de entrada, no caso extremo em que a medida de similaridade seja nula e, no mínimo, igual a um, se a medida de similaridade for demasiadamente elevada.

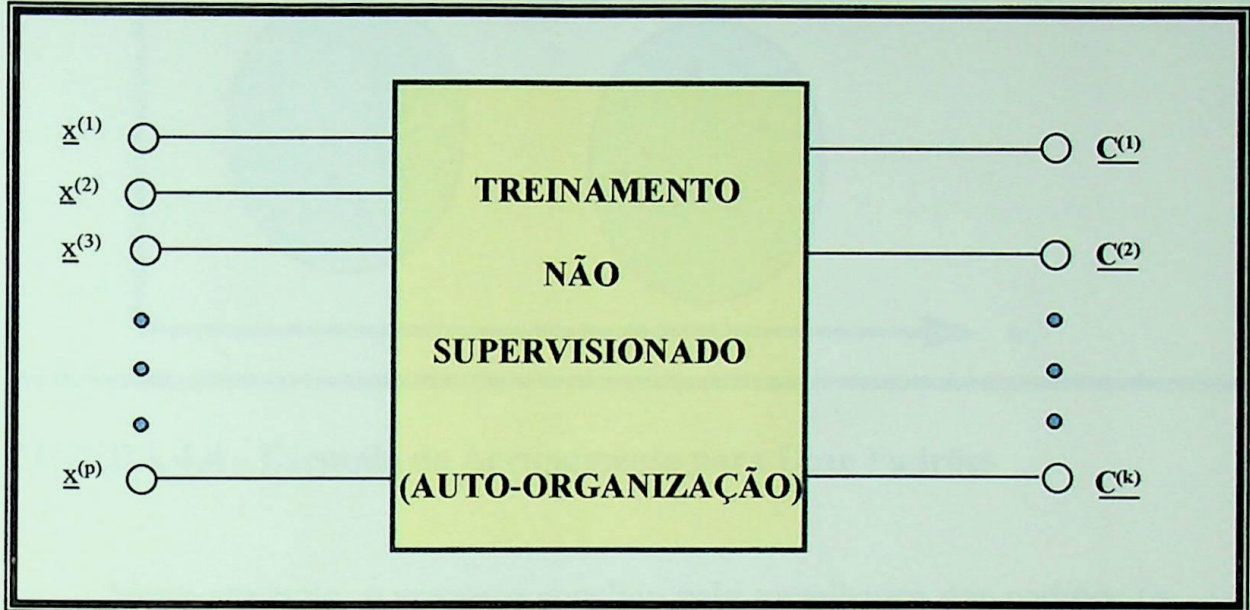


FIGURA 4.3 - Processo de Auto-organização

A escolha do valor adequado para a medida de similaridade, representada pelo parâmetro de vigilância, é feita após análise dos resultados do treinamento para cada valor adotado, verificando a homogeneidade dos grupos formados individualmente. É um processo que deve ser repetido, variando-se o valor do parâmetro de vigilância, até que todos os grupos contenham padrões que podem ser considerados como pertencentes à mesma classe. No caso de padrões heterogêneos permanecerem compartilhando o mesmo grupo, o conjunto de treinamento deve ser reduzido, com a extração dos grupos homogêneos e respectiva memorização dos seus pesos, e o processo deve ser repetido até a obtenção de coerência, quando então os grupos formados serão acrescentados aos que foram extraídos.

Um exemplo para 12 padrões de duas características, o que permite uma visualização no espaço bidimensional, é apresentado na figura 4.4.

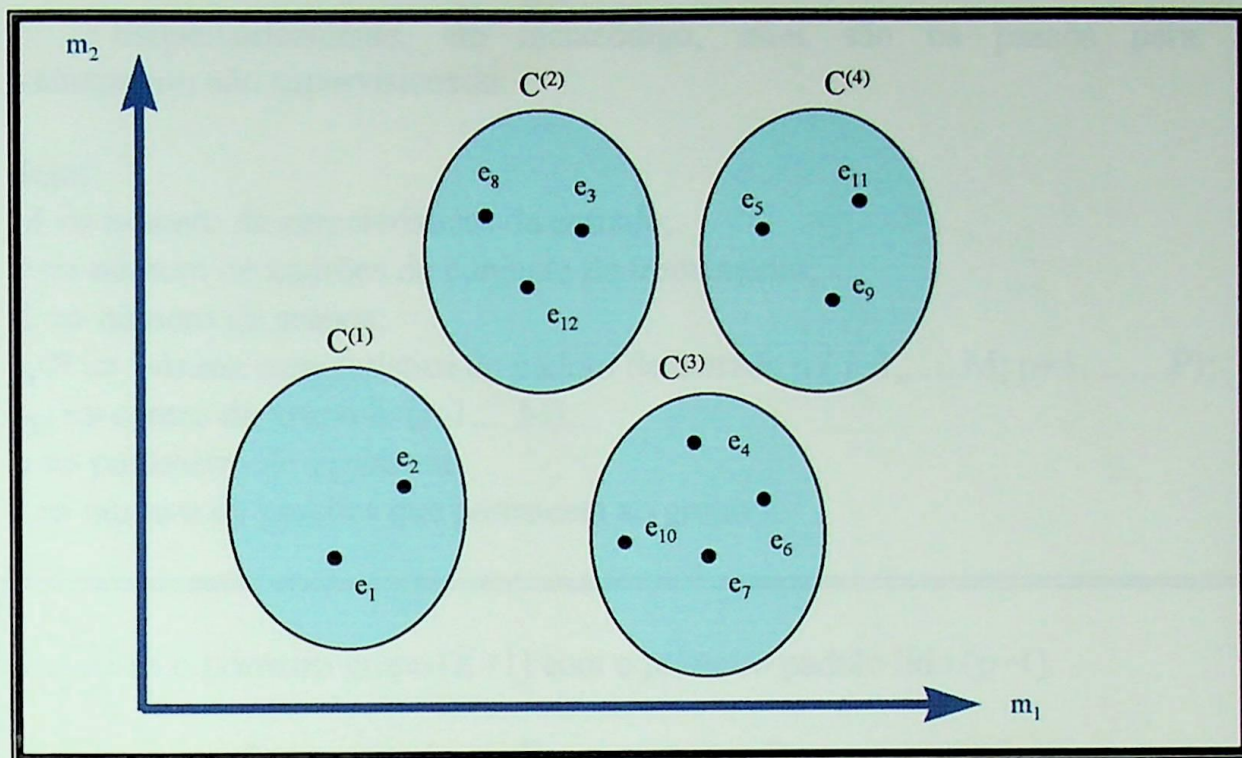


FIGURA 4.4 - Exemplo de Agrupamento para Doze Padrões

Neste exemplo, o processo concluiu pela semelhança dos padrões (e_1, e_2), formando o grupo $C^{(1)}$; (e_3, e_8, e_{12}) formando o grupo $C^{(2)}$; (e_4, e_6, e_7, e_{10}) formando o grupo $C^{(3)}$ e (e_5, e_9, e_{11}) formando o grupo $C^{(4)}$.

É importante destacar que, pelo fato de terem resultado quatro grupos, não necessariamente existirão quatro classes de classificação dos padrões, pois embora os valores das características sejam diferentes, vários padrões pertencentes a grupos diversos podem ser membros da mesma classe.

4.3.4 Treinamento Não-Supervisionado

O método de treinamento utilizado foi desenvolvido e testado por PAO e SOBAJIC (1991) e aplicado para análise de segurança dinâmica. O controle do processo de agrupamento é feito por um parâmetro chamado vigilância (ρ) e por uma função métrica euclidiana.

O primeiro padrão é selecionado como o centro do primeiro grupo. O próximo padrão é comparado com o centro do primeiro grupo. Ele é inserido no grupo se a sua distância for inferior ao parâmetro de vigilância. Caso contrário ele forma o centro do novo grupo. Este processo é realizado para todos os padrões e é repetido, variando-se o parâmetro de vigilância, até que uma formação estável de grupos ocorra.

Esquemáticamente, em metacódigo, estes são os passos para o treinamento não supervisionado:

Seja:

$M \Rightarrow$ número de características de entrada;

$P \Rightarrow$ número de padrões do conjunto de treinamento;

$K \Rightarrow$ número de grupos;

$x_i(p) \Rightarrow$ i -ésima característica do padrão de entrada p ($i=1, \dots, M$; $p=1, \dots, P$);

$b_{ki} \Rightarrow$ centro do grupo k ($i=1, \dots, M$);

$\rho \Rightarrow$ parâmetro de vigilância

$r \Rightarrow$ número de padrões que pertencem ao grupo k .

- ❶ cria-se o primeiro grupo ($K=1$) com o primeiro padrão lido ($p=1$).
- ❷ lê-se o padrão seguinte ($p=p+1$) enquanto $p < P$.
- ❸ determina-se a distância euclidiana DE_k entre o padrão p e o centro do grupo k .

$$DE_k = \sqrt{\sum_{i=1}^M (b_{ki} - x_i(p))(b_{ki} - x_i(p))}$$

- ❹ verifica-se qual a mínima distância euclidiana $DE_k(\text{mín})$ e compara-se com o parâmetro de vigilância ρ .
- ❺ Se $DE_k > \rho$, forma-se um novo grupo ($K=K+1$) e vai-se para o passo ❷
- ❻ Se $DE_k < \rho$, o padrão p pertence ao grupo k e as coordenadas do centro do grupo são atualizadas por:

$$b_{ki}(r+1) = \frac{r \cdot b_{ki}(r) + x_i(p)}{r+1} \quad \text{e} \quad r=r+1$$

- ❼ vai-se para o passo ❷

Para o mesmo exemplo da figura 4.4, após o processo de treinamento não supervisionado, tem-se então 4 grupos, cada um deles com um centro próprio, cujos valores das características são valores representativos dos padrões usados para treinamento, ilustrados na figura 4.5 a seguir.

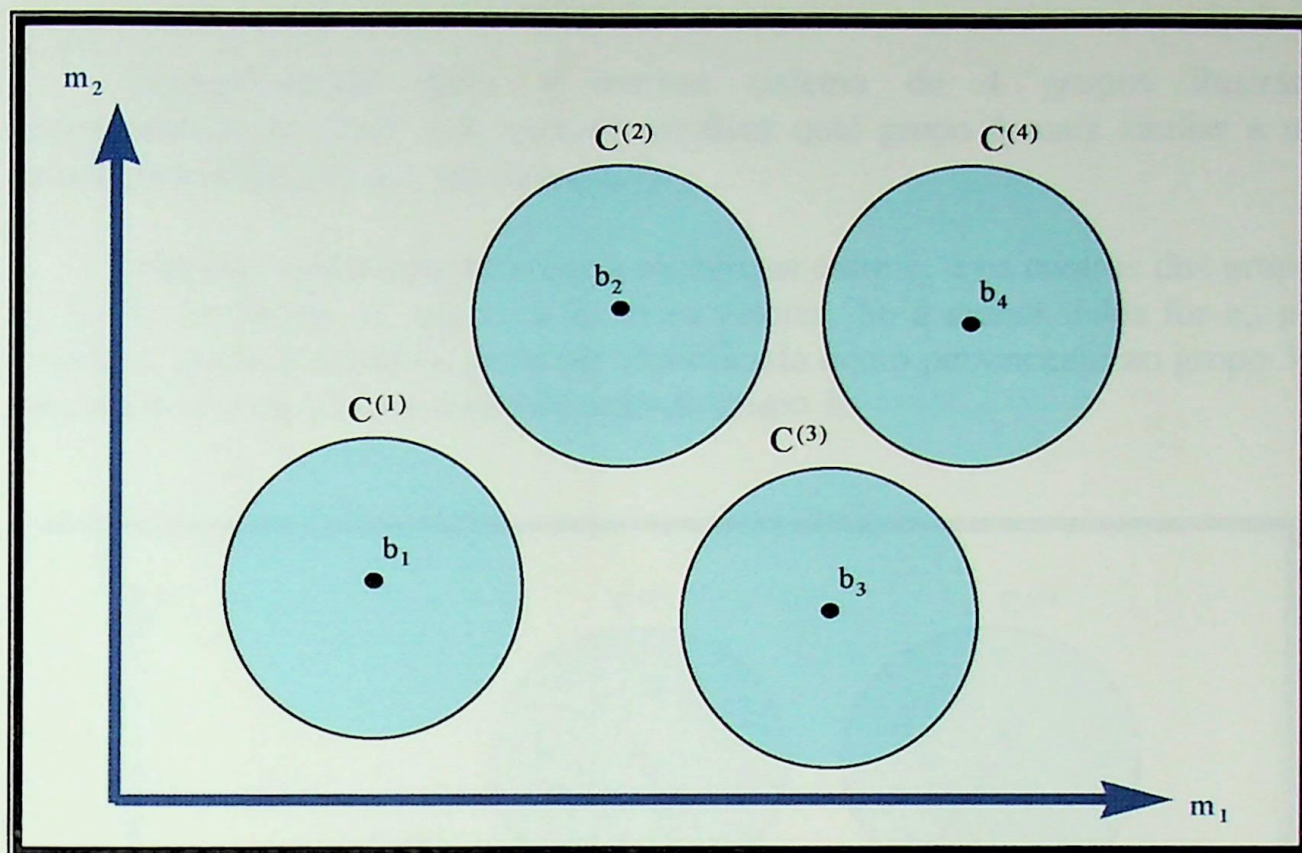


FIGURA 4.5 - Exemplo Ilustrativo dos Grupos e seus Centros

4.3.5 Teste de Classificação

O aprendizado não-supervisionado, implementado numa plataforma de redes neurais, usa os parâmetros da rede para calcular as distâncias euclidianas de cada padrão de entrada aos centros dos grupos existentes e determina o número do grupo ao qual o padrão de entrada é mais similar. Isto é executado por um classificador de distância mínima, como mostrado na figura 4.6.

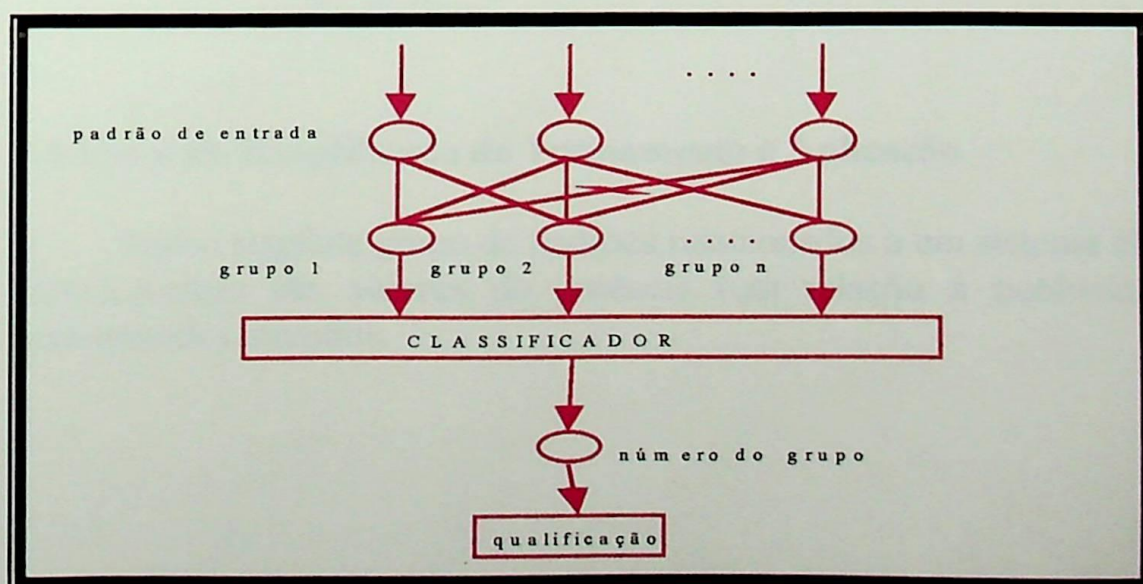


FIGURA 4.6 - Classificador de Distância Mínima

Exemplificando, para o mesmo sistema de 4 grupos ilustrado anteriormente na figura 4.5, quer-se verificar qual grupo é mais similar a um estado desconhecido e_x (ver figura 4.7).

Primeiro, calcula-se a distância euclidiana entre e_x e os centros dos grupos b_1, b_2, b_3, b_4 . Sejam e_{x1}, e_{x2}, e_{x3} e e_{x4} estes valores. Se a menor delas for e_{x3} por exemplo, então o estado e_x pode ser classificado como pertencente ao grupo 3 e denominado com a mesma qualificação do grupo 3.

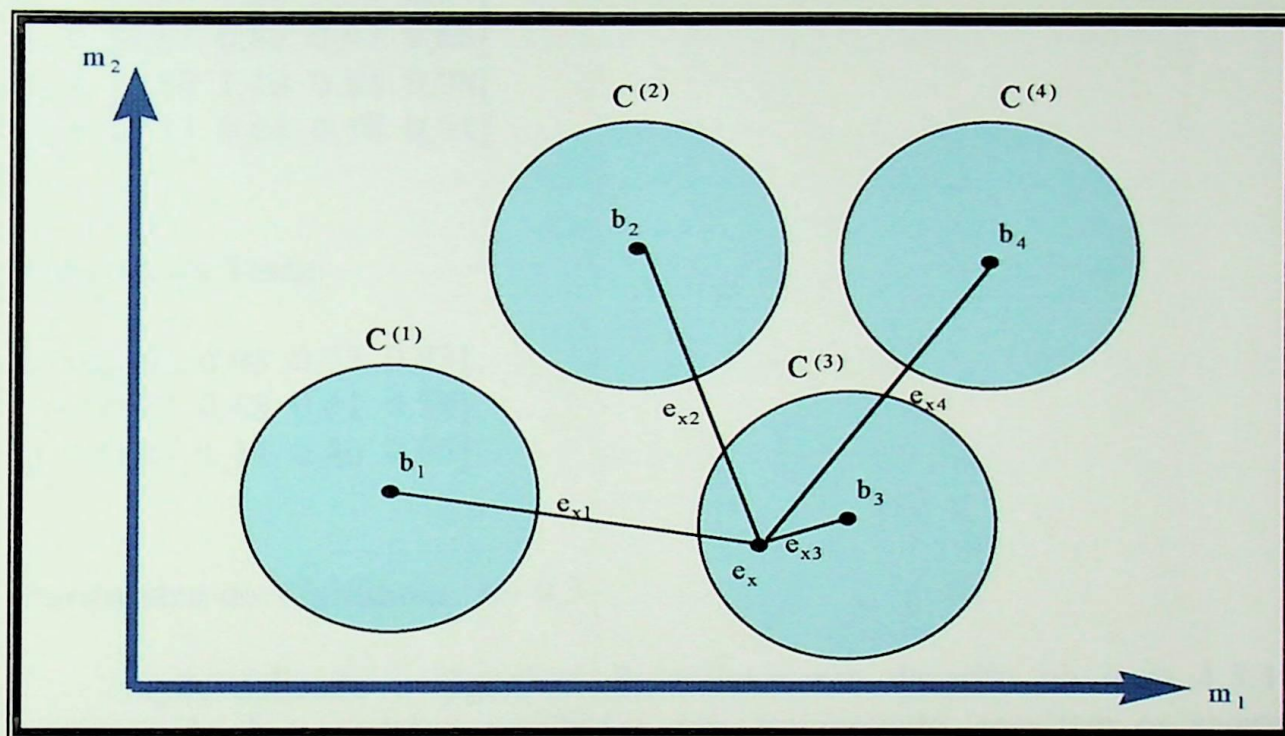
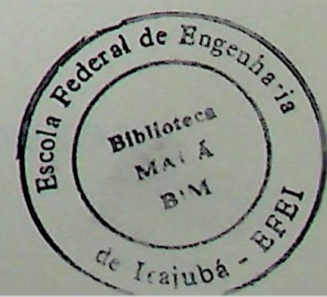


FIGURA 4.7 Exemplo de Classificação de Padrão Usando Distância Euclidiana

4.4 Exemplo Simplificado de Treinamento e Aplicação

Seja o seguinte grupo de padrões relacionados a um sistema elétrico, cujas características são valores de potência (em relação à potência limite) em determinados circuitos.



Padrões de Treinamento

$$\begin{aligned}
 p_1 &= [0,76 \ 0,80 \ 0,67 \ 0,63] \\
 p_2 &= [0,80 \ 0,88 \ 0,70 \ 0,71] \\
 p_3 &= [0,85 \ 0,94 \ 0,74 \ 0,76] \\
 p_4 &= [0,92 \ 1,02 \ 0,77 \ 0,85] \\
 p_5 &= [0,99 \ 1,10 \ 0,80 \ 0,90] \\
 p_6 &= [1,12 \ 1,20 \ 0,83 \ 0,95] \\
 p_7 &= [0,37 \ 0,34 \ 0,41 \ 0,31] \\
 p_8 &= [0,33 \ 0,30 \ 0,37 \ 0,27] \\
 p_9 &= [0,28 \ 0,26 \ 0,34 \ 0,24] \\
 p_{10} &= [0,67 \ 0,82 \ 0,67 \ 0,68] \\
 p_{11} &= [1,10 \ 1,18 \ 0,84 \ 0,98] \\
 p_{12} &= [0,53 \ 0,64 \ 0,58 \ 0,54]
 \end{aligned}$$

Padrões de Teste

$$\begin{aligned}
 x_1 &= [0,80 \ 0,98 \ 0,73 \ 0,83] \\
 x_2 &= [0,57 \ 0,68 \ 0,61 \ 0,54] \\
 x_3 &= [0,93 \ 1,12 \ 0,80 \ 0,95]
 \end{aligned}$$

Parâmetro de Vigilância $\rho = 0,3$

Após aplicado o algoritmo de treinamento descrito no item 4.3.4 ao conjunto de doze padrões escolhidos para treinamento, resultam os seguintes grupos:

$$\begin{aligned}
 C^{(1)} &= [p_1, p_2, p_3, p_4, p_{10}] & b_1 &= [0,76 \ 0,89 \ 0,72 \ 0,73] \\
 C^{(2)} &= [p_5, p_6, p_{11}] & b_2 &= [1,07 \ 1,16 \ 0,83 \ 0,95] \\
 C^{(3)} &= [p_7, p_8, p_9] & b_3 &= [0,33 \ 0,30 \ 0,36 \ 0,27] \\
 C^{(4)} &= [p_{12}] & b_4 &= [0,53 \ 0,64 \ 0,58 \ 0,54]
 \end{aligned}$$

Após a fase de treinamento os padrões de teste seriam classificados, através do procedimento descrito no item 4.3.5, da seguinte maneira:

padrão x_1 pertence ao grupo 1
 padrão x_2 pertence ao grupo 4
 padrão x_3 pertence ao grupo 2

Este exemplo está apresentado com todos os detalhes de cálculo no ANEXO I.

4.5 Definição de Critérios para Classificação

Como pode ser constatado pelo exemplo apresentado no item 4.4, a coerência obtida no treinamento foi decorrente da escolha adequada do parâmetro de vigilância p .

Numa aplicação real, o treinamento deve ser repetido para valores diferentes de p até que os grupos formados sejam coerentes, ou seja, padrões de uma mesma classe agrupados no mesmo conjunto. Como identificar essa coerência é outro desafio do processo de treinamento. Portanto, critérios específicos relacionados ao sistema sob treinamento devem ser adotados para auxiliar na escolha do valor adequado para o parâmetro de vigilância.

Como o propósito é estabelecer uma avaliação qualitativa para um determinado conjunto de medidas numéricas, é de fundamental importância que os critérios para esta classificação sejam elaborados com base na experiência acumulada pelas pessoas na análise cotidiana destas grandezas.

No exemplo apresentado, o que caracterizaria cada grupo poderia ser:

- grupo 1 - sistema muito carregado - iminência de violações
- grupo 2 - sistema excessivamente carregado com violações
- grupo 3 - sistema não carregado
- grupo 4 - sistema medianamente carregado

O estabelecimento de classes para esse sistema poderia ser:

- grupo 1 - alerta
- grupo 2 - emergência
- grupo 3 e 4 - normal

4.6 Classificação Qualitativa dos Estados de um Sistema de Potência

Dispondo-se de um conjunto de valores dos elementos considerados característicos (por exemplo tensão e potência aparente em determinadas barras e linhas), quer-se avaliar como estes números representam o estado do sistema. A comparação com valores-limite nem sempre é suficiente para possibilitar uma classificação prática. A magnitude e o número de violações também devem ser avaliados, para que se possa caracterizar melhor a gravidade da situação.

O estabelecimento de índices puramente numéricos para quantificação do grau de segurança em sistemas elétricos, em termos práticos, é questionável: Por exemplo, como pode o usuário perceber a diferença entre um estado com grau de segurança de 80% e outro com 75%?

A avaliação das violações seguindo limites rígidos, determinando que valores de grandezas abaixo de um certo valor é bom e acima não é ou vice-versa, também não propicia aos usuários uma conclusão coerente, pois há diferenças sutis, que um algoritmo puramente numérico não pode detetar.

Exemplificando com casos reais, suponha-se que uma determinada barra, por deficiência de planejamento, assumida pela empresa, constantemente opere com tensões abaixo do considerado como normal. Uma avaliação que somente verifique limites rígidos ocasionará, com frequência, uma classificação do estado do sistema todo como inseguro, por exemplo, o que não corresponde à realidade.

Este tipo de vivência leva à conclusão de que é preciso adicionar à classificação critérios também qualitativos. Por exemplo: violações de pequeno porte, rotineiras e localizadas devem ter tratamento diferenciado das violações que são, embora pequenas, generalizadas.

Os critérios de classificação propostos são igualmente baseados em análise de violações, tais como os numéricos, porém com um enfoque diferente.

Esses raciocínios levaram à conclusão de que é mais adequada uma classificação qualitativa e discreta. Quanto ao número de estados e sua denominação (seguro, inseguro e alerta por exemplo), devido ao fato de que o objetivo maior desse sistema é fornecer, de forma ágil, um diagnóstico que auxilie as tomadas de decisão, julgou-se que um número elevado de estados é inconveniente.

Na bibliografia consultada, observou-se que as definições propostas por DY LIACCO (1967) e complementadas por STOTT (1987) não são consagradas. Constata-se, nos desenvolvimentos sobre o assunto, que se prefere adotar uma terminologia própria que atenda aos propósitos de cada empresa. As empresas são estruturalmente diferentes entre si, e possuem valores e critérios operativos próprios que vão sendo solidificados e arraigados ao longo de sua história, em decorrência da experiência acumulada.

Tais valores e critérios podem ser encontrados nos manuais de procedimentos, tanto internos quanto externos (para operação interligada), e no conhecimento pessoas que atuam na operação real do sistema elétrico, e que devem tomar as decisões.

A tabela 4.1 ilustra as diversas classificações já elaboradas, para os diversos estados de um sistema de potência, excetuando-se o estado em que há corte de carga. Cada classe está associada a uma determinada avaliação do sistema e a uma correspondente ação operativa.

DY LIACCO (1967, 1969)	CHRISTIE (1990)	STOTT (1987)	HANDSCHIN (1991)	CRiado (1991)
♦ Normal ♦ Alerta ♦ Emergência	♦ OK ♦ Inseguro ♦ Urgente	♦ Seguro ♦ Seguro Corretivamente ♦ Emergência Corrigível ♦ Emergência não Corrigível	♦ Normal ♦ Alerta ♦ Distúrbio	♦ Normal ♦ Alerta Nível 1 ♦ Alerta Nível 2 ♦ Emergência Nível 1 ♦ Emergência Nível 2

TABELA 4.1- Pesquisa de Classes Definidas para Diagnóstico de Sistemas Elétricos de Potência.

A escolha do número ideal de características de saída, gerando a qualificação para os estados do sistema, é o resultado de uma análise criteriosa feita por especialistas conhecedores das peculiaridades internas. Esta é uma fase um tanto subjetiva e deve considerar tanto quanto possível os fatores indiretos envolvidos, que variam de empresa para empresa.

As denominações adotadas neste trabalho para classificação, julgadas como apropriadas para o sistema sob estudo, são:

SEGURO

ALERTA

INSEGURO NÍVEL 1

INSEGURO NÍVEL 2

4.6.1 Critérios Operacionais Utilizados

Em linhas gerais, os critérios usados para avaliar os resultados dos testes, para escolha do melhor agrupamento, são os seguintes:



Estado classificado como **SEGURO**: nenhuma violação de tensão, com valores próximos dos usuais; nenhuma violação de carregamento, inclusive com certa "folga".

Estado classificado como **ALERTA**: tensões mais baixas que as usuais, com pequena violação ou sem violação; carregamentos elevados, com pequenas violações ou não, indicando que há uma vulnerabilidade do sistema a variações de carga ou saídas imprevistas de equipamentos.

Estado classificado como **INSEGURO**: violações mais significativas, sejam de tensão ou de carregamento. Em função da severidade (limites de emergência ultrapassados), dividido em dois níveis de insegurança:

- **NÍVEL 1** - violações severas, mas suportáveis até que medidas corretivas sejam tomadas.
- **NÍVEL 2** - violações não suportáveis, limites de emergência ultrapassados, colocando em risco a integridade de equipamentos.

A figura 4.8 resume o critério de avaliação dos padrões para cada classe, inclusive sugerindo um código de cores para apresentação de resultados de fácil visualização.

DESCRIPTORES	CLASSE ASSOCIADA	COR
Sem violações; com folga para suportar impactos de carga	SEGURO	Blue
Iminência de violações ou pequenas violações	ALERTA	Yellow
Com violações permissíveis para curtos períodos	INSEGURO NÍVEL 1	Green
Com violações inadmissíveis	INSEGURO NÍVEL 2	Red

FIGURA 4.8 - Critério para Avaliação e Classificação dos Padrões

Para este trabalho optou-se inicialmente pela não segmentação das classes, em relação à natureza do problema detetado. Isto quer dizer que, no caso de um estado inseguro, por exemplo, não se distingue se a insegurança se deve a problemas só de tensão, só de carregamento ou de ambos. É sabido que violações de tensão e de carregamento, isoladas ou associadas, implicam em graus distintos de insegurança do sistema e também geram ações operativas diferentes, porém este problema não foi focado neste trabalho.

4.6.2 Ações Operativas Associadas a cada Classe

Tendo a informação do diagnóstico qualitativo para cada estado do conjunto disponível, pretende-se auxiliar os operadores de sistema na avaliação da necessidade de adoção de ações corretivas ou preventivas.

As instruções para os operadores, em cada caso, seriam, por exemplo:

a) no caso de monitoração de segurança do estado corrente

- **SEGURO:** nenhuma ação é necessária.
- **ALERTA:** monitorar atentamente os pontos vulneráveis e avaliar se há ações que, se adotadas, levam o sistema ao estado SEGURO, atuando preventivamente.
- **INSEGURO NÍVEL 1:** avaliar a possibilidade de adoção de ações para melhorar a performance do sistema, levando-o a um estado de ALERTA ou SEGURO.
- **INSEGURO NÍVEL 2:** agir imediatamente para eliminar as violações existentes.

b) no caso de monitoração de segurança para contingência

- **SEGURO:** nenhuma ação é necessária.
- **ALERTA:** avaliar as ações corretivas que poderão ser adotadas caso a contingência ocorra, ficando preparado para agir rapidamente.
- **INSEGURO NÍVEL 1:** avaliar as ações corretivas que deverão ser adotadas caso a contingência ocorra, ficando preparado para agir rapidamente.
- **INSEGURO NÍVEL 2:** avaliar as ações que podem ser adotadas preventivamente, para que se sejam minimizados os efeitos da contingência e, se possível, adotá-las, preparando o sistema para tal.

Capítulo 5

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA DIAGNÓSTICO DO SISTEMA SOB ESTUDO

5.1 Introdução

A aplicação da metodologia de redes neurais com treinamento não-supervisionado, para diagnóstico do estado operacional de sistemas elétricos, é realizada em duas etapas: treinamento e teste, conforme técnica apresentada no capítulo 4.

Para realizar o treinamento é necessário montar um conjunto de padrões, que são vetores com grandezas representativas do sistema elétrico sob análise, cuja classificação pode ser facilmente validada.

Para realizar o teste de aplicação, após a rede ter sido treinada, é necessário montar vetores com as mesmas características do conjunto de treinamento, porém que não tenham feito parte do mesmo, e submetê-los à classificação com os parâmetros determinados pelo resultado do treinamento verificando, para cada um deles, se a classificação é correta ou não.

Com o objetivo de avaliar paulatinamente a aplicabilidade do método diversos conjuntos de treinamento foram gerados, a princípio de tamanho reduzido, culminando na aglutinação de vários deles para avaliar um conjunto de maior porte, com estados diferentes entre si.

A figura 5.1 ilustra a montagem da matriz de dados, tanto para o conjunto de treinamento, quanto para o conjunto de teste.

Estado	Grandezas Monitoradas							Descrição das situações de		
	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	...	g_n	carga, geração e configuração		
e_0	g_{01}	g_{02}	g_{03}	g_{04}	g_{05}	..	g_{1n}	C_1	G_1	CF_1
e_1	g_{11}	g_{12}	g_{13}	g_{14}	g_{15}	..	g_{2n}	C_2	G_2	CF_2
e_2	g_{21}	g_{22}	g_{23}	g_{24}	g_{25}	..	g_{3n}	C_3	G_3	CF_3
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
e_p	g_{p1}	g_{p2}	g_{p3}	g_{p4}	g_{p5}	..	g_{pn}	C_p	G_p	CF_p

FIGURA 5.1- Conjunto de Dados

Tendo uma rede já treinada, o processo de diagnóstico é efetuado conforme mostrado esquematicamente na figura 5.2.

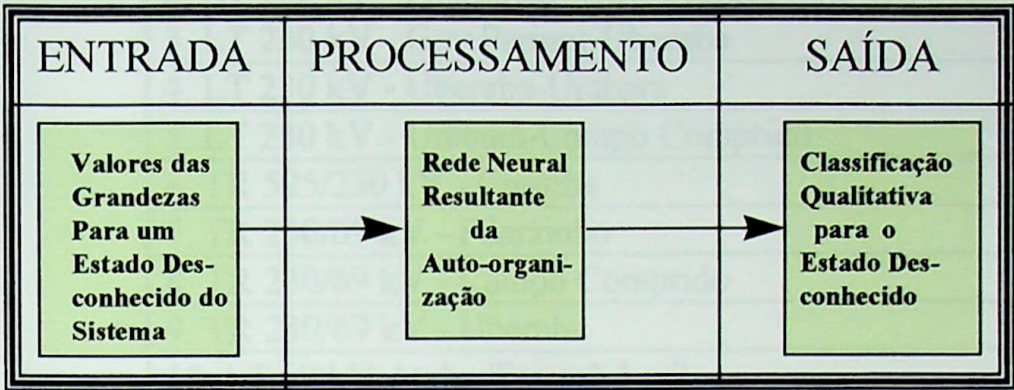


FIGURA 5.2- Processo de Diagnóstico

5.2 Geração do Conjunto de Padrões para Treinamento e Teste

Os dados usados para montar os conjuntos de treinamento e de teste são de dois tipos: provenientes de simulações de fluxo de potência e provenientes de telemedições do sistema real, disponíveis no centro de operação do sistema da COPEL.

O sistema elétrico definido no capítulo 3, que representa o subsistema equivalente da região metropolitana de Curitiba, foi então modelado em um programa de fluxo de potência para efetuar simulações de diferentes condições operacionais e configurações, obtendo-se assim o conjunto de dados simulados.

Para as simulações, foram escolhidos dois despachos de geração diferentes para as duas maiores usinas e variada a carga do sistema de 50% a 125% da carga máxima de referência, em degraus de 5%, com a configuração do sistema completa.

Em seguida, para duas condições de carga (100% e 115%) e as duas condições de geração, foram simuladas várias contingências simples, listadas na tabela 5.1.

Os dados provenientes do sistema real foram obtidos coletando-se valores das grandezas elétricas telemedidas em diversos horários, para diferentes dias, representando despachos de geração, carga e configuração diferentes.

Contingências Simuladas
1. LT 230 kV - Campo Comprido-Pilarzinho
2. LT 230 kV - Pilarzinho- Gov. Parigot
3. LT 230 kV - Gov.Parigot-Uberaba
4. LT 230 kV - Uberaba-Umbará
5. LT 230 kV - Umbará-Campo Comprido
6. TR 525/230 kV - Curitiba
7. TR 230/69 kV - Pilarzinho
8. TR 230/69 kV - Campo Comprido
9. TR 230/69 kV - Uberaba
10. LT 69 kV Atuba-Tarumã 1 e 2
11. LT 69 kV Campo Comprido-Mercês
12. LT 69 kV Barigui-Araucária
13. LT 69 kV Umbará-White Martins
14. LT 69 kV Umbará-Bosch
15. LT 69 kV Barigui-Santa Quitéria
16. LT 69 kV Pilarzinho- Rio Branco do Sul

TABELA 5.1- Contingências Simuladas.

5.3 Seleção de Características

Mesmo com as simplificações efetuadas para o subsistema protótipo estudado, o número de elementos cujos resultados das simulações estão disponíveis (linhas, transformadores, barras) ainda resultou elevado e, como muitos deles não são significativos para esta análise, foram selecionados alguns elementos considerados de importância para o processo de classificação, para formar o conjunto de características do sistema. Essa seleção foi feita de forma empírica, baseada na experiência previamente adquirida com relação ao sistema. Os critérios utilizados foram:

- desconsiderar as barras de geração, pois sua tensão pode ser controlada e não operam com sobrecarga, já que o despacho de geração é compatível;
- considerar a tensão nas barras de tensão mais elevada, ou seja 230 kV e 525kV;
- considerar preferencialmente a tensão nas barras de 69 kV cujos dados reais estão disponíveis, ou seja, são supervisionadas e fazem parte de anel elétrico;
- desconsiderar tensão em unidades radiais;
- considerar o fluxo (MVA) nos transformadores interligadores de área;
- considerar o fluxo (MVA) em alguns circuitos de 69 kV do anel, de preferência os que são supervisionados;

- desconsiderar os fluxos nos circuitos radiais, pois em geral não são sobrecarregados;
- para os circuitos duplos (transformadores e linhas), considerar o fluxo em um deles somente.

Na Figura 5.3 é mostrado o sistema simplificado usado nas simulações, com os elementos característicos extraídos em destaque e também a numeração utilizada para as contingências.

Testes posteriores comprovam que a inserção de outros elementos na análise não modifica o resultado, mostrando a validade de tais escolhas, conforme está mostrado no ANEXO II. O teste inverso também pode ser feito, para detetar quais elementos dos que foram escolhidos podem ser retirados sem comprometer as conclusões. O ANEXO III mostra o resultado desse tipo de teste.

5.4 Processo de Treinamento

Foram então geradas tabelas para cada conjunto de dados de treinamento, inicialmente somente para aqueles obtidos das simulações, estando disponíveis 18 características de tensão e 18 características de potência aparente. Para melhor avaliar os resultados do treinamento, esses dados foram utilizados primeiramente de forma separada e, depois, de forma associada.

Diversificando a origem dos dados, em seguida foram obtidos dados reais telemedidos, variando inclusive as características escolhidas. As tabelas 5.2 a 5.11 a seguir, mostram os resultados da auto-organização dos padrões para cada conjunto submetido a treinamento. Todos os dados dos conjuntos de treinamento estão apresentados no ANEXO IV.

Para cada conjunto de dados, o programa de auto-organização foi executado variando-se o parâmetro de vigilância, iniciando com um valor tal que resultasse num único grupo e diminuindo até obter um número razoável (maior que 15).

Os programas utilizados para treinamento e teste foram desenvolvidos em linguagem Turbo C, versão 3.0, e processados num microcomputador IBM-PC 386 com coprocessador aritmético. Todas as simulações tiveram tempo de processamento inferior a 30 segundos.

Analizando cada resultado e comparando-os entre si, para cada teste foi escolhido o "melhor" agrupamento de estados, considerando os critérios citados anteriormente. Para cada grupo, o programa calculou os valores representativos das características típicas desse estado hipotético, que são denominados "pesos".

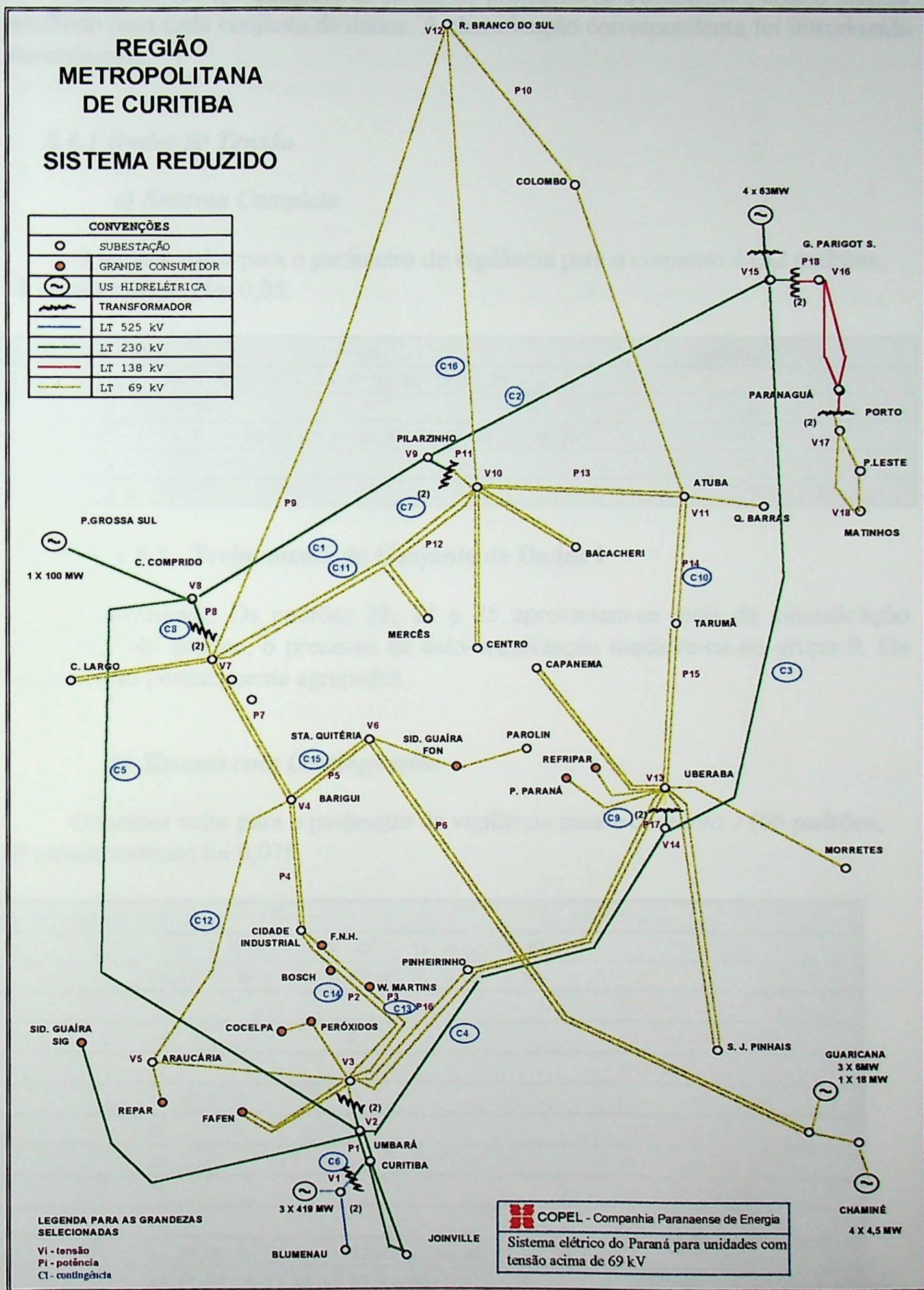


FIGURA 5.3 - Elementos Seleccionados como Característicos

A seguir são apresentadas as saídas do programa de treinamento, com o melhor resultado para cada conjunto de dados. A classificação correspondente foi introduzida manualmente.

5.4.1 Dados de Tensão

a) Sistema Completo

O melhor valor para o parâmetro de vigilância para o *conjunto 1* (32 padrões, 18 características) foi 0,05.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	13	0 1 2 3 4 6 16 17 18 22 23 24 25	ALERTA
1	2	5 20	INSEGURO NÍVEL 1
2	15	7 8 9 10 11 12 13 14 15 26 27 28 29 30 31	SEGURO
3	1	19	INSEGURO NÍVEL 1
4	1	21	INSEGURO NÍVEL 2

TABELA 5.2 - Treinamento do Conjunto de Dados 1

Comentários: Os padrões 23, 24 e 25 aproximam-se mais da classificação SEGURO. No entanto, o processo de auto-organização manteve-os no grupo 0. Os demais estão perfeitamente agrupados.

b) Sistema com Contingências

O melhor valor para o parâmetro de vigilância para o *conjunto 2* (66 padrões, 18 características) foi 0,075.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	29	0 1 2 3 4 7 8 9 10 12 13 14 15 16 17 21 24 25 26 27 29 31 32 39 44 51 53 56 61	ALERTA
1	1	5	INSEGURO NÍVEL 2
2	1	6	INSEGURO NÍVEL 2
3	1	11	INSEGURO NÍVEL 2
4	3	18 19 30	INSEGURO NÍVEL 1
5	1	20	INSEGURO NÍVEL 2
6	1	22	INSEGURO NÍVEL 2
7	1	23	INSEGURO NÍVEL 2
8	1	28	INSEGURO NÍVEL 2
9	25	33 34 35 36 37 40 41 42 43 45 46 47 48 49 50 52 54 57 58 59 60 62 63 64 65	SEGURO
10	2	38 55	INSEGURO NÍVEL 2

TABELA 5.3 - Treinamento do Conjunto de Dados 2

Comentários: O agrupamento foi correto. Nota-se que vários padrões permaneceram isolados, o processo de auto-organização não detetou similaridade entre eles. Isto decorre do tamanho reduzido do conjunto de treinamento, com resultados de contingências bem distintas.

5.4.2 Dados de Potência

a) Sistema Completo

O melhor valor para o parâmetro de vigilância para o *conjunto 3* (32 padrões e 18 características) foi 0,4.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	9	0 1 2 3 6 16 17 18 22	ALERTA
1	5	4 5 19 20 21	INSEGURO NÍVEL 1
2	11	7 8 9 10 11 12 23 24 25 26 27	SEGURO
3	7	13 14 15 28 29 30 31	SEGURO

TABELA 5.4 - Treinamento do Conjunto de Dados 3

Comentários: O agrupamento foi correto.

b) Sistema com Contingências

O melhor valor para o parâmetro de vigilância para o *conjunto 4* (65 padrões e 18 características) foi 0,6.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	18	0 3 4 7 8 12 13 14 15 17 20 21 24 25 29 30 31 32	ALERTA
1	4	1 18 34 50	ALERTA
2	5	2 19 35 51 54	INSEGURO NÍVEL 1
3	3	5 22 38	INSEGURO NÍVEL 2
4	2	6 23	INSEGURO NÍVEL 2
5	4	9 26 42 58	INSEGURO NÍVEL 2
6	2	10 27	INSEGURO NÍVEL 2
7	3	11 28 43	INSEGURO NÍVEL 1
8	1	16	ALERTA
9	20	33 36 37 40 41 44 45 46 47 48 49 52 53 56 57 60 61 62 63 64	SEGURO
10	2	39 55	INSEGURO NÍVEL 2
11	1	59	INSEGURO NÍVEL 2

TABELA 5.5 - Treinamento do Conjunto de Dados 4

Comentários: Os padrões 1 e 18 seriam melhor enquadrados como INSEGURO NÍVEL 1. Os demais foram corretamente agrupados.

Observa-se que o agrupamento de estados para o sistema completo resulta em um número de grupos bem menor que o resultado do agrupamento de estados em contingência. Tal fato é esperado, pois a alteração da configuração gera estados do sistema, embora pertencentes à mesma classe, com características bem diferentes.

O treinamento em separado dos conjuntos de dados com grandezas de tensão e potência leva a situações em que para um determinado estado a classificação é diferente dependendo da grandeza sob análise. Por exemplo o padrão 34 dos conjuntos de dados 2 e 4 corresponde ao mesmo estado. Em 5.5.1 b) - tensão, foi classificado como SEGURO e em 5.5.2.b) - potência, como ALERTA.

5.4.3 Dados de Tensão e Potência - Sistema Completo

O melhor valor para o parâmetro de vigilância para o *conjunto 5* (32 padrões e 36 características) foi 0,43.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	9	0 1 2 3 6 16 17 18 22	ALERTA
1	5	4 5 19 20 21	INSEGURO NÍVEL 1
2	11	7 8 9 10 11 12 23 24 25 26 27	SEGURO
3	7	13 14 15 28 29 30 31	SEGURO

TABELA 5.6 - Treinamento do Conjunto de Dados 5

Comentários: Como estes 32 padrões são os mesmos de 5.5.1.a) e 5.5.2 a), a coincidência de resultados entre o treinamento só da grandeza potência e das grandezas potência e tensão associadas mostra a influência maior daquela. Os padrões 23, 24 e 25 que não haviam sido adequadamente agrupados em 5.5.1 a), foram agora. São da classe ALERTA para tensão e SEGURO para tensão e potência, classificação mais coerente. Quanto ao padrão 21 foi classificado como INSEGURO NÍVEL 2 para o treinamento só da grandeza tensão. Estes fatos novamente mostram a maior influência da potência.

5.4.4 Dados do Sistema Real

a) Sistema Real A

Para os mesmos elementos, foram selecionados dados telemedidos de 12 dias em diversos horários, representativos dos vários períodos de carga (leve, média e pesada).



Os valores que não estavam disponíveis (falha de telemedição) foram estimados com base nas medições dos elementos próximos.

O melhor valor para o parâmetro de vigilância para o *conjunto 6* (62 padrões e 18 características) foi 0,6. O conjunto 6 contém dados somente de potência.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	47	0 1 7 8 10 11 12 13 14 15 16 17 18 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 45 46 47 48 50 51 52 53 55 56 57 58	SEGURO
1	9	2 3 4 19 20 21 44 49 54	SEGURO
2	2	5 6	ALERTA
3	1	9	SEGURO
4	3	59 60 61	SEGURO

TABELA 5.7 - Treinamento do Conjunto de Dados 6

Comentários: O agrupamento foi correto. Como os dados para treinamento são reais e, em sua maioria, com o sistema completo, não havia dados disponíveis de situações de carregamento inseguras.

O melhor valor para o parâmetro de vigilância para o *conjunto 7* (62 padrões e 18 características) foi 0,08. O conjunto 7 contém dados somente de tensão.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	23	0 1 2 5 7 8 12 13 14 15 16 17 18 19 23 24 27 28 43 48 53 57 58	SEGURO
1	37	3 4 10 11 20 21 22 25 26 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 44 45 46 47 49 50 51 52 54 55 56 59 60 61	SEGURO
2	1	6	INSEGURO NÍVEL 1
3	1	9	SEGURO

TABELA 5.8 - Treinamento do Conjunto de Dados 7

Comentários: O agrupamento foi correto. É válida a mesma observação anterior, com reduzido número de dados de insegurança. O padrão 6 corresponde a um estado com contingência num horário de carregamento elevado.

b) Sistema Real B

Para explorar outras maneiras de analisar os dados, foram selecionados dados reais em diversos horários e dias, considerando agora outras características do sistema sob análise. Numa mesma tabela foram colocados valores de potência ativa, potência reativa, tensão, “tap” de transformador e carga. Devido à natureza diferenciada das grandezas, os dados tiveram que ser normalizados (entre -1, +1).

O melhor valor para o parâmetro de vigilância para o conjunto 8 (42 padrões e 36 características) foi 3,33.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	7	0 1 31 32 33 36 37	SEGURO
1	5	2 3 4 15 21	ALERTA
2	14	5 6 7 11 12 13 17 18 19 23 24 25 30 35	SEGURO
3	7	8 9 14 16 20 22 28	ALERTA
4	1	10	ALERTA
5	4	26 27 29 34	SEGURO
6	4	38 39 40 41	ALERTA

TABELA 5.9 - Treinamento do Conjunto de Dados 8

Comentários: O agrupamento foi correto.

c) Sistema Real C

Aproveitando uma situação real em que a Usina Governador Parigot de Souza esteve fora de operação para manutenção programada, foi montado um conjunto de dados obtidos de telemedições, de sete dias, em diversos horários. Foram escolhidas como características 20 fluxos em circuitos de transmissão (linhas e transformadores) e 8 tensões em barras. Os fluxos foram considerados em relação ao limite normal e as tensões em valores por unidade, de tal maneira que os dados situam-se no intervalo de 0 a 1.

Para treinamento do conjunto de dados, que agrupou estados bem diferentes, foi usada a recomendação de extração de dados à medida que se obtinha grupos homogêneos. A realização de duas etapas de extração foi considerada suficiente, gerando como resultado final 10 grupos. Para facilitar a análise, os padrões retirados foram zerados.

Primeira Etapa:

O melhor valor para o parâmetro de vigilância para o conjunto 9 (41 padrões e 28 características) foi 0,5.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	1	0	ALERTA
1	13	1 6 7 12 13 18 19 24 25 30 31 36 37	
2	13	2 3 5 8 9 11 17 20 29 32 33 38 39	
3	6	4 10 14 15 16 21	INSEGURO NÍVEL 1
4	1	22	INSEGURO NÍVEL 2
5	1	23	INSEGURO NÍVEL 2
6	3	26 27 35	ALERTA
7	3	28 34 40	INSEGURO NÍVEL 1

TABELA 5.10 a)- Treinamento do Conjunto de Dados 9 - Primeira Etapa

Os grupos 1 e 2 agruparam padrões sem similaridade e portanto, foram submetidos a novo treinamento.

Segunda Etapa:

O melhor valor para o parâmetro de vigilância foi 0.37.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	15	0 4 10 14 15 16 21 22 23 26 27 28 34 35 40	* já treinados na primeira etapa*
1	13	1 6 7 12 13 18 19 24 25 30 31 36 37	SEGURO
2	7	2 3 8 9 32 33 39	INSEGURO NÍVEL 1
3	4	5 11 17 29	ALERTA
4	2	20 38	ALERTA

TABELA 5.10 b) - Treinamento do Conjunto de Dados 9 - Segunda Etapa

Comentários: O agrupamento foi correto. Como resultado final do treinamento em duas etapas tem-se dez grupos, sendo que devem ser renumerados (primeira etapa - 0 a 5; segunda etapa - 6 a 9).

5.4.5 Dados Mistos

Os dados telemedidos e os simulados foram associados e as tabelas dos conjuntos de dados 2, 4, 5, 6 e 7 foram aglutinadas numa só, resultando o conjunto 10 (160 padrões e 36 características)

Para treinamento do conjunto de dados, que agrupou estados bem diferentes, também foi usada a recomendação de extração de dados à medida que se obtinha grupos homogêneos. A realização de três etapas de extração foi considerada suficiente, gerando como resultado final 26 grupos. Para facilitar a análise, os padrões retirados foram zerados.

Primeira Etapa : melhor valor para o parâmetro de referência foi 0,7.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	43	0 1 2 3 4 5 6 16 17 18 19 20 21 22 32 33 34 35 36 39 40 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 56 57 61 62 63 64 65 68 72 73 81 90	
1	18	7 8 9 10 11 12 13 14 15 23 24 25 26 27 28 29 30 31	
2	2	37 54	INSEGURO NÍVEL 2
3	1	38	INSEGURO NÍVEL 2
4	4	41 58 74 91	INSEGURO NÍVEL 2
5	4	42 59 75 92	INSEGURO NÍVEL 2
6	2	43 60	
7	1	55	
8	15	66 69 77 78 79 80 82 83 85 86 89 94 95 96 97	
9	2	67 84	INSEGURO NÍVEL 1
10	2	70 87	INSEGURO NÍVEL 2
11	2	71 88	INSEGURO NÍVEL 2
12	2	76 93	
13	51	98 99 105 106 108 109 110 111 112 113 114 115 116 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 143 144 145 146 147 148 149 50 151 153 154 155 156 157 178 159	
14	10	100 101 102 103 104 117 118 119 142 152	
15	1	107	SEGURO

TABELA 5.11 a) - Treinamento do Conjunto de Dados 10 - Primeira Etapa

Segunda Etapa: melhor valor para o parâmetro de referência foi 0,6.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	42	0 1 2 3 4 5 6 16 17 18 19 20 21 22 32 33 34 35 36 39 40 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 56 57 61 62 63 64 65 68 72 73 81	
1	18	7 8 9 10 11 12 13 14 15 23 24 25 26 27 28 29 30 31	SEGURO
2	18	37 38 41 42 54 58 59 67 70 71 74 75 84 87 88 91 92 107	** já classificados na ** ** primeira etapa **
3	2	43 60	ALERTA
4	1	55	
5	2	66 83	
6	14	69 77 78 79 80 82 85 86 89 90 94 95 96 97	
7	2	76 93	INSEGURO NÍVEL 2

Grupo	Número	Padrões	Classificação
8	47	98 99 105 106 108 109 110 111 112 113 114 115 116 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 143 144 145 146 148 149 150 151 153 154 155 156	SEGURO
9	9	100 101 102 117 118 119 142 147 152	SEGURO
10	2	103 104	ALERTA
11	3	157 158 159	SEGURO

TABELA 5.11 b) - Treinamento do Conjunto de Dados 10 - Segunda Etapa

Terceira Etapa: melhor valor para o parâmetro de vigilância foi 0,4.

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	11	0 1 2 3 17 18 36 44 47 53 62	ALERTA
1	18	4 5 19 20 21 65 68 69 73 77 78 80 82 85 90 94 95 97	INSEGURO NÍVEL 1
2	17	6 16 22 32 35 39 40 45 46 48 49 52 56 57 61 63 64	ALERTA
3	101	7 8 9 10 11 12 13 14 15 23 24 25 26 27 28 29 30 31 37 38 41 42 43 54 58 59 60 67 70 71 74 75 76 84 87 88 91 92 93 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159	** já classificados nas etapas anteriores **
4	2	33 50	ALERTA
5	2	34 51	ALERTA
6	1	55	INSEGURO NÍVEL 1
7	2	66 83	INSEGURO NÍVEL 1
8	2	72 89	ALERTA
9	2	79 96	ALERTA
10	1	81	INSEGURO NÍVEL 1
11	1	86	INSEGURO NÍVEL 1

TABELA 5.11 c) - Treinamento do Conjunto de Dados 10 - Terceira Etapa

Comentários: Alguns grupos contendo dados não similares foram submetidos a novo treinamento. Outros, com número reduzido de padrões foram mantidos para tentar na etapa seguinte agrupá-los, sem sucesso, como pode ser verificado, pois permaneceram isolados após a terceira etapa.

5.5 Processo de Testes de Classificação

A seguir são apresentados os resultados dos testes de classificação, para cada conjunto de dados submetidos ao treinamento. Para facilitar sua visualização e avaliação, serão relacionados na seguinte sequência:

- conjunto resultante do treinamento: compreende os grupos formados, os pesos resultantes do treinamento para cada grupo e sua respectiva classificação;
- conjunto de teste: descrição dos estados selecionados para teste e respectivos valores das grandezas características;
- classificação: tabela resultante, decorrente do processamento dos dados do conjunto de teste no programa de classificação, e a distância euclidiana associada;
- avaliação: verificação se a classificação foi correta ou não.

5.5.1 Dados de Tensão

a) Sistema Completo

Conjunto de Treinamento 1 - Sistema Completo - Grandeza: Tensão - Dados de simulações

Pesos resultantes do treinamento:

Grupo 0 - Classificação: **ALERTA**

0.980 0.997 1.000 0.955 0.977 0.945 0.965 0.967 0.949 0.990 0.983 0.962 1.000 0.963 0.979 0.999 1.000 0.968

Grupo 1 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.951 0.972 0.985 0.919 0.952 0.907 0.926 0.936 0.914 0.947 0.942 0.915 0.970 0.924 0.947 1.003 0.995 0.956

Grupo 2 - Classificação: **SEGURO**

1.017 1.000 0.998 0.976 0.986 0.968 0.984 0.985 0.976 1.000 0.994 0.982 1.001 0.987 0.998 0.998 1.000 0.979

Grupo 3 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.948 0.971 0.999 0.937 0.968 0.926 0.943 0.944 0.924 0.967 0.963 0.937 0.989 0.934 0.957 1.002 1.002 0.964

Grupo 4 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.928 0.942 0.945 0.879 0.911 0.868 0.886 0.905 0.883 0.906 0.900 0.872 0.929 0.897 0.926 0.999 0.987 0.946

Conjunto de Teste 1 - Grandeza: Tensão

Quatro estados distintos do sistema com configuração completa e dados provenientes de simulações, variando as condições de carga e geração:

0 - P. Grossa - 10 MW; G. Parigot - 60 MW; carga - 100%.

1 - P. Grossa - 10 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%.

2 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%.

3 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65%.

0 - 0.999 1.003 0.998 0.956 0.976 0.946 0.967 0.971 0.952 0.995 0.985 0.965 0.999 0.969 0.983 0.995 1.001 0.969

1 - 0.978 1.000 1.000 0.945 0.972 0.933 0.954 0.962 0.941 0.980 0.974 0.949 0.997 0.953 0.971 1.000 1.000 0.962

2 - 0.967 0.993 0.997 0.938 0.968 0.928 0.945 0.948 0.927 0.969 0.965 0.939 0.991 0.940 0.955 0.998 0.996 0.959

3 - 1.032 1.001 0.999 0.978 0.988 0.974 0.985 0.986 0.977 0.996 0.992 0.981 1.000 0.986 0.995 1.000 0.999 0.979

Arquivo de Eng.

Biblioteca
MAUÁ
BIM

de Itajubá - E

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	0	0.023	ALERTA
1	0	0.032	ALERTA
2	3	0.032	INSEGURO NÍVEL 1
3	2	0.018	SEGURO

Avaliação : CORRETA

b) Sistema com Contingências

Conjunto de Treinamento 2 - Sistema com contingências - Grandeza: Tensão - Dados de simulações

Pesos resultantes do treinamento:

Grupo 0 - Classificação: ALERTA
0.968 0.990 1.000 0.939 0.973 0.927 0.947 0.954 0.930 0.970 0.966 0.938 0.993 0.945 0.968 1.000 0.999 0.963

Grupo 1 - Classificação: INSEGURO NÍVEL 2
0.966 0.988 0.964 0.901 0.932 0.890 0.905 0.925 0.891 0.913 0.895 0.882 0.905 0.833 0.894 0.975 0.968 0.929

Grupo 2 - Classificação: INSEGURO NÍVEL 2
0.957 0.975 0.930 0.840 0.890 0.831 0.832 0.827 0.818 0.849 0.854 0.818 0.901 0.883 0.876 0.953 0.941 0.901

Grupo 3 - Classificação: INSEGURO NÍVEL 2
0.971 0.997 1.001 0.937 0.969 0.925 0.942 0.975 0.868 0.935 0.939 0.913 0.977 0.931 0.927 1.000 0.999 0.961

Grupo 4 - Classificação: INSEGURO NÍVEL 1
0.944 0.969 0.981 0.918 0.949 0.907 0.923 0.935 0.914 0.936 0.932 0.908 0.959 0.928 0.958 0.999 0.997 0.960

Grupo 5 - Classificação: INSEGURO NÍVEL 2
0.941 0.938 0.955 0.896 0.924 0.885 0.902 0.910 0.891 0.923 0.917 0.891 0.942 0.897 0.931 0.999 0.997 0.959

Grupo 6 - Classificação: INSEGURO NÍVEL 2
0.937 0.959 0.932 0.871 0.901 0.861 0.876 0.901 0.868 0.883 0.865 0.851 0.875 0.804 0.874 0.952 0.940 0.899

Grupo 7 - Classificação: INSEGURO NÍVEL 2
0.933 0.950 0.901 0.813 0.860 0.804 0.804 0.796 0.788 0.818 0.824 0.788 0.873 0.864 0.858 0.932 0.915 0.874

Grupo 8 - Classificação: INSEGURO NÍVEL 2
0.945 0.971 0.980 0.918 0.949 0.906 0.922 0.956 0.848 0.917 0.919 0.894 0.956 0.912 0.916 1.000 1.000 0.962

Grupo 9 - Classificação: SEGURO
0.984 1.001 1.001 0.954 0.980 0.943 0.964 0.968 0.949 0.992 0.983 0.961 0.999 0.967 0.982 1.000 0.999 0.967

Grupo 10 - Classificação: INSEGURO NÍVEL 2
0.981 1.002 1.001 0.951 0.976 0.941 0.957 0.959 0.934 0.977 0.964 0.949 0.972 0.888 0.947 0.997 0.998 0.965

Conjunto de Teste 2 -Grandeza: Tensão

Seis estados distintos do sistema com configuração alterada e dados provenientes de simulações, variando as condições de carga e geração:

- 0 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115% sem LT 69 kV Barigui/Campo Comprido 1 e 2
- 1 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115% sem LT 69 kV Pilarzinho/Atuba 1 e 2
- 2 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115% sem LT 69 kV Umbará/Uberaba
- 3 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115% sem LT 230 kV Pilarzinho/ G.Parigot
- 4 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65% sem LT 230 kV Pilarzinho/G.Parigot
- 5 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65% sem LT 230 kV Umbará/Uberaba

0 - 0.964 0.987 0.995 0.916 0.960 0.906 0.955 0.950 0.930 0.974 0.968 0.944 0.992 0.937 0.955 1.000 1.000 0.962
 1 - 0.967 0.992 0.999 0.941 0.971 0.931 0.948 0.949 0.929 0.975 0.956 0.941 0.987 0.938 0.955 0.998 0.997 0.959
 2 - 0.967 0.992 0.997 0.937 0.968 0.927 0.944 0.947 0.926 0.968 0.964 0.938 0.989 0.938 0.954 0.997 0.997 0.957
 3 - 0.963 0.985 0.999 0.933 0.968 0.923 0.936 0.933 0.906 0.957 0.956 0.928 0.988 0.939 0.972 0.999 0.998 0.961
 4 - 1.030 0.997 1.000 0.977 0.989 0.973 0.982 0.975 0.960 0.998 0.993 0.981 1.001 0.986 1.003 1.000 1.000 0.979
 5 - 1.031 0.999 1.005 0.982 0.994 0.977 0.987 0.978 0.966 1.001 0.993 0.984 0.998 0.948 0.979 0.997 0.997 0.977

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	0	0.039	ALERTA
1	0	0.022	ALERTA
2	0	0.021	ALERTA
3	0	0.041	ALERTA
4	9	0.075	SEGURO
5	9	0.080	SEGURO

Avaliação: CORRETA

5.5.2 Dados de Potência

a) Sistema Completo

Conjunto de Treinamento 3 - Sistema Completo - Grandeza: Potência - Dados de simulações

Pesos resultantes do treinamento:

Grupo 0 - Classificação: **ALERTA**

0.761 0.867 0.862 0.353 0.396 0.914 0.400 0.691 0.263 0.072 0.661 0.595 0.398 0.240 0.713 0.838 0.619 0.456

Grupo 1 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.968 1.136 1.124 0.488 0.470 0.889 0.443 0.800 0.295 0.085 0.728 0.619 0.412 0.395 0.936 1.004 0.739 0.579

Grupo 2 - Classificação: **SEGURO**

0.499 0.545 0.540 0.215 0.273 0.933 0.307 0.529 0.210 0.041 0.488 0.431 0.336 0.102 0.459 0.625 0.442 0.339

Grupo 3 - Classificação: **SEGURO**

0.306 0.309 0.306 0.163 0.206 0.952 0.210 0.381 0.166 0.025 0.340 0.297 0.271 0.042 0.293 0.463 0.306 0.238

Conjunto de Teste 3 - Grandeza: Potência

Quatro estados distintos do sistema com configuração completa e dados provenientes de simulações, variando as condições de carga e geração:

- 0 - P. Grossa - 10 MW; G. Parigot - 60 MW; carga - 100%.
- 1 - P. Grossa - 10 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%.
- 2 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%.
- 3 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65%.

0 - 0.769 0.834 0.824 0.305 0.373 0.707 0.361 0.660 0.260 0.071 0.643 0.577 0.374 0.208 0.671 0.824 0.588 0.461
 1 - 0.966 1.043 1.032 0.433 0.451 0.695 0.406 0.760 0.287 0.090 0.693 0.628 0.381 0.366 0.894 0.960 0.713 0.543
 2 - 1.059 1.207 1.207 0.540 0.644 0.146 0.544 0.832 0.270 0.090 0.687 0.624 0.341 0.420 0.949 0.960 0.732 0.543
 3 - 0.503 0.577 0.577 0.215 0.349 0.081 0.344 0.510 0.155 0.035 0.377 0.333 0.224 0.148 0.456 0.526 0.395 0.283

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	0	0.237	ALERTA
1	1	0.265	INSEGURO NÍVEL 1
2	1	0.792	INSEGURO NÍVEL 1
3	2	0.889	SEGURO

Avaliação : CORRETA

b) Sistema com Contingências

Conjunto de Treinamento 4 - Sistema com contingências - Grandeza: Potência - Dados de simulações

Pesos resultantes do treinamento:

Grupo 0 - Classificação: **ALERTA**

0.972 1.084 1.077 0.490 0.493 0.897 0.414 0.807 0.297 0.117 0.707 0.682 0.402 0.371 0.883 0.964 0.707 0.543

Grupo 1 - Classificação: **ALERTA**

0.937 0.996 0.992 0.451 0.406 0.904 0.352 0.848 0.337 0.087 0.931 0.382 0.209 0.589 1.078 0.902 0.719 0.502

Grupo 2 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.979 0.902 0.891 0.390 0.399 0.908 0.425 0.795 0.304 0.059 0.726 0.534 0.645 0.178 0.441 1.200 0.806 0.493

Grupo 3 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

1.266 1.013 1.004 0.440 0.392 0.900 0.377 0.864 0.368 0.099 0.732 0.438 0.769 0.292 0.352 1.634 0.317 0.521

Grupo 4 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

1.501 1.633 1.620 0.883 0.380 0.927 0.195 0.398 0.248 0.170 0.490 0.548 0.156 0.998 1.556 1.159 0.847 0.558

Grupo 5 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.822 1.382 0.000 0.203 0.401 0.901 0.500 0.738 0.254 0.088 0.685 0.638 0.388 0.310 0.792 0.922 0.649 0.502

Grupo 6 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.923 0.000 1.563 0.230 0.438 0.894 0.524 0.785 0.265 0.106 0.711 0.667 0.383 0.397 0.907 1.003 0.704 0.543

Grupo 7 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

1.029 1.020 1.010 0.454 0.414 0.901 0.374 1.002 0.415 0.078 0.359 0.326 0.169 0.643 1.157 1.122 0.700 0.515

Grupo 8 - Classificação: **ALERTA**

0.955 1.098 1.098 0.488 0.451 0.901 0.358 0.810 0.332 0.035 0.757 0.518 0.626 0.000 0.540 0.882 0.639 0.543

Grupo 9 - Classificação: **SEGURO**

0.754 0.838 0.837 0.350 0.410 0.913 0.389 0.719 0.269 0.090 0.640 0.614 0.407 0.216 0.667 0.802 0.601 0.461

Grupo 10 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

1.054 1.263 1.254 0.665 0.354 0.901 0.100 0.374 0.220 0.152 0.487 0.581 0.097 0.773 1.236 0.921 0.720 0.461

Grupo 11 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.698 0.000 1.181 0.190 0.363 0.908 0.489 0.690 0.244 0.071 0.664 0.613 0.402 0.225 0.676 0.801 0.605 0.461

Conjunto de Teste 4 - Grandeza: Potência

Seis estados distintos do sistema com configuração alterada e dados provenientes de simulações, variando as condições de carga e geração:

- 0 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115% sem LT 69 kV Barigui/Campo Comprido 1 e 2
- 1 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115% sem LT 69 kV Pilarzinho/Atuba 1 e 2
- 2 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115% sem LT 69 kV Umbará/Uberaba
- 3 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115% sem LT 230 kV Pilarzinho/ G.Parigot
- 4 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65% sem LT 230 kV Pilarzinho/G.Parigot
- 5 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65% sem LT 230 kV Umbará/Uberaba

0 - 1.296 1.779 1.760 1.037 0.648 0.146 0.000 0.643 0.375 0.103 0.656 0.510 0.561 0.318 0.725 0.625 0.746 0.543
 1 - 1.093 1.164 1.146 0.495 0.648 0.146 0.602 0.822 0.287 0.168 0.647 0.695 0.000 0.702 1.242 1.101 0.761 0.543
 2 - 1.042 1.243 1.225 0.560 0.644 0.146 0.500 0.802 0.270 0.090 0.687 0.611 0.381 0.397 0.895 1.100 0.742 0.543
 3 - 1.128 1.273 1.263 0.610 0.644 0.146 0.524 0.824 0.265 0.106 0.649 0.596 0.330 0.500 1.017 0.961 0.737 0.543
 4 - 0.508 0.588 0.588 0.224 0.346 0.081 0.343 0.504 0.163 0.035 0.394 0.362 0.224 0.148 0.456 0.526 0.395 0.283
 5 - 0.658 0.607 0.607 0.224 0.349 0.081 0.329 0.576 0.213 0.071 0.435 0.023 0.462 0.178 0.190 0.965 0.187 0.283

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	10	1.515	INSEGURO NÍVEL 2
1	7	1.021	INSEGURO NÍVEL 1
2	0	0.825	ALERTA
3	0	0.875	ALERTA
4	9	1.148	SEGURO
5	9	1.307	SEGURO

Avaliação PARCIALMENTE CORRETA

Os padrões 2 e 3 não foram corretamente classificados. Deveriam pertencer à classe INSEGURO NÍVEL 1.

5.5.3 Dados de Tensão e Potência

Conjunto de Treinamento 5 - Sistema Completo - Grandezas: Tensão e Potência - Dados de simulações

Pesos resultantes do treinamento (primeira linha - tensão; segunda linha - potência):

Grupo 0 - Classificação: **ALERTA**

0.980 0.996 1.000 0.953 0.976 0.942 0.963 0.965 0.946 0.990 0.982 0.961 1.000 0.961 0.978 1.000 1.000 0.968
0.761 0.867 0.862 0.353 0.396 0.914 0.400 0.691 0.263 0.072 0.661 0.595 0.398 0.240 0.713 0.838 0.619 0.456

Grupo 1 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.950 0.971 0.983 0.919 0.951 0.907 0.926 0.936 0.915 0.949 0.944 0.917 0.971 0.926 0.950 1.001 0.995 0.955
0.968 1.136 1.124 0.488 0.470 0.889 0.443 0.800 0.295 0.085 0.728 0.619 0.412 0.395 0.936 1.004 0.739 0.579

Grupo 2 - Classificação: **SEGURO**

1.006 1.000 0.999 0.970 0.983 0.961 0.978 0.979 0.967 0.999 0.991 0.977 1.000 0.981 0.992 0.998 1.000 0.975
0.499 0.545 0.540 0.215 0.273 0.933 0.307 0.529 0.210 0.041 0.488 0.431 0.336 0.102 0.459 0.625 0.442 0.339

Grupo 3 - Classificação: **SEGURO**

1.017 1.000 0.998 0.981 0.989 0.974 0.988 0.989 0.982 1.001 0.996 0.987 1.001 0.992 1.001 0.998 1.000 0.983
0.306 0.309 0.306 0.163 0.206 0.952 0.210 0.381 0.166 0.025 0.340 0.297 0.271 0.042 0.293 0.463 0.306 0.238

Conjunto de Teste 5 - Grandezas: Tensão e Potência

Quatro estados distintos do sistema com configuração completa e dados provenientes de simulações, variando as condições de carga e geração:

0 - P. Grossa - 10 MW; G. Parigot - 60 MW; carga - 100%.

1 - P. Grossa - 10 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%.

2 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%.

3 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65%.

0 - 0.999 1.003 0.998 0.956 0.976 0.946 0.967 0.971 0.952 0.995 0.985 0.965 0.999 0.969 0.983 0.995 1.001 0.969
0.769 0.834 0.824 0.305 0.373 0.707 0.361 0.660 0.260 0.071 0.643 0.577 0.374 0.208 0.671 0.824 0.588 0.461

1 - 0.978 1.000 1.000 0.945 0.972 0.933 0.954 0.962 0.941 0.980 0.974 0.949 0.997 0.953 0.971 1.000 1.000 0.962
0.966 1.043 1.032 0.433 0.451 0.695 0.406 0.760 0.287 0.090 0.693 0.628 0.381 0.366 0.894 0.960 0.713 0.543

2 - 0.967 0.993 0.997 0.938 0.968 0.928 0.945 0.948 0.927 0.969 0.965 0.939 0.991 0.940 0.955 0.998 0.996 0.959
1.059 1.207 1.207 0.540 0.644 0.146 0.544 0.832 0.270 0.090 0.687 0.624 0.341 0.420 0.949 0.960 0.732 0.543

3 - 1.032 1.001 0.999 0.978 0.988 0.974 0.985 0.986 0.977 0.996 0.992 0.981 1.000 0.986 0.995 1.000 0.999 0.979
0.503 0.577 0.577 0.215 0.349 0.081 0.344 0.510 0.155 0.035 0.377 0.333 0.224 0.148 0.456 0.526 0.395 0.283

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	0	0.238	ALERTA
1	1	0.284	INSEGURO NÍVEL 1
2	1	0.795	INSEGURO NÍVEL 1
3	2	0.890	SEGURO

Avaliação: **CORRETA**

5.5.4 Dados do Sistema Real

a) Sistema Real A

Conjunto de Treinamento 6 - Sistema em diversas configurações - Grandeza: Potência- Dados Telemedidos

Pesos resultantes do treinamento:

Grupo 0 - Classificação: **SEGURO**

0.359 0.354 0.346 0.093 0.153 0.521 0.254 0.516 0.256 0.150 0.296 0.233 0.260 0.252 0.368 0.441 0.394 0.192

Grupo 1 - Classificação: **SEGURO**

0.500 0.626 0.620 0.088 0.351 0.347 0.457 0.694 0.262 0.150 0.429 0.355 0.282 0.310 0.584 0.572 0.571 0.210

Grupo 2 - Classificação: **ALERTA**

0.617 0.807 0.800 0.100 0.355 0.271 0.204 0.418 0.202 0.150 0.305 0.353 0.068 0.250 0.824 0.572 0.617 0.280

Grupo 3 - Classificação: **SEGURO**

0.443 0.589 0.600 0.100 0.062 0.489 0.129 0.000 0.190 0.150 0.376 0.510 0.000 0.250 0.427 0.384 0.443 0.257

Grupo 4 - Classificação: **SEGURO**

0.514 0.555 0.520 0.140 0.211 0.613 0.306 0.596 0.251 0.150 0.466 0.340 0.335 0.186 0.427 0.117 0.512 0.163

Conjunto de teste 6

Nove estados com dados de telemedições.

0 - 20/10/94 - 09:00h

1 - 20/10/94 - 11:00h

2 - 07/01/95 - 20:00h

3 - 08/01/95 - 18:00h

4 - 09/01/95 - 01:00h

5 - 10/01/95 - 21:00h

6 - 11/01/95 - 18:00h

7 - 12/01/95 - 20:00h

8 - 12/01/95 - 22:00h

0 - 0.626 0.871 0.860 0.077 0.388 0.200 0.277 0.456 0.203 0.788 0.362 0.393 0.060 0.244 0.562 0.538 0.666 0.295

1 - 0.545 0.699 0.700 0.060 0.504 0.230 0.586 0.750 0.305 0.788 0.508 0.412 0.320 0.244 0.450 0.544 0.662 0.295

2 - 0.413 0.369 0.345 0.038 0.116 0.686 0.236 0.569 0.093 0.450 0.327 0.544 0.342 0.352 0.484 0.591 0.540 0.557

3 - 0.277 0.181 0.201 0.079 0.115 0.652 0.205 0.441 0.247 0.230 0.255 0.196 0.241 0.156 0.259 0.367 0.358 0.366

4 - 0.252 0.160 0.160 0.110 0.122 0.174 0.219 0.403 0.213 0.202 0.234 0.176 0.243 0.178 0.244 0.356 0.364 0.398

5 - 0.488 0.442 0.460 0.038 0.213 0.601 0.421 0.637 0.164 0.127 0.395 0.314 0.381 0.176 0.363 0.639 0.582 0.553

6 - 0.454 0.484 0.480 0.050 0.190 0.601 0.378 0.632 0.221 0.237 0.386 0.314 0.286 0.352 0.503 0.599 0.648 0.408

7 - 0.468 0.467 0.460 0.024 0.176 0.629 0.400 0.645 0.164 0.127 0.390 0.314 0.374 0.306 0.469 0.654 0.621 0.540

8 - 0.462 0.464 0.460 0.022 0.179 0.629 0.391 0.632 0.145 0.127 0.362 0.314 0.361 0.285 0.434 0.636 0.606 0.547

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	2	0.711	ALERTA
1	1	0.728	SEGURO
2	0	0.678	SEGURO
3	0	0.391	SEGURO
4	0	0.550	SEGURO

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
5	0	0.586	SEGURO
6	1	0.459	SEGURO
7	1	0.570	SEGURO
8	0	0.578	SEGURO

Avaliação: CORRETA

Conjunto de Treinamento 7 - Sistema em diversas configurações - Grandeza: Tensão - Dados Telemedidos

Pesos resultantes do treinamento:

Grupo 0 - Classificação: **SEGURO**

1.000 1.032 0.974 0.962 0.971 0.955 0.963 1.001 1.005 0.965 0.967 0.940 0.956 1.011 1.015 0.972 0.972 0.950

Grupo 1 - Classificação: **SEGURO**

1.000 1.043 0.987 0.968 0.973 0.967 0.974 1.008 1.021 0.978 0.976 0.940 0.971 1.021 1.032 0.994 1.011 0.950

Grupo 2 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

1.000 1.048 0.956 0.970 0.970 0.913 0.928 0.943 0.948 0.956 0.970 0.940 0.956 1.009 1.022 0.964 0.956 0.950

Grupo 3 - Classificação: **SEGURO**

1.000 1.048 0.971 0.970 0.971 0.956 0.942 0.000 1.017 0.971 0.970 0.940 0.956 1.030 1.043 0.993 0.971 0.950

Conjunto de teste 7

Nove estados com dados de telemedições.

0 - 20/10/94 - 09:00h

1 - 20/10/94 - 11:00h

2 - 07/01/95 - 20:00h

3 - 08/01/95 - 18:00h

4 - 09/01/95 - 01:00h

5 - 10/01/95 - 21:00h

6 - 11/01/95 - 18:00h

7 - 12/01/95 - 20:00h

8 - 12/01/95 - 22:00h

0 - 1.000 1.043 0.986 0.942 0.928 0.942 0.942 0.965 0.974 0.957 0.928 0.928 0.957 1.013 1.035 0.978 0.957 0.928

1 - 1.000 1.057 0.986 0.957 0.942 0.957 0.971 1.009 1.013 0.986 0.957 0.942 0.971 1.026 1.048 0.978 0.986 0.957

2 - 1.000 1.048 0.986 0.971 0.957 0.971 0.986 1.009 1.022 0.971 0.986 0.957 0.971 1.022 1.026 1.007 1.043 1.000

3 - 1.000 1.043 0.986 0.971 0.957 0.971 0.971 1.009 1.022 0.971 0.971 0.957 0.957 1.030 1.022 0.978 1.029 0.986

4 - 0.952 1.030 0.971 0.971 0.957 0.971 0.971 1.004 1.013 0.971 0.971 0.957 0.957 1.017 1.013 0.978 1.014 1.000

5 - 1.000 1.052 0.986 0.971 0.957 0.971 0.986 1.009 1.026 0.986 0.986 0.957 0.971 1.030 1.048 1.014 1.043 1.000

6 - 0.952 1.039 0.986 0.971 0.957 0.957 0.971 1.009 1.022 0.971 0.971 0.942 0.971 1.017 1.043 0.986 1.014 0.986

7 - 1.000 1.035 0.971 0.957 0.942 0.957 0.971 1.009 1.030 0.971 0.971 0.942 0.957 1.013 1.039 1.014 1.014 0.986

8 - 1.000 1.043 0.986 0.971 0.957 0.971 0.971 1.009 1.022 0.971 0.986 0.957 0.971 1.022 1.039 1.014 1.014 0.986

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	0	0.091	SEGURO
1	1	0.056	SEGURO
2	1	0.068	SEGURO
3	1	0.054	SEGURO
4	1	0.082	SEGURO

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
5	1	0.072	SEGURO
6	1	0.065	SEGURO
7	1	0.061	SEGURO
8	1	0.050	SEGURO

Avaliação: CORRETA

b) Sistema Real B

Conjunto de Treinamento 8: Dados mistos (tensão, potência, "tap") normalizados

Pesos:

Grupo 0 - Classificação: SEGURO

-0.766 -0.460 -0.801 -0.453 -0.597 -0.541 0.029 0.057 0.164 -0.512 -0.725 -0.031
-0.019 0.240 -0.825 -0.749 0.043 0.143 -0.850 -0.587 0.360 -0.357 -0.851 -0.571
-0.500 -0.433 0.449 -0.473 0.429 -0.766 -0.589 -0.773 -0.788 -0.534 -0.801 -0.690

Grupo 1 - Classificação: ALERTA

0.392 0.192 0.421 0.462 0.488 0.072 -0.280 0.360 -0.224 -0.000 0.442 0.418
-0.277 -0.599 0.565 0.325 -0.383 -0.040 0.426 0.627 0.106 -0.200 -0.080 0.320
0.239 -0.204 -0.204 0.713 0.975 0.040 0.275 0.553 0.395 0.580 0.027 -0.833

Grupo 2 - Classificação: SEGURO

-0.255 -0.295 -0.188 -0.445 -0.103 -0.569 -0.200 -0.286 0.121 -0.429 -0.261 -0.390
-0.233 -0.045 -0.429 -0.640 -0.005 0.029 -0.327 0.092 -0.179 -0.286 -0.301 -0.358
-0.256 -0.312 0.021 0.033 -0.808 -0.317 -0.545 -0.311 -0.380 0.331 -0.720 -0.917

Grupo 3 - Classificação: ALERTA

0.341 0.130 0.460 0.518 0.705 0.414 -0.143 0.514 -0.243 0.238 0.505 -0.005
-0.125 -0.141 0.754 0.401 -0.148 0.086 0.595 0.703 0.264 0.000 0.197 0.257
0.460 -0.051 0.295 0.803 -0.938 0.240 0.339 0.506 0.564 0.595 0.131 -0.547

Grupo 4 - Classificação: ALERTA

1.000 1.000 0.979 0.990 1.000 0.439 -0.200 0.600 -0.697 -0.500 1.000 0.394
-0.410 -0.331 0.975 0.166 -0.561 0.200 1.000 0.919 -0.339 -0.500 0.853 1.000
-0.275 0.662 -0.596 0.563 -0.875 0.280 0.000 1.000 1.000 0.896 -0.130 -0.833

Grupo 5 - Classificação: SEGURO

-0.029 -0.438 -0.008 -0.438 -0.100 -0.535 0.100 0.500 -0.318 -0.084 0.081 0.166
0.672 0.502 -0.125 -0.657 0.830 0.100 -0.011 0.165 0.718 0.000 0.001 -0.325
0.472 0.413 -0.005 0.191 -0.938 -0.300 -0.656 -0.027 -0.068 0.079 -0.956 -1.000

Grupo 6 - Classificação: ALERTA

-0.114 -0.654 0.025 0.223 0.275 0.516 0.800 0.450 -0.303 -0.375 -0.030 -0.273
-0.641 0.834 0.031 0.573 -0.670 0.900 -0.078 -0.079 0.217 0.625 -0.221 0.075
0.225 0.495 0.232 0.581 1.000 -0.100 0.531 0.402 0.307 0.395 0.718 0.753

Conjunto de teste 8

Quatro estados com dados de telemedições.

0 - 06/04/95 - 21:00h

1 - 06/04/95 - 08:00h

2 - 06/04/95 - 04:00h

3 - 07/04/95 - 17:00h



0 - +0.966 +0.138 +0.907 +0.733 +0.328 +0.721 -0.600 +0.200 -0.788 -0.667 +0.819 +0.394
 -0.341 -0.331 +0.800 +0.813 +0.773 +0.600 +0.865 +0.766 +0.773 +0.500 +0.631 +0.800
 +0.439 +0.662 +0.859 +0.889 -0.875 +0.840 +0.750 +0.913 +0.948 -0.789 -0.913 -0.833

1 - +0.498 -0.161 +0.427 +0.509 -0.337 +0.157 -0.200 +0.400 +0.727 +0.366 -0.957 -0.515
 +0.326 +0.336 -0.850 -0.574 -0.338 +0.200 -0.835 -0.003 -0.116 +0.500 -0.703 +0.200
 +0.296 -0.671 -0.437 -0.684 +0.750 -0.760 -0.500 -0.716 -0.743 +0.474 +0.653 +0.503

2 - -0.848 -0.460 -0.853 -0.723 -0.736 -0.690 +0.600 +0.800 -0.485 -0.084 -0.735 -0.637
 -0.674 -1.000 -0.700 -0.482 +0.106 -0.600 -0.567 -0.771 +0.550 +0.000 -0.110 -0.100
 +0.725 -0.005 -0.293 -0.019 +0.750 -0.360 -0.250 -0.410 -0.403 +0.264 +0.479 +0.837

3 - +0.907 +0.437 +0.827 +0.509 +0.727 +0.862 +0.200 +0.000 +0.424 -0.333 +0.375 +0.091
 +0.659 +0.336 +0.550 +0.536 -0.561 +0.600 +0.597 +0.612 +0.550 +1.000 +0.409 +0.600
 +0.725 +0.662 +0.715 +0.829 -0.875 +0.640 +0.500 +0.865 +0.923 -0.579 -1.000 -0.833

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	3	3.124	ALERTA
1	2	3.817	SEGURO
2	0	3.653	SEGURO
3	3	2.909	ALERTA

Avaliação CORRETA

c) Sistema Real C

Conjunto de Treinamento 9 - Sistema Real sem a Usina GPS - Grandezas: Tensão e Potência - Dados Telemedidos

Pesos resultantes do treinamento:

Grupo 0 - ALERTA

0.639 0.840 0.840 0.440 0.263 0.230 0.081 0.306 0.277 0.403 0.141 0.141 0.652 0.493
 0.400 0.989 0.000 0.195 0.324 0.444 1.048 0.971 0.957 0.957 0.983 0.957 0.957 0.957

Grupo 1 - INSEGURO NÍVEL 1

0.774 0.805 0.805 0.278 0.528 0.277 0.535 0.825 0.256 0.241 0.560 0.524 0.284 0.607
 0.889 0.905 1.193 0.812 0.068 0.215 1.049 1.002 0.974 0.981 0.988 0.993 0.988 0.979

Grupo 2 - INSEGURO NÍVEL 2

0.936 1.217 1.217 0.995 0.567 0.000 0.045 0.294 0.142 0.158 0.373 0.313 1.089 0.523
 0.969 1.146 0.000 0.168 0.394 0.563 1.030 1.000 0.942 0.942 0.904 0.971 0.971 0.942

Grupo 3 - INSEGURO NÍVEL 2

0.803 1.200 1.200 0.727 0.276 0.308 0.057 0.219 0.103 0.226 0.339 0.297 0.696 0.492
 0.805 1.079 0.000 0.198 0.379 0.527 1.048 1.029 0.986 0.971 0.935 1.000 1.000 0.986

Grupo 4 - ALERTA

0.668 0.845 0.845 0.319 0.325 0.374 0.189 0.923 0.230 0.408 0.527 0.342 0.364 0.520
 0.635 0.755 0.954 0.742 0.053 0.166 1.049 1.014 0.971 0.981 1.000 0.991 0.995 0.986

Grupo 5 - INSEGURO NÍVEL 1

0.876 0.998 0.998 0.489 0.525 0.308 0.340 1.008 0.141 0.234 0.669 0.465 0.340 0.702
 0.967 1.008 1.120 1.033 0.054 0.204 1.023 1.000 0.962 0.966 0.958 0.991 0.986 0.986

Grupo 6 - SEGURO

0.442 0.492 0.492 0.151 0.281 0.219 0.313 0.561 0.256 0.275 0.270 0.263 0.188 0.344
 0.373 0.532 0.829 0.377 0.039 0.149 1.036 0.988 0.978 0.981 1.012 0.981 0.978 0.965

Grupo 7 - INSEGURO NÍVEL 1

0.659 0.784 0.787 0.213 0.459 0.213 0.440 0.750 0.300 0.402 0.423 0.253 0.399 0.603
 0.606 0.837 1.064 0.583 0.021 0.157 1.047 1.002 0.969 0.979 1.000 0.984 0.984 0.990

Grupo 8 - ALERTA

0.579 0.649 0.649 0.207 0.410 0.241 0.408 0.687 0.292 0.317 0.379 0.344 0.318 0.502
 0.582 0.729 0.984 0.551 0.050 0.177 1.048 1.000 0.986 0.997 1.013 0.989 0.997 0.982

Grupo 9 - ALERTA

0.711 0.801 0.801 0.211 0.467 0.230 0.455 0.734 0.280 0.353 0.493 0.396 0.236 0.484
 0.689 0.739 1.105 0.650 0.081 0.192 1.043 1.007 0.971 0.979 0.991 0.986 0.971 0.971

Conjunto de Teste 9:

Dezenove estados com dados telemédidos:

00 - 19/07/95 08:00h	10 - 26/07/95 04:00h
01 - 19/07/95 17:00h	11 - 26/07/95 08:00h
02 - 20/07/95 04:00h	12 - 26/07/95 17:00h
03 - 20/07/95 13:00h	13 - 27/07/95 03:00h
04 - 20/07/95 20:00h	14 - 27/07/95 20:00h
05 - 21/07/95 07:00h	15 - 28/07/95 03:00h
06 - 21/07/95 12:00h	16 - 28/07/95 09:00h
07 - 21/07/95 20:00h	17 - 28/07/95 17:00h
08 - 24/07/95 16:00h	18 - 28/07/95 21:00h
09 - 24/07/95 21:00h	

00 - 0.585 0.703 0.703 0.183 0.425 0.202 0.468 0.662 0.351 0.419 0.354 0.253 0.391 0.583
 0.502 0.786 1.005 0.517 0.022 0.145 1.048 0.986 0.957 0.971 1.009 0.986 0.971 0.971

01 - 0.633 0.710 0.710 0.193 0.393 0.206 0.437 0.788 0.300 0.381 0.408 0.279 0.460 0.657
 0.625 0.881 1.241 0.616 0.026 0.157 1.052 0.986 0.957 0.971 1.000 0.971 0.971 0.986

02 - 0.420 0.467 0.467 0.218 0.270 0.230 0.330 0.564 0.277 0.301 0.233 0.204 0.127 0.348
 0.321 0.522 0.947 0.351 0.022 0.144 1.039 0.971 0.971 0.986 1.013 0.971 0.971 0.957

03 - 0.597 0.721 0.721 0.218 0.488 0.236 0.496 0.754 0.260 0.316 0.411 0.240 0.313 0.601
 0.540 0.827 1.233 0.584 0.022 0.152 1.052 0.986 0.971 0.971 1.000 0.986 0.986 0.986

04 - 0.701 0.720 0.720 0.283 0.539 0.230 0.560 0.783 0.183 0.135 0.496 0.520 0.195 0.548
 0.824 0.826 1.254 0.739 0.032 0.204 1.043 1.000 0.986 0.986 0.991 1.000 1.000 0.971

05 - 0.561 0.601 0.601 0.175 0.363 0.202 0.409 0.656 0.278 0.275 0.363 0.377 0.215 0.399
 0.539 0.615 1.065 0.491 0.062 0.157 1.057 1.014 1.000 1.000 1.022 1.000 1.000 0.986

06 - 0.717 0.809 0.809 0.263 0.525 0.202 0.487 0.774 0.332 0.382 0.547 0.449 0.280 0.524
 0.707 0.790 1.291 0.935 0.082 0.193 1.057 1.014 1.000 1.000 1.000 1.014 1.000 0.986

07 - 0.690 0.720 0.720 0.275 0.551 0.200 0.546 0.762 0.183 0.135 0.498 0.528 0.246 0.514
 0.937 0.788 1.241 0.716 0.048 0.206 1.052 1.014 1.000 1.000 1.000 1.000 0.986 0.986

08 - 0.682 0.773 0.773 0.228 0.406 0.200 0.430 0.703 0.257 0.334 0.516 0.439 0.247 0.457
 0.684 0.719 1.284 0.667 0.093 0.202 1.039 1.000 0.971 0.986 0.986 1.000 0.986 0.971

09 - 0.972 1.145 1.145 0.755 0.301 0.461 0.114 0.269 0.142 0.182 0.372 0.301 0.716 0.591
1.140 1.235 0.000 0.190 0.392 0.573 1.057 1.014 0.957 0.971 0.922 0.986 0.986 0.971

10 - 0.421 0.482 0.482 0.150 0.264 0.202 0.289 0.523 0.270 0.301 0.270 0.272 0.202 0.308
0.345 0.513 1.008 0.353 0.054 0.167 1.039 0.986 0.971 0.986 1.000 0.986 0.971 0.957

11 - 0.616 0.705 0.705 0.198 0.425 0.202 0.437 0.709 0.305 0.358 0.429 0.388 0.230 0.437
0.620 0.677 1.233 0.553 0.072 0.187 1.048 1.000 0.971 0.971 1.000 0.986 0.971 0.957

12 - 0.693 0.816 0.816 0.283 0.476 0.174 0.401 0.724 0.225 0.269 0.369 0.242 0.424 0.566
0.687 0.786 1.168 0.553 0.019 0.152 1.043 1.014 0.986 0.986 1.004 0.986 0.986 1.000

13 - 0.412 0.480 0.480 0.125 0.263 0.174 0.285 0.561 0.277 0.304 0.233 0.161 0.236 0.382
0.320 0.549 0.925 0.357 0.010 0.139 1.052 1.000 0.986 0.986 1.026 0.986 0.986 0.986

14 - 0.825 0.950 0.950 0.480 0.550 0.257 0.376 1.002 0.115 0.206 0.666 0.566 0.292 0.564
0.941 0.859 1.268 0.946 0.087 0.222 1.048 1.000 0.971 0.971 0.983 1.000 0.986 0.971

15 - 0.422 0.460 0.460 0.148 0.250 0.229 0.313 0.546 0.253 0.276 0.289 0.300 0.195 0.311
0.374 0.498 0.918 0.383 0.059 0.149 1.048 0.986 0.986 0.986 1.013 0.986 0.986 0.971

16 - 0.695 0.786 0.786 0.243 0.451 0.200 0.429 0.734 0.305 0.364 0.431 0.313 0.251 0.484
0.677 0.719 1.201 0.590 0.058 0.169 1.052 1.014 0.986 0.986 1.004 1.000 0.986 0.986

17 - 0.685 0.803 0.803 0.298 0.491 0.202 0.400 0.708 0.282 0.381 0.376 0.241 0.495 0.627
0.648 0.845 1.179 0.575 0.035 0.149 1.052 1.029 0.986 0.986 1.009 1.000 1.000 1.014

18 - 0.770 0.918 0.918 0.448 0.526 0.200 0.343 0.980 0.111 0.226 0.493 0.316 0.395 0.695
0.760 0.941 1.111 0.801 0.057 0.162 1.048 1.014 0.971 0.986 1.004 1.000 1.000 1.000

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	7	0.246	INSEGURO NÍVEL 1
1	7	0.249	INSEGURO NÍVEL 1
2	6	0.186	SEGURO
3	7	0.259	INSEGURO NÍVEL 1
4	1	0.279	INSEGURO NÍVEL 1
5	8	0.248	ALERTA
6	1	0.355	INSEGURO NÍVEL 1
7	1	0.303	INSEGURO NÍVEL 1
8	9	0.216	ALERTA
9	3	0.470	INSEGURO NÍVEL 2
10	6	0.201	SEGURO
11	9	0.270	ALERTA
12	7	0.249	INSEGURO NÍVEL 1
13	6	0.191	SEGURO
14	5	0.317	INSEGURO NÍVEL 1
15	6	0.128	SEGURO
16	9	0.176	ALERTA
17	7	0.209	INSEGURO NÍVEL 1
18	5	0.450	INSEGURO NÍVEL 1

Avaliação: CORRETA

5.5.5 Dados Mistos

Conjunto de Treinamento 10 - Sistema em diversas configurações - Grandezas: Tensão e Potência - Dados mistos

Pesos resultantes do treinamento (primeira linha - tensão; segunda linha - potência):

Grupo 0 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.981 1.002 1.001 0.951 0.976 0.941 0.957 0.959 0.934 0.977 0.964 0.949 0.972 0.888 0.947 0.997 0.998 0.965
1.013 0.868 0.868 0.391 0.368 0.912 0.358 0.777 0.322 0.089 0.676 0.472 0.684 0.257 0.334 1.355 0.325 0.460

Grupo 1 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.998 0.996 1.000 0.938 0.972 0.928 0.939 0.929 0.918 0.966 0.967 0.938 0.997 0.943 0.962 0.997 1.000 0.968
1.122 1.344 1.344 0.733 0.354 0.901 0.154 0.316 0.220 0.158 0.463 0.577 1.122 0.866 1.331 0.982 0.729 0.460

Grupo 2 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.974 0.995 1.002 0.938 0.971 0.927 0.951 0.960 0.940 0.981 0.975 0.950 0.996 0.956 0.974 1.000 0.999 0.964
0.821 1.382 0.000 0.203 0.400 0.901 0.500 0.738 0.254 0.089 0.684 0.638 0.388 0.310 0.791 0.922 0.649 0.502

Grupo 3 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.973 0.995 1.002 0.938 0.971 0.927 0.951 0.960 0.940 0.981 0.975 0.950 0.996 0.956 0.974 0.999 0.998 0.963
0.821 0.000 1.382 0.203 0.400 0.901 0.500 0.738 0.254 0.089 0.684 0.638 0.383 0.310 0.792 0.922 0.646 0.502

Grupo 4 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.960 0.985 0.987 0.929 0.957 0.918 0.936 0.947 0.926 0.955 0.942 0.923 0.956 0.950 0.967 1.000 0.999 0.961
1.117 1.016 1.010 0.439 0.438 0.895 0.457 0.860 0.325 0.056 0.779 0.551 0.674 0.183 0.513 1.316 0.962 0.543

Grupo 5 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.951 0.974 0.948 0.886 0.916 0.875 0.890 0.913 0.879 0.898 0.880 0.867 0.890 0.819 0.884 0.964 0.954 0.914
1.356 1.073 1.059 0.458 0.407 0.895 0.401 0.900 0.383 0.096 0.763 0.433 0.791 0.278 0.376 1.698 0.338 0.551

Grupo 6 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.945 0.962 0.916 0.826 0.875 0.817 0.818 0.812 0.803 0.834 0.839 0.803 0.887 0.873 0.867 0.942 0.928 0.888
1.500 1.633 1.619 0.883 0.381 0.928 0.195 0.398 0.257 0.170 0.489 0.548 0.155 0.998 1.556 1.159 0.847 0.558

Grupo 7 - Classificação: **SEGURO**

1.000 1.047 0.971 0.942 0.971 0.956 0.942 0.000 1.017 0.971 0.967 0.961 0.956 1.030 1.043 0.993 0.971 0.967
0.443 0.589 0.600 0.120 0.062 0.489 0.129 0.000 0.190 0.100 0.376 0.510 0.000 0.433 0.427 0.384 0.443 0.256

Grupo 8 - Classificação: **SEGURO**

1.011 1.000 0.998 0.974 0.986 0.966 0.982 0.983 0.973 1.000 0.993 0.981 1.001 0.985 0.996 0.998 1.000 0.978
0.424 0.453 0.449 0.194 0.247 0.940 0.269 0.472 0.193 0.035 0.431 0.379 0.311 0.079 0.394 0.562 0.389 0.300

Grupo 9 - Classificação: **ALERTA**

0.982 1.001 1.002 0.955 0.978 0.944 0.963 0.984 0.892 0.966 0.969 0.946 0.998 0.949 0.952 1.000 1.000 0.967
0.822 0.857 0.835 0.354 0.373 0.916 0.361 0.886 0.369 0.078 0.363 0.353 0.194 0.525 0.994 0.951 0.650 0.460

Grupo 10 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 2**

0.958 0.984 0.991 0.928 0.959 0.916 0.932 0.965 0.858 0.926 0.929 0.903 0.966 0.921 0.921 1.000 1.000 0.962
1.113 1.089 1.089 0.498 0.434 0.893 0.394 1.037 0.419 0.079 0.381 0.312 0.190 0.669 1.196 1.171 0.725 0.543

Grupo 11 - Classificação: **SEGURO**

1.000 1.036 0.979 0.965 0.974 0.963 0.970 1.005 1.015 0.971 0.970 0.965 0.962 1.016 1.022 0.985 0.996 0.992
0.359 0.351 0.346 0.098 0.152 0.521 0.254 0.516 0.255 0.100 0.296 0.232 0.259 0.286 0.368 0.440 0.394 0.191

Grupo 12 - Classificação: **SEGURO**

1.000 1.048 0.988 0.964 0.983 0.958 0.966 1.008 1.020 0.977 0.978 0.972 0.977 1.021 1.043 0.986 0.995 0.991
0.500 0.626 0.620 0.101 0.354 0.347 0.457 0.694 0.261 0.100 0.429 0.355 0.282 0.553 0.583 0.571 0.571 0.210

Grupo 13 - Classificação: **ALERTA**

1.000 1.056 0.970 0.941 0.965 0.928 0.941 0.965 0.974 0.956 0.952 0.947 0.956 1.022 1.033 0.974 0.970 0.967
0.617 0.806 0.800 0.120 0.355 0.271 0.204 0.418 0.202 0.100 0.305 0.353 0.067 0.829 0.824 0.572 0.617 0.280

Grupo 14 Classificação: **SEGURO**

1.000 1.045 1.005 0.976 0.995 0.971 0.985 0.999 0.997 1.000 0.990 0.985 0.985 1.016 1.029 0.993 1.000 0.996
0.514 0.555 0.520 0.140 0.211 0.613 0.305 0.596 0.251 0.100 0.466 0.339 0.335 0.186 0.426 0.117 0.511 0.163

Grupo 15 - Classificação: **ALERTA**

0.982 0.997 1.000 0.951 0.978 0.940 0.961 0.965 0.945 0.989 0.981 0.959 0.999 0.962 0.980 1.000 1.000 0.968
0.794 0.908 0.907 0.382 0.395 0.910 0.379 0.742 0.250 0.076 0.667 0.612 0.387 0.256 0.730 0.828 0.630 0.462

Grupo 16 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.959 0.979 0.992 0.929 0.966 0.917 0.937 0.945 0.924 0.962 0.957 0.927 0.983 0.934 0.963 1.000 0.997 0.959
0.970 1.106 1.099 0.494 0.450 0.894 0.420 0.802 0.298 0.116 0.708 0.631 0.418 0.378 0.897 0.975 0.716 0.553

Grupo 17 - Classificação: **ALERTA**

0.981 0.999 1.000 0.956 0.980 0.945 0.966 0.967 0.948 0.994 0.985 0.963 1.000 0.965 0.981 1.000 0.999 0.968
0.730 0.808 0.806 0.331 0.414 0.915 0.402 0.679 0.273 0.090 0.647 0.619 0.423 0.187 0.636 0.800 0.588 0.457

Grupo 18 - Classificação: **ALERTA**

0.980 0.998 1.002 0.952 0.977 0.942 0.959 0.971 0.959 0.967 0.970 0.946 0.998 0.959 0.980 1.000 0.998 0.967
0.819 0.885 0.877 0.394 0.373 0.912 0.330 0.785 0.316 0.084 0.883 0.382 0.201 0.525 0.977 0.871 0.669 0.460

Grupo 19 - Classificação: **ALERTA**

0.980 0.998 1.003 0.958 0.979 0.947 0.966 0.966 0.947 0.991 0.979 0.961 0.990 0.969 0.979 0.998 0.998 0.965
0.860 0.816 0.794 0.345 0.373 0.916 0.411 0.747 0.282 0.061 0.695 0.535 0.614 0.164 0.409 1.081 0.865 0.460

Grupo 20 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.968 1.000 1.001 0.940 0.973 0.930 0.940 0.924 0.914 0.967 0.968 0.940 0.997 0.951 0.959 0.999 0.999 0.966
0.987 1.181 1.164 0.597 0.354 0.901 0.045 0.431 0.219 0.146 0.510 0.585 0.072 0.679 1.142 0.860 0.710 0.460

Grupo 21 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.960 0.985 0.990 0.927 0.959 0.915 0.932 0.954 0.941 0.936 0.939 0.911 0.975 0.936 0.968 1.001 1.000 0.962
1.054 1.106 1.106 0.507 0.438 0.895 0.373 0.910 0.357 0.090 0.979 0.382 0.216 0.653 1.178 0.933 0.770 0.543

Grupo 22 - Classificação: **ALERTA**

0.965 0.988 1.000 0.943 0.971 0.919 0.951 0.954 0.934 0.975 0.970 0.944 0.994 0.944 0.968 1.002 1.001 0.963
0.960 1.035 1.021 0.452 0.893 0.893 0.438 0.786 0.285 0.090 0.700 0.619 0.420 0.337 0.852 0.962 0.697 0.543

Grupo 23 - Classificação: **ALERTA**

0.964 0.987 0.999 0.942 0.970 0.929 0.949 0.954 0.933 0.971 0.966 0.941 0.992 0.942 0.967 1.000 0.999 0.962
0.957 1.008 1.000 0.444 0.451 0.901 0.480 0.755 0.342 0.079 0.725 1.017 0.360 0.391 0.905 1.002 0.706 0.543

Grupo 24 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.981 0.999 0.998 0.938 0.968 0.926 0.945 0.958 0.937 0.962 0.945 0.930 1.000 0.961 0.979 1.000 0.999 0.962
0.954 1.098 1.098 0.488 0.450 0.901 0.358 0.810 0.332 0.035 0.757 0.517 0.626 0.000 0.539 0.882 0.639 0.543

Grupo 25 - Classificação: **INSEGURO NÍVEL 1**

0.946 0.973 0.994 0.929 0.962 0.918 0.933 0.943 0.921 0.961 0.957 0.930 0.983 0.929 0.955 0.999 0.998 0.960
1.048 1.193 1.176 0.553 0.442 0.895 0.271 1.011 0.196 0.112 0.775 0.741 0.204 0.397 0.916 0.886 0.738 0.543

Conjunto de Teste 10

Quatro estados distintos do sistema com configuração completa e dados provenientes de simulações, variando as condições de carga e geração:

- 0 - P. Grossa - 10 MW; G. Parigot - 60 MW; carga - 100%.
 1 - P. Grossa - 10 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%.
 2 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%.
 3 - P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65%.

Seis estados distintos do sistema com configuração alterada e dados provenientes de simulações, variando as condições de carga e geração:

- 4- P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%
 sem LT 69 kV Barigui/Campo Comprido 1 e 2
 5- P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%
 sem LT 69 kV Pilarzinho/Atuba 1 e 2
 6- P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%
 sem LT 69 kV Umbará/Uberaba
 7- P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 115%
 sem LT 230 kV Pilarzinho/ G.Parigot
 8- P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65%
 sem LT 230 kV Pilarzinho/G.Parigot
 9- P. Grossa - 10 MW; Guaricana - 0 MW; Chaminé - 4 MW; G. Parigot - 15 MW; carga - 65%
 sem LT 230 kV Umbará/Uberaba

Nove estados com dados de telemedições.

- 10 - 20/10/94 - 09:00h
 11 - 20/10/94 - 11:00h
 12 - 07/01/95 - 20:00h
 13 - 08/01/95 - 18:00h
 14 - 09/01/95 - 01:00h
 15 - 10/01/95 - 21:00h
 16 - 11/01/95 - 18:00h
 17 - 12/01/95 - 20:00h
 18 - 12/01/95 - 22:00h

00	-	0.999	1.003	0.998	0.956	0.976	0.946	0.967	0.971	0.952	0.995	0.985	0.965	0.999	0.969	0.983	0.995	1.001	0.969
		0.769	0.834	0.824	0.305	0.373	0.707	0.361	0.660	0.260	0.071	0.643	0.577	0.374	0.208	0.671	0.824	0.588	0.461
01	-	0.978	1.000	1.000	0.945	0.972	0.933	0.954	0.962	0.941	0.980	0.974	0.949	0.997	0.953	0.971	1.000	1.000	0.962
		0.966	1.043	1.032	0.433	0.451	0.695	0.406	0.760	0.287	0.090	0.693	0.628	0.381	0.366	0.894	0.960	0.713	0.543
02	-	0.967	0.993	0.997	0.938	0.968	0.928	0.945	0.948	0.927	0.969	0.965	0.939	0.991	0.940	0.955	0.998	0.996	0.959
		1.059	1.207	1.207	0.540	0.644	0.146	0.544	0.832	0.270	0.090	0.687	0.624	0.341	0.420	0.949	0.960	0.732	0.543
03	-	1.032	1.001	0.999	0.978	0.988	0.974	0.985	0.986	0.977	0.996	0.992	0.981	1.000	0.986	0.995	1.000	0.999	0.979
		0.503	0.577	0.577	0.215	0.349	0.081	0.344	0.510	0.155	0.035	0.377	0.333	0.224	0.148	0.456	0.526	0.395	0.283
04	-	0.964	0.987	0.995	0.916	0.960	0.906	0.955	0.950	0.930	0.974	0.968	0.944	0.992	0.937	0.955	1.000	1.000	0.962
		1.296	1.779	1.760	1.037	0.648	0.146	0.000	0.643	0.375	0.103	0.656	0.510	0.561	0.318	0.725	0.625	0.746	0.543
05	-	0.967	0.992	0.999	0.941	0.971	0.931	0.948	0.949	0.929	0.975	0.956	0.941	0.987	0.938	0.955	0.998	0.997	0.959
		1.093	1.164	1.146	0.495	0.648	0.146	0.602	0.822	0.287	0.168	0.647	0.695	0.000	0.702	1.242	1.101	0.761	0.543
06	-	0.967	0.992	0.997	0.937	0.968	0.927	0.944	0.947	0.926	0.968	0.964	0.938	0.989	0.938	0.954	0.997	0.997	0.957
		1.042	1.243	1.225	0.560	0.644	0.146	0.500	0.802	0.270	0.090	0.687	0.611	0.381	0.397	0.895	1.100	0.742	0.543
07	-	0.963	0.985	0.999	0.933	0.968	0.923	0.936	0.933	0.906	0.957	0.956	0.928	0.988	0.939	0.972	0.999	0.998	0.961
		1.128	1.273	1.263	0.610	0.644	0.146	0.524	0.824	0.265	0.106	0.649	0.596	0.330	0.500	1.017	0.961	0.737	0.543
08	-	1.030	0.997	1.000	0.977	0.989	0.973	0.982	0.975	0.960	0.998	0.993	0.981	1.001	0.986	1.003	1.000	1.000	0.979
		0.508	0.588	0.588	0.224	0.346	0.081	0.343	0.504	0.163	0.035	0.394	0.362	0.224	0.148	0.456	0.526	0.395	0.283

- 09 - 1.031 0.999 1.005 0.982 0.994 0.977 0.987 0.978 0.966 1.001 0.993 0.984 0.998 0.948 0.979 0.997 0.997 0.977
0.658 0.607 0.607 0.224 0.349 0.081 0.329 0.576 0.213 0.071 0.435 0.023 0.462 0.178 0.190 0.965 0.187 0.283
- 10 - 1.000 1.043 0.986 0.942 0.928 0.942 0.942 0.965 0.974 0.957 0.928 0.928 0.957 1.013 1.035 0.978 0.957 0.928
0.626 0.871 0.860 0.077 0.388 0.200 0.277 0.456 0.203 0.788 0.362 0.393 0.060 0.244 0.562 0.538 0.666 0.295
- 11 - 1.000 1.057 0.986 0.957 0.942 0.957 0.971 1.009 1.013 0.986 0.957 0.942 0.971 1.026 1.048 0.978 0.986 0.957
0.545 0.699 0.700 0.060 0.504 0.230 0.586 0.750 0.305 0.788 0.508 0.412 0.320 0.244 0.450 0.544 0.662 0.295
- 12 - 1.000 1.048 0.986 0.971 0.957 0.971 0.986 1.009 1.022 0.971 0.986 0.957 0.971 1.022 1.026 1.007 1.043 1.000
0.413 0.369 0.345 0.038 0.116 0.686 0.236 0.569 0.093 0.450 0.327 0.544 0.342 0.352 0.484 0.591 0.540 0.557
- 13 - 1.000 1.043 0.986 0.971 0.957 0.971 0.971 1.009 1.022 0.971 0.971 0.957 0.957 1.030 1.022 0.978 1.029 0.986
0.277 0.181 0.201 0.079 0.115 0.652 0.205 0.441 0.247 0.230 0.255 0.196 0.241 0.156 0.259 0.367 0.358 0.366
- 14 - 0.952 1.030 0.971 0.971 0.957 0.971 0.971 1.004 1.013 0.971 0.971 0.957 0.957 1.017 1.013 0.978 1.014 1.000
0.252 0.160 0.160 0.110 0.122 0.174 0.219 0.403 0.213 0.202 0.234 0.176 0.243 0.178 0.244 0.356 0.364 0.398
- 15 - 1.000 1.052 0.986 0.971 0.957 0.971 0.986 1.009 1.026 0.986 0.986 0.957 0.971 1.030 1.048 1.014 1.043 1.000
0.488 0.442 0.460 0.038 0.213 0.601 0.421 0.637 0.164 0.127 0.395 0.314 0.381 0.176 0.363 0.639 0.582 0.553
- 16 - 0.952 1.039 0.986 0.971 0.957 0.957 0.971 1.009 1.022 0.971 0.971 0.942 0.971 1.017 1.043 0.986 1.014 0.986
0.454 0.484 0.480 0.050 0.190 0.601 0.378 0.632 0.221 0.237 0.386 0.314 0.286 0.352 0.503 0.599 0.648 0.408
- 17 - 1.000 1.035 0.971 0.957 0.942 0.957 0.971 1.009 1.030 0.971 0.971 0.942 0.957 1.013 1.039 1.014 1.014 0.986
0.468 0.467 0.460 0.024 0.176 0.629 0.400 0.645 0.164 0.127 0.390 0.314 0.374 0.306 0.469 0.654 0.621 0.540
- 18 - 1.000 1.043 0.986 0.971 0.957 0.971 0.971 1.009 1.022 0.971 0.986 0.957 0.971 1.022 1.039 1.014 1.014 0.986
0.462 0.464 0.460 0.022 0.179 0.629 0.391 0.632 0.145 0.127 0.362 0.314 0.361 0.285 0.434 0.636 0.606 0.547

Classificação

Padrão	Grupo	Distância Euclidiana	Classificação
0	17	0.240	ALERTA
1	16	0.246	INSEGURO NÍVEL 1
2	16	0.812	INSEGURO NÍVEL 1
3	12	0.622	SEGURO
4	25	1.460	INSEGURO NÍVEL 1
5	21	0.988	INSEGURO NÍVEL 1
6	16	0.818	INSEGURO NÍVEL 1
7	16	0.864	INSEGURO NÍVEL 1
8	12	0.623	SEGURO
9	12	0.954	SEGURO
10	12	0.954	SEGURO
11	12	0.832	SEGURO
12	11	0.702	SEGURO
13	11	0.415	SEGURO
14	11	0.564	SEGURO
15	8	0.591	SEGURO
16	12	0.517	SEGURO
17	11	0.604	SEGURO
18	11	0.581	SEGURO

Avaliação: PARCIALMENTE CORRETO

O padrão 4 deveria ser INSEGURO NÍVEL 2

Os resultados mostram a potencialidade da metodologia apresentada e testada para o objetivo proposto.

Para os casos em que, na fase de treinamento, alguns padrões não foram adequadamente agrupados (5.5.1.a e 5.5.2.b), este problema seria contornado continuando o treinamento e extraído do conjunto os grupos homogêneos, a exemplo do que foi realizado em 5.5.4.c e 5.5.5.

A maioria das classificações dos padrões escolhidos para teste foi correta.

Nos testes de classificação, para cada conjunto de teste submetido à classificação, usando os grupos previamente treinados, verifica-se que quanto mais “comportado” o conjunto de dados, ou seja, padrões desconhecidos, mas similares aos submetidos ao treinamento, melhor é o resultado. Isto se traduz pelo valor da distância euclidiana mínima, apresentada junto com a classificação. Quanto menor, mais o padrão de teste se identifica com o grupo ao qual foi classificado.

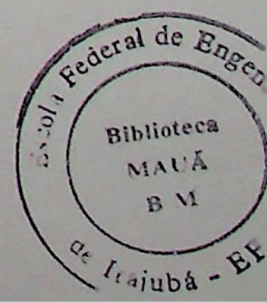
Nos casos com contingências, as que foram classificadas de forma errada (estados 2 e 3 do item 5.6.2.b e estado 4 do item 5.6.5), este fato se deve a deficiências do conjunto de treinamento.

Portanto, é de extrema importância para implementação real que haja consistência do conjunto treinamento, reunindo o maior número possível de estados operacionais diferentes, tanto em termos de geração e carregamento quanto de configurações.

5.6 Diretrizes para Integração a um Sistema de Supervisão e Controle em Tempo Real

Para implementação prática do modelo proposto será necessário desenvolver um programa integrado com as saídas dos aplicativos convencionais dos sistemas de supervisão e controle para análise de segurança, que são: estimador de estado e análise de contingências.

A saída de tal programa deve apresentar os resultados de forma prática, objetiva e de fácil visualização. Sugere-se que o diagnóstico seja feito em separado para o estado corrente e para as contingências analisadas, conforme esquematizado na figura 5.4.



AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DO SISTEMA		
ESTADO CORRENTE	CONTINGÊNCIAS	
SEGURO	Linha A-B	INSEGURO NÍVEL 2
	Linha B-D	INSEGURO NÍVEL 2
	Transformador T	INSEGURO NÍVEL 1
	Linha X-Y	INSEGURO NÍVEL 1
	Transformador R	ALERTA
	Linha G-H	SEGURO

FIGURA 5.4 - Modelo de Tela para Apresentação de Resultados

Como um exemplo hipotético de utilização prática, pode-se citar o seguinte cenário:

- partindo de uma situação em que o último diagnóstico resultou em "seguro";
- ocorre o desarme e posterior impedimento de uma linha de transmissão;
- após processamento do programa, se permanecer seguro, não há ação associada e a inspeção pode ser feita com cautela;
- se o diagnóstico resultar em alerta ou inseguro nível 1, a ação associada é agilizar a inspeção na linha e verificar quais ações podem ser adotadas para melhorar as condições operacionais do sistema;
- se o diagnóstico resultar em inseguro nível 2, a emergência provocou uma situação inoperável e ações devem ser adotadas imediatamente para melhorar as condições operacionais do sistema.

A figura 5.5 mostra esquematicamente como deve ser a integração do programa de redes neurais com treinamento não-supervisionado ao sistema de supervisão e controle em tempo real. Porém, não é proposta deste trabalho testar esta fase, devido à impossibilidade de implantação imediata.

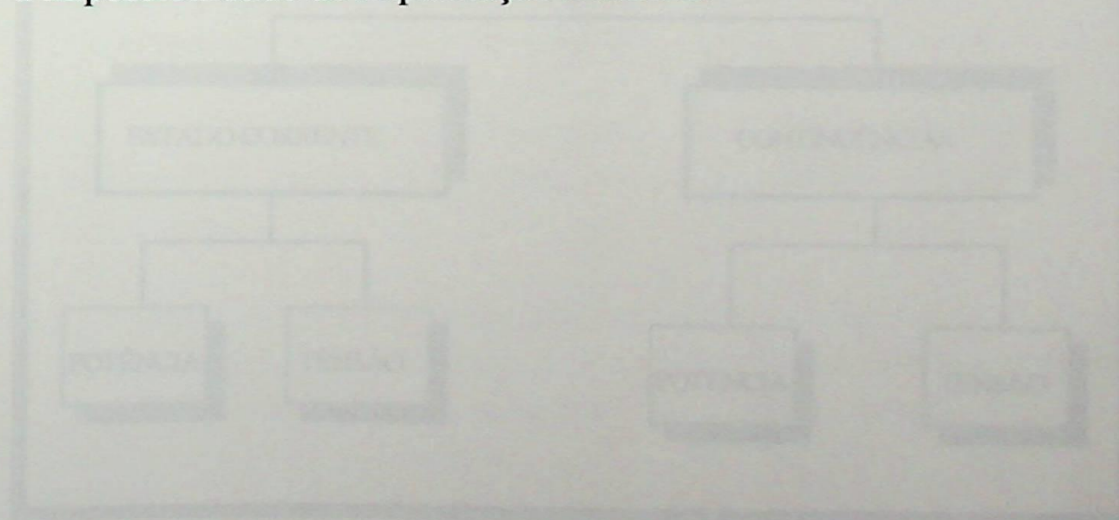


FIGURA 5.5 - Diagrama Esquemático para Problemas de Tensão e de Potência

INTEGRAÇÃO COM EMS

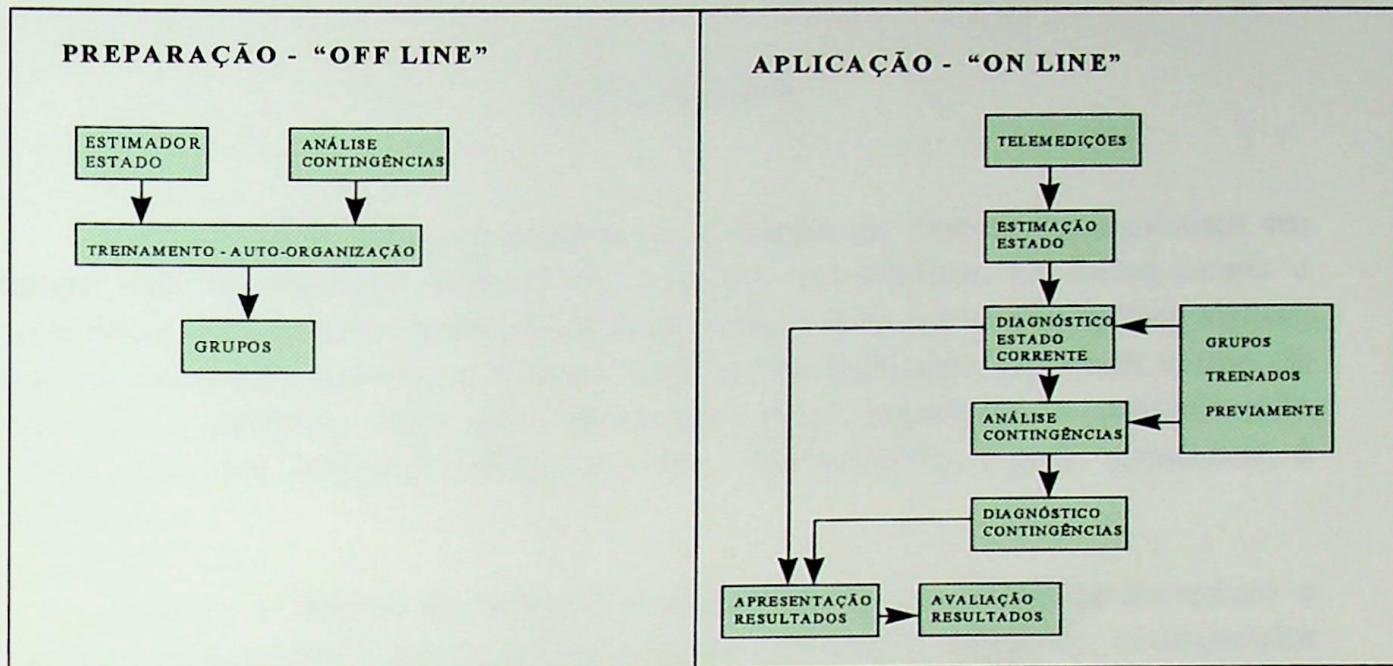


FIGURA 5.5 - Representação Esquemática da Integração com o Sistema de Supervisão e Controle.

Caso se adote a opção de avaliar de forma dissociada problemas decorrentes de resultados de tensão e/ou de potência, a figura 5.6 ilustra o esquema de diagnóstico.

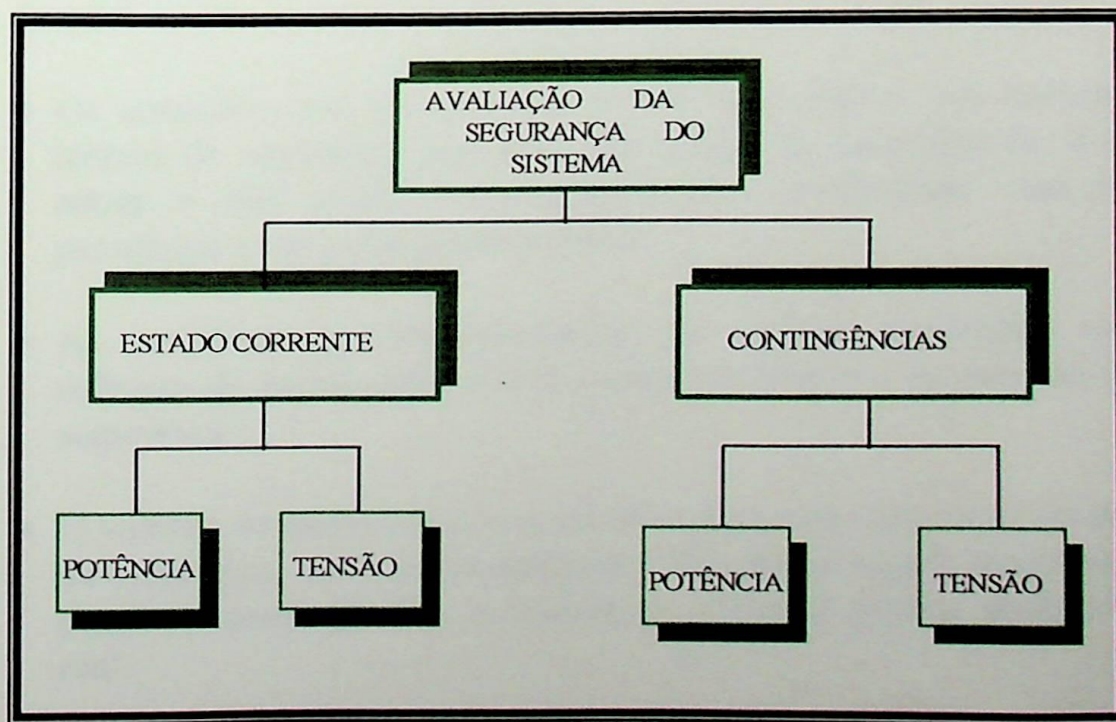


FIGURA 5.6 - Diagnóstico Diferenciado para Problemas de Tensão e de Potência

Capítulo 6

CONCLUSÃO

Este trabalho procurou analisar o problema de análise de segurança em tempo real de sistemas elétricos de potência, inicialmente de forma ampla e conceitual, culminando na particularização para a fase específica de diagnóstico, sempre buscando enfocar o aspecto prático, de utilização real num centro de operação e controle. Uma nova abordagem para diagnóstico e caracterização operacional dos diversos estados que um sistema elétrico pode apresentar, é proposta.

O ciclo completo de análise de segurança é um problema complexo e envolve diversas fases que se complementam: estimação de estado, configurador de topologia, seleção de contingências, análise de contingências, diagnóstico dos resultados e verificação de ações preventivas ou corretivas. Pela pesquisa realizada do que já foi publicado e implementado, conclui-se que este assunto é de importância para o desenvolvimento dos centros de operação e controle das empresas de energia elétrica, haja visto a vasta bibliografia existente a respeito, sendo que as mais variadas técnicas estão sendo avaliadas e testadas.

A opção de se ater somente à fase de diagnóstico deveu-se à constatação de que:

- Os conceitos dos estados que permitem qualificar um sistema elétrico em termos de segurança não têm uma aceitação generalizada, e cada empresa adota o que julgar mais apropriado, considerando suas características peculiares e sua política operacional.
- As tentativas de estabelecimento de índices puramente numéricos não refletem de forma clara o real estado do sistema, no que diz respeito à sua segurança.
- O volume de dados a serem analisados para cada execução do ciclo de análise de segurança, que é o resultado da avaliação do estado atual e de uma lista de possíveis contingências, é excessivo, e não é prático analisá-los em tempo real.



- O objetivo, portanto, é fornecer ao operador do sistema uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão, de forma complementar às funções tradicionais de análise de segurança em tempo real, mostrando de forma rápida, clara e objetiva, o estado operacional do sistema sob sua supervisão.

A abordagem adotada foi a aplicação da técnica de redes neurais com treinamento não-supervisionado, para diagnóstico de sistemas elétricos, resultando numa interface inteligente entre o operador e o sistema.

Esta ferramenta possibilita que se efetue uma operação preditiva em regime permanente, para melhorar a qualidade do gerenciamento do fornecimento de energia elétrica, sem diminuir a responsabilidade do operador no processo.

As técnicas de redes neurais, que hoje vêm sendo intensamente pesquisadas para aplicação em sistemas elétricos de potência, em áreas tais como localização de faltas, previsão de carga, programação de geração e análise de segurança, foram escolhidas para utilização neste trabalho devido ao grande potencial que oferecem para aplicação em tarefas que envolvem a análise e a classificação de grandes massas de dados, para as quais não são aplicáveis algoritmos convencionais.

Os dados usados para aplicação da metodologia escolhida, foram obtidos de simulações de fluxo de potência e de telemedições reais do sistema elétrico da região metropolitana de Curitiba.

O processo de diagnóstico envolve as seguintes etapas:

- seleção de características: escolha de determinadas grandezas, dentre as disponíveis, que são representativas para o processo de diagnóstico. Estas características, para sistemas elétricos, são grandezas elétricas como por exemplo tensões e potências, em pontos importantes do sistema;
- montagem do conjunto de treinamento: obtenção de um conjunto de valores para as grandezas selecionadas, em diferentes estados do sistema. Os valores contidos neste conjunto são denominados de padrões;
- treinamento: auto-organização do conjunto de padrões, utilizando a técnica de treinamento não-supervisionado, usando como medida de similaridade a distância euclidiana. Após o treinamento, o conjunto de padrões é sensivelmente reduzido;

- teste: processamento de padrões desconhecidos em um classificador de distância mínima, contendo os pesos resultantes do treinamento e verificação se os grupos associados estão corretos.

Este processo foi executado para dez conjunto de dados, variando-se as grandezas selecionadas, a configuração, o carregamento e as condições de geração do sistema, fora do ambiente do sistema de supervisão e controle.

Os resultados obtidos mostram que é viável sua implementação prática num centro de operação real, no entanto determinados requisitos devem ser obedecidos, quais sejam:

- seleção criteriosa das grandezas características do sistema, que deve atender aos compromissos de número reduzido e importância significativa para o diagnóstico;
- montagem de forma automática, do conjunto de treinamento com padrões que realmente representem a variedade de estados que o sistema pode apresentar;
- normalização das grandezas selecionadas, caso elas sejam de naturezas e magnitudes diferentes;
- atualização periódica do conjunto de treinamento, acompanhando a evolução do sistema.

Quanto à denominação dos estados para a classificação qualitativa, foram utilizados os termos: seguro, alerta, inseguro nível 1 e inseguro nível 2, cada um deles associado a consequências e ações operativas diferentes. Para implantação real, estas denominações, bem como os critérios associados, deverão ser validados pela empresa, adequando-os à sua realidade operacional.

Destaca-se ainda que esse trabalho teve um cunho acadêmico, usando-se um número reduzido de dados obtidos de forma manual, e foi aplicado a um sistema pequeno, porém real.

Para implantação num sistema de grande porte, vislumbra-se que os seguintes desenvolvimentos adicionais também devem ser levados a efeito:

- divisão do sistema em áreas geoeletricas, efetuando um treinamento isolado dos dados das regiões, para efetuar um diagnóstico regionalizado;
- pesquisa de métodos viáveis para aplicação em tempo real, que forneçam diretrizes para adoção de ações preventivas e/ou corretivas após a classificação;

- desenvolvimento de um método automatizado para seleção das características que são importantes para o diagnóstico;
- avaliação da necessidade de se efetuar uma diferenciação na classificação, em função da natureza do problema, ou seja, se é devido às tensões ou aos carregamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ARANGO, Hector. **Operação econômica dos sistemas elétricos**. Itajubá : Escola Federal de Engenharia de Itajubá, 1986.
- 2 BALU, N. et al. On-line power system security analysis. **Proceedings of the IEEE**, v. 80, n. 2, p. 260-280, feb. 1992.
- 3 BERTRAM, Timothy J. et al. An integrated package for real-time security enhancement. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 5, n. 2, p. 592-600, may 1990.
- 4 BARBOSA, F. Maciel et al. A análise de segurança de sistemas elétricos de energia : perspectivas de evolução. **Electricidade**, n. 274, p. 25-29, jan. 1991.
- 5 CHRISTIE, Richard D.; TALUDKAR, Sarosh N. Expert systems for on-line security assessment : a preliminary design. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 3, n. 2, p. 654-659, may 1988.
- 6 CHRISTIE, Richard D.; TALUDKAR, Sarosh N.; NIXON, James C. CQR : a hibrid expert system for security assessment. **IEEE Transactions on Power Systems** . v. 5, n. 4, p. 1503-1509, nov. 1990.
- 7 CRIADO, Raimundo et al. An on-line expert system for contingency analysis and corrective solutions in transmission. **Third Symposium on Expert Systems Application to Power Systems**. Japan, p. 68-73, apr. 1991.
- 8 DALSTEIN, Thomas et al. Neural network approach to fault direction identification in electric power systems. **NAPS-1993**, Washington-DC, p. 290-299, oct. 11-12, 1993.



- 9 DY LIACCO, Tomas E. The adaptive reliability control system. **IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems**, v. PAS-86, n. 5, p. 517-531, may 1967.
- 10 DY LIACCO, Tomas E. A functional control center design. **IFAC Symposium on Power Systems and Power Plant Control**, China, aug. 1986.
- 11 ENCONTRO PARA DEBATES DE ASSUNTOS DE OPERAÇÃO (4 : 1993 : São Paulo). **Constatações**. São Paulo : CESP, nov. 1993.
- 12 ENCONTRO REGIONAL DE DESPACHANTES DE OPERAÇÃO DO SISTEMA (2 1994 : Goiânia). **Constatações**. Goiânia : CELG, out. 1994.
- 13 FUNDAÇÃO ÁLVARES PENTEADO e ELETROBRÁS. **Curso Avançado de Despacho de Carga**. Apostila, 1986.
- 14 HANDSCHIN, E.; HOFFMANN, W. Integration of an expert system for security assessment into an energy management system. **Third Symposium on Expert Systems Application to Power Systems**, Japan, p. 243-248, apr. 1991.
- 15 HARRIS CORPORATION. **Projeto de expansão do Centro de Supervisão e Controle da COPEL**. Proposta técnica, nov. 1993.
- 16 LIANG, Ruey-Hsun; HSU, Yuan-Yih. Hydroelectric generation scheduling using self-organizing feature maps. **Electric Power Systems Research**, n. 30, p.1-8, 1994.
- 17 NIEBUR, Dagmar; GERMOND, Alain J. Unsupervised neural net classification of power system static security states. **Electrical Power & Energy Systems**, v. 14, n. 2/3, p. 233-242, apr./jun. 1992.
- 18 PAO, Yoh-Han. **Adaptive pattern recognition and neural networks**. Addison-Wesley Publishing Company, United States of America, 1989.

- 19 PAO, Yoh-Han; SOBAJIC, Dejan. Combined use of unsupervised and supervised learning for dynamic security assessment. **PICA 1991**, Baltimore, may 7-10, 1991, p. 278-284
- 20 PAO, Yoh-Han; SOBAJIC, Dejan. Neural Networks and Knowledge Engineering. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 3, n. 2, jun. 1991.
- 21 PAO, Yoh-Han; SOBAJIC, Dejan. Current status of artificial neural network applications to power systems in the United States. **The Transactions of the Institute of Electrical Engineers of Japan**, v. 111-B, n. 7, p. 690-697, jul. 1991.
- 22 SCHELLSTEDE, G.; BEIBLER, G. Advanced network analysis functions for supporting power system operation. **IFAC Symposium on Power Systems**. Germany, 1992, p. 151-157
- 23 SINSC - Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação da Operação. **Especificação Funcional**, 1984.
- 24 SOBAJIC, Dejan; DJUKANOVIC, Miodrag. Artificial neural network based identification of dynamic equivalents. **Electric Power Systems Research**, n. 24, p. 39-48, 1992.
- 25 SOBAJIC, Dejan; KEZUNOVIC, M. Neural network applications to real-time and off-line fault analysis. **IASP 1994**, Montpellier, France, sep. 1994.
- 26 STOTT, Brian; ALSAÇ, Ongun; MONTICELLI, Alcir J. Security analysis and optimization. **Proceedings of the IEEE**, v. 75, n.12, p. 1623-1644, dec. 1987.
- 27 TASK FORCE 39.03 CIGRÉ - Expert systems in power operation and control. **Electra**, n. 146, p. 69-83, feb. 1993.

- 28 THIYAGARAJAH, A. Seeing results in a full graphics environment. **Computer Applications in Power - IEEE**. ISSN 0895 - 0156/93, p.33-38, jul. 1993.
- 29 VERSTEGE, Johannes; ZOLNER, Michael. Knowledge representation and knowledge processing in a security enhancement expert system. **Power System Computation Conference**. PSCC, 1993.
- 30 WOLLENBERG, Bruce F.; WOOD, Allen J. **Power generation operation and control**. USA : Jonh Wiley & Sons, 1984.
- 31 WOLLENBERG, Bruce F. et al. Artificial intelligence solutions to power system operating problems. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. PWRS-2, n. 4, p. 920-926, nov 1987.
- 32 WOLLENBERG, Bruce F., TOSHIKI, Sakaguchi. Artificial intelligence in power system operations. **Proceedings of the IEEE**, v. 75, n.12, p. 1678-1685, dec. 1987.
- 33 WORKING GROUP 39.02 - CIGRÉ. **Possibilities and expectations for improved man machine interface in power system control**, 1992.



RELAÇÃO DE TABELAS E FIGURAS

FIGURAS

2.1	Conceituação Esquemática da Análise de Segurança em Tempo Real	8
2.2	Estrutura Funcional Simplificada para Análise de Segurança em Tempo Real	14
3.1	Sistema Elétrico Real da Região Metropolitana de Curitiba . .	18
3.2	Sistema Elétrico Reduzido da Região Metropolitana de Curitiba	20
4.1	Reconhecimento de Padrões - Uma Visão Abstrata	22
4.2	Exemplo de Sistema para Classificação Animal	24
4.3	Processo de Auto-organização	27
4.4	Exemplo de Agrupamento para Doze Padrões	28
4.5	Exemplo Ilustrativo dos Grupos e seus Centros	30
4.6	Classificador de Distância Mínima	30
4.7	Exemplo de Classificação de Padrão Usando Distância Euclidiana	31
4.8	Critério para Avaliação e Classificação dos Padrões	36
5.1	Conjunto de Dados	38
5.2	Processo de Diagnóstico	39
5.3	Elementos Seleccionados como Característicos	42
5.4	Modelo de Tela para Apresentação de Resultados	68
5.5	Representação Esquemática da Integração com o Sistema de Supervisão e Controle	69
5.6	Diagnóstico Diferenciado para Problemas de Tensão e Potência	69

TABELAS

4.1	Pesquisa de Classes Definidas para Diagnóstico de Sistemas Elétricos de Potência	35
5.1	Contingências Simuladas	40
5.2	Treinamento do Conjunto de Dados 1	43
5.3	Treinamento do Conjunto de Dados 2	43
5.4	Treinamento do Conjunto de Dados 3	44
5.5	Treinamento do Conjunto de Dados 4	44
5.6	Treinamento do Conjunto de Dados 5	45
5.7	Treinamento do Conjunto de Dados 6	46
5.8	Treinamento do Conjunto de Dados 7	46
5.9	Treinamento do Conjunto de Dados 8	47
5.10.a	Treinamento do Conjunto de Dados 9 - Primeira Etapa	48
5.10.b	Treinamento do Conjunto de Dados 9 - Segunda Etapa.	48
5.11.a	Treinamento do Conjunto de Dados 10 - Primeira Etapa	49
5.11.b	Treinamento do Conjunto de Dados 10 - Segunda Etapa.	49
5.11.c	Treinamento do Conjunto de Dados 10 - Terceira Etapa	50

ANEXO I

EXEMPLO SIMPLIFICADO DE TREINAMENTO EM ALFAVIA

Este é um exemplo de como os dados são organizados e como os cálculos são feitos para determinar o valor de cada ponto (ou ponto de partida) em cada uma das etapas do treinamento.

Exemplo de Treinamento

1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00
34	0.00	0.00	0.00
35	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.00
39	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00
41	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00
44	0.00	0.00	0.00
45	0.00	0.00	0.00
46	0.00	0.00	0.00
47	0.00	0.00	0.00
48	0.00	0.00	0.00
49	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00
51	0.00	0.00	0.00
52	0.00	0.00	0.00
53	0.00	0.00	0.00
54	0.00	0.00	0.00
55	0.00	0.00	0.00
56	0.00	0.00	0.00
57	0.00	0.00	0.00
58	0.00	0.00	0.00
59	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00
61	0.00	0.00	0.00
62	0.00	0.00	0.00
63	0.00	0.00	0.00
64	0.00	0.00	0.00
65	0.00	0.00	0.00
66	0.00	0.00	0.00
67	0.00	0.00	0.00
68	0.00	0.00	0.00
69	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	0.00
71	0.00	0.00	0.00
72	0.00	0.00	0.00
73	0.00	0.00	0.00
74	0.00	0.00	0.00
75	0.00	0.00	0.00
76	0.00	0.00	0.00
77	0.00	0.00	0.00
78	0.00	0.00	0.00
79	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00
81	0.00	0.00	0.00
82	0.00	0.00	0.00
83	0.00	0.00	0.00
84	0.00	0.00	0.00
85	0.00	0.00	0.00
86	0.00	0.00	0.00
87	0.00	0.00	0.00
88	0.00	0.00	0.00
89	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00
91	0.00	0.00	0.00
92	0.00	0.00	0.00
93	0.00	0.00	0.00
94	0.00	0.00	0.00
95	0.00	0.00	0.00
96	0.00	0.00	0.00
97	0.00	0.00	0.00
98	0.00	0.00	0.00
99	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00

ANEXO I

Exemplo de Treinamento

1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00
34	0.00	0.00	0.00
35	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.00
39	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00
41	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00
44	0.00	0.00	0.00
45	0.00	0.00	0.00
46	0.00	0.00	0.00
47	0.00	0.00	0.00
48	0.00	0.00	0.00
49	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00
51	0.00	0.00	0.00
52	0.00	0.00	0.00
53	0.00	0.00	0.00
54	0.00	0.00	0.00
55	0.00	0.00	0.00
56	0.00	0.00	0.00
57	0.00	0.00	0.00
58	0.00	0.00	0.00
59	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00
61	0.00	0.00	0.00
62	0.00	0.00	0.00
63	0.00	0.00	0.00
64	0.00	0.00	0.00
65	0.00	0.00	0.00
66	0.00	0.00	0.00
67	0.00	0.00	0.00
68	0.00	0.00	0.00
69	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	0.00
71	0.00	0.00	0.00
72	0.00	0.00	0.00
73	0.00	0.00	0.00
74	0.00	0.00	0.00
75	0.00	0.00	0.00
76	0.00	0.00	0.00
77	0.00	0.00	0.00
78	0.00	0.00	0.00
79	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00
81	0.00	0.00	0.00
82	0.00	0.00	0.00
83	0.00	0.00	0.00
84	0.00	0.00	0.00
85	0.00	0.00	0.00
86	0.00	0.00	0.00
87	0.00	0.00	0.00
88	0.00	0.00	0.00
89	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00
91	0.00	0.00	0.00
92	0.00	0.00	0.00
93	0.00	0.00	0.00
94	0.00	0.00	0.00
95	0.00	0.00	0.00
96	0.00	0.00	0.00
97	0.00	0.00	0.00
98	0.00	0.00	0.00
99	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00

Exemplo de Treinamento

ANEXO I

EXEMPLO SIMPLIFICADO DE TREINAMENTO E APLICAÇÃO

Seja o seguinte grupo de padrões relacionados a um sistema elétrico, cujas características são valores de potência (em relação à potência nominal) em determinados circuitos.

Padrões de Treinamento

$$\begin{aligned}
 p_1 &= [0,76 \ 0,80 \ 0,67 \ 0,63] \\
 p_2 &= [0,80 \ 0,88 \ 0,70 \ 0,71] \\
 p_3 &= [0,85 \ 0,94 \ 0,74 \ 0,76] \\
 p_4 &= [0,92 \ 1,02 \ 0,77 \ 0,85] \\
 p_5 &= [0,99 \ 1,10 \ 0,80 \ 0,90] \\
 p_6 &= [1,12 \ 1,20 \ 0,83 \ 0,95] \\
 p_7 &= [0,37 \ 0,34 \ 0,41 \ 0,31] \\
 p_8 &= [0,33 \ 0,30 \ 0,37 \ 0,27] \\
 p_9 &= [0,28 \ 0,26 \ 0,34 \ 0,24] \\
 p_{10} &= [0,67 \ 0,82 \ 0,67 \ 0,68] \\
 p_{11} &= [1,10 \ 1,18 \ 0,84 \ 0,98] \\
 p_{12} &= [0,53 \ 0,64 \ 0,58 \ 0,54]
 \end{aligned}$$

Padrões de Teste

$$\begin{aligned}
 x_1 &= [0,80 \ 0,98 \ 0,73 \ 0,83] \\
 x_2 &= [0,57 \ 0,68 \ 0,61 \ 0,54] \\
 x_3 &= [0,93 \ 1,12 \ 0,80 \ 0,95]
 \end{aligned}$$

Parâmetro de Vigilância $\rho = 0,3$



Primeira Parte - Treinamento

padrão 1	$\underline{b}_1 = p_1$	grupo 1: (p_1)
padrão 2	$de\ p_2-b_1 = ((0,76-0,80)^2 + (0,80-0,88)^2 + (0,67-0,70)^2 + (0,63-0,71)^2)^{1/2}$ $de\ p_2-b_1 = 0,12 < 0,3 \rightarrow \text{padrão 2 pertence ao grupo 1}$	
	$\underline{b}_1 = [(0,76+0,80)/2 \quad (0,80+0,88)/2 \quad (0,67+0,70)/2 \quad (0,63+0,71)/2]$ $\underline{b}_1 = [0,78 \quad 0,84 \quad 0,69 \quad 0,67]$	grupo 1: (p_1, p_2)
padrão 3	$de\ p_3-b_1 = ((0,78-0,85)^2 + (0,84-0,94)^2 + (0,69-0,74)^2 + (0,67-0,76)^2)^{1/2}$ $de\ p_3-b_1 = 0,16 < 0,3 \rightarrow \text{padrão 3 pertence ao grupo 1}$	
	$\underline{b}_1 = [(2.0,78+0,85)/3 \quad (2.0,84+0,94)/3 \quad (2.0,69+0,74)/3 \quad (2.0,67+0,76)/3]$ $\underline{b}_1 = [0,80 \quad 0,87 \quad 0,71 \quad 0,70]$	grupo 1: (p_1, p_2, p_3)
padrão 4	$de\ p_4-b_1 = ((0,80-0,92)^2 + (0,87-1,02)^2 + (0,71-0,77)^2 + (0,70-0,85)^2)^{1/2}$ $de\ p_4-b_1 = 0,25 < 0,3 \rightarrow \text{padrão 4 pertence ao "grupo 1"}$	
	$\underline{b}_1 = [(3.0,80+0,92)/4 \quad (3.0,87+1,02)/4 \quad (3.0,71+0,77)/4 \quad (3.0,70+0,85)/4]$ $\underline{b}_1 = [0,78 \quad 0,91 \quad 0,73 \quad 0,74]$	grupo 1: (p_1, p_2, p_3, p_4)
padrão 5	$de\ p_5-b_1 = ((0,78-0,99)^2 + (0,91-1,10)^2 + (0,73-0,80)^2 + (0,74-0,90)^2)^{1/2}$ $de\ p_5-b_1 = 0,33 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 5 não pertence ao grupo 1}$	
	$\underline{b}_2 = p_2 = [0,99 \quad 1,10 \quad 0,80 \quad 0,90]$	grupo 2 (p_5)

padrão 6

$$\text{de } p_6-b_1 = ((0,78-1,12)^2 + (0,91-1,20)^2 + (0,73-0,83)^2 + (0,74-0,95)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } p_6-b_1 = 0,50 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 6 não pertence ao grupo 1}$$

$$\text{de } p_6-b_2 = ((0,99-1,12)^2 + (1,10-1,20)^2 + (0,80-0,83)^2 + (0,90-0,95)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } p_6-b_2 = 0,17 < 0,3 \rightarrow \text{padrão 6 pertence ao grupo 2}$$

$$\underline{b_2} = [(0,99+1,12)/2 \quad (1,10+1,20)/2 \quad (0,80+0,83)/2 \quad (0,90+0,95)/2]$$

grupo 2:
(p_5, p_6)

$$\underline{b_2} = [1,06 \quad 1,15 \quad 0,82 \quad 0,93]$$

padrão 7

$$\text{de } p_7-b_1 = ((0,78-0,37)^2 + (0,91-0,34)^2 + (0,73-0,41)^2 + (0,74-0,31)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } p_7-b_1 = 0,88 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 7 não pertence ao grupo 1}$$

$$\text{de } p_7-b_2 = ((1,06-0,37)^2 + (1,15-0,34)^2 + (0,82-0,41)^2 + (0,93-0,31)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } p_7-b_2 = 1,30 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 7 não pertence ao grupo 2}$$

$$\underline{b_3} = \underline{p_7} = [0,37 \quad 0,34 \quad 0,41 \quad 0,31]$$

grupo 3:
(p_7)

padrão 8

$$\text{de } p_8-b_1 = ((0,78-0,33)^2 + (0,91-0,30)^2 + (0,73-0,37)^2 + (0,74-0,27)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } p_8-b_1 = 0,96 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 8 não pertence ao grupo 1}$$

$$\text{de } p_8-b_2 = ((1,06-0,33)^2 + (1,15-0,30)^2 + (0,82-0,37)^2 + (0,93-0,27)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } p_8-b_2 = 1,38 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 8 não pertence ao grupo 2}$$

$$\text{de } p_8-b_3 = ((0,37-0,33)^2 + (0,34-0,30)^2 + (0,41-0,37)^2 + (0,31-0,27)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } p_8-b_3 = 0,08 < 0,3 \rightarrow \text{padrão 8 pertence ao grupo 3}$$

$$\underline{b_3} = [(0,37+0,33)/2 \quad (0,34+0,30)/2 \quad (0,41+0,37)/2 \quad (0,31+0,27)/2]$$

grupo 3:
(p_7, p_8)

$$\underline{b_3} = [0,35 \quad 0,32 \quad 0,37 \quad 0,29]$$

padrão 9

$$de\ p_9-b_1 = ((0,78-0,28)^2 + (0,91-0,26)^2 + (0,73-0,34)^2 + (0,74-0,24)^2)^{1/2}$$

$$de\ p_9-b_1 = 1,04 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 9 não pertence ao grupo 1}$$

$$de\ p_9-b_2 = ((1,06-0,28)^2 + (1,15-0,26)^2 + (0,82-0,34)^2 + (0,93-0,24)^2)^{1/2}$$

$$de\ p_9-b_2 = 1,45 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 9 não pertence ao grupo 2}$$

$$de\ p_9-b_3 = ((0,35-0,28)^2 + (0,32-0,26)^2 + (0,37-0,34)^2 + (0,29-0,24)^2)^{1/2}$$

$$de\ p_9-b_3 = 0,11 < 0,3 \rightarrow \text{padrão 9 pertence ao grupo 3}$$

$$\underline{b_3} = [(2.0,35+0,28)/3 \quad (2.0,32+0,26)/3 \quad (2.0,37+0,34)/3 \quad (2.0,29+0,24)/3] \quad \text{grupo 3:} \\ (p_7, p_8, p_9)$$

$$\underline{b_3} = [0,33 \quad 0,30 \quad 0,36 \quad 0,27]$$

padrão 10

$$de\ p_{10}-b_1 = ((0,78-0,67)^2 + (0,91-0,82)^2 + (0,73-0,67)^2 + (0,74-0,68)^2)^{1/2}$$

$$de\ p_{10}-b_1 = 0,17 < 0,3 \rightarrow \text{padrão 10 pertence ao grupo 1}$$

$$de\ p_{10}-b_2 = ((1,06-0,67)^2 + (1,15-0,82)^2 + (0,82-0,67)^2 + (0,93-0,68)^2)^{1/2}$$

$$de\ p_{10}-b_2 = 0,59 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 10 não pertence ao grupo 2}$$

$$de\ p_{10}-b_3 = ((0,33-0,67)^2 + (0,30-0,82)^2 + (0,36-0,67)^2 + (0,27-0,68)^2)^{1/2}$$

$$de\ p_{10}-b_3 = 0,81 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 10 não pertence ao grupo 3}$$

$$\underline{b_1} = [(4.0,78+0,67)/5 \quad (4.0,91+0,82)/5 \quad (4.0,73+0,67)/5 \quad (4.0,74+0,68)/5] \quad \text{grupo 1:} \\ (p_1, p_2, p_3, p_4, p_{10})$$

$$\underline{b_1} = [0,76 \quad 0,89 \quad 0,72 \quad 0,73]$$

padrão 11

$$de_{p_{11}-b_1} = ((0,76-1,10)^2 + (0,89-1,18)^2 + (0,72-0,84)^2 + (0,73-0,98)^2)^{1/2}$$

$$de_{p_{11}-b_1} = 0,53 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 11 não pertence ao grupo 1}$$

$$de_{p_{11}-b_2} = ((1,06-1,10)^2 + (1,15-1,18)^2 + (0,82-0,84)^2 + (0,93-0,98)^2)^{1/2}$$

$$de_{p_{11}-b_2} = 0,07 < 0,3 \rightarrow \text{padrão 11 pertence ao grupo 2}$$

$$de_{p_{11}-b_3} = ((0,33-1,10)^2 + (0,30-1,18)^2 + (0,36-0,84)^2 + (0,27-0,98)^2)^{1/2}$$

$$de_{p_{11}-b_3} = 1,45 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 11 não pertence ao grupo 3}$$

$$\underline{b_2} = [(2,1,16+1,10)/3 \quad (2,1,15+1,18)/3 \quad (2,0,82+0,84)/3 \quad (2,0,93+0,98)/3]$$

grupo 2:
(p5, p6
p11)

$$\underline{b_2} = [1,07 \quad 1,16 \quad 0,83 \quad 0,95]$$

padrão 12

$$de_{p_{12}-b_1} = ((0,76-0,53)^2 + (0,89-0,64)^2 + (0,72-0,58)^2 + (0,73-0,54)^2)^{1/2}$$

$$de_{p_{12}-b_1} = 0,41 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 12 não pertence ao grupo 1}$$

$$de_{p_{12}-b_2} = ((1,07-0,53)^2 + (1,16-0,64)^2 + (0,83-0,58)^2 + (0,95-0,54)^2)^{1/2}$$

$$de_{p_{12}-b_2} = 0,89 > 0,3 \rightarrow \text{padrão 12 não pertence ao grupo 2}$$

$$de_{p_{12}-b_3} = ((0,33-0,53)^2 + (0,30-0,64)^2 + (0,36-0,58)^2 + (0,27-0,54)^2)^{1/2}$$

$$de_{p_{12}-b_3} = 0,53 < 0,3 \rightarrow \text{padrão 12 não pertence ao grupo 3}$$

$$\underline{b_4} = p_{12} = [0,53 \quad 0,64 \quad 0,58 \quad 0,54]$$

grupo 4:
(p12)

Resultado do Teinamento

$$C^{(1)} = [p_1, p_2, p_3, p_4, p_{10}]$$

$$\underline{b}_1 = [0,76 \quad 0,89 \quad 0,72 \quad 0,73]$$

$$C^{(2)} = [p_5, p_6, p_{11}]$$

$$\underline{b}_2 = [1,07 \quad 1,16 \quad 0,83 \quad 0,95]$$

$$C^{(3)} = [p_7, p_8, p_9]$$

$$\underline{b}_3 = [0,33 \quad 0,30 \quad 0,36 \quad 0,27]$$

$$C^{(4)} = [p_{12}]$$

$$\underline{b}_4 = [0,53 \quad 0,64 \quad 0,58 \quad 0,54]$$

Segunda Parte - Teste

padrão $\underline{x}_1$ de $x_1 - b_1 = ((0,76-0,80)^2 + (0,89-0,98)^2 + (0,72-0,73)^2 + (0,73-0,83)^2)^{1/2}$

$$\text{de } x_1 - b_1 = 0,14$$

de $x_1 - b_2 = ((1,07-0,80)^2 + (1,16-0,98)^2 + (0,83-0,73)^2 + (0,95-0,83)^2)^{1/2}$

$$\text{de } x_1 - b_2 = 0,36$$

de $x_1 - b_3 = ((0,33-0,80)^2 + (0,30-0,98)^2 + (0,36-0,73)^2 + (0,27-0,83)^2)^{1/2}$

$$\text{de } x_1 - b_3 = 1,06$$

de $x_1 - b_4 = ((0,53-0,80)^2 + (0,64-0,98)^2 + (0,58-0,73)^2 + (0,54-0,83)^2)^{1/2}$

$$\text{de } x_1 - b_4 = 0,54$$

padrão $\underline{x}_1$ pertence ao "grupo" 1

padrão $\underline{x}_2$ de $x_2 - b_1 = ((0,76-0,57)^2 + (0,89-0,68)^2 + (0,72-0,61)^2 + (0,73-0,54)^2)^{1/2}$

$$\text{de } x_2 - b_1 = 0,36$$

de $x_2 - b_2 = ((1,07-0,57)^2 + (1,16-0,68)^2 + (0,83-0,61)^2 + (0,95-0,54)^2)^{1/2}$

$$\text{de } x_2 - b_2 = 0,83$$



$$\text{de } x_2-b_3 = ((0,33-0,57)^2 + (0,30-0,68)^2 + (0,36-0,61)^2 + (0,27-0,54)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } x_2-b_3 = 0,58$$

$$\text{de } x_2-b_4 = ((0,53-0,57)^2 + (0,64-0,68)^2 + (0,58-0,61)^2 + (0,54-0,54)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } x_2-b_4 = 0,06$$

padrão $\underline{x}_2$ pertence ao "grupo" 4

padrão $\underline{x}_3$ $\text{de } x_3-b_1 = ((0,76-0,93)^2 + (0,89-1,12)^2 + (0,72-0,80)^2 + (0,73-0,95)^2)^{1/2}$

$$\text{de } x_3-b_1 = 0,37$$

$$\text{de } x_3-b_2 = ((1,07-0,93)^2 + (1,16-1,12)^2 + (0,83-0,80)^2 + (0,95-0,95)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } x_3-b_2 = 0,15$$

$$\text{de } x_3-b_3 = ((0,33-0,93)^2 + (0,30-1,12)^2 + (0,36-0,80)^2 + (0,27-0,95)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } x_3-b_3 = 1,30$$

$$\text{de } x_3-b_4 = ((0,53-0,93)^2 + (0,64-1,12)^2 + (0,58-0,80)^2 + (0,54-0,95)^2)^{1/2}$$

$$\text{de } x_3-b_4 = 0,78$$

padrão $\underline{x}_3$ pertence ao "grupo" 2

ANEXO II

ANEXO II

TESTE DE INCLUSÃO DE CARACTERÍSTICAS

A influência de cada grandeza escolhida como característica, pode ser verificada pela sua inclusão no conjunto de treinamento e verificação se a auto-organização dos padrões de entrada permanece a mesma para o mesmo valor do parâmetro de vigilância.

Para exemplificar este tipo de teste, será usado o conjunto de treinamento 3, que contém 32 padrões e inicialmente com 18 características de potência em MVA/MVA_{limite} .

Os circuitos escolhidos para inclusão são: LT 69 kV Campo Comprido/Mercês (P19), LT 69 kV Pilarzinho/Rio Branco do Sul (P20) e LT 69 kV Campo Comprido/ Campo Largo (P21).

Valores a serem incluídos no conjunto de treinamento:

Estado	P19	P20	P21
00	0.485	0.286	0.414
01	0.500	0.286	0.436
02	0.519	0.498	0.454
03	0.535	0.308	0.476
04	0.552	0.321	0.512
05	0.589	0.335	0.534
06	0.471	0.458	0.396
07	0.423	0.238	0.356
08	0.447	0.251	0.375
09	0.404	0.216	0.317
10	0.385	0.207	0.299
11	0.362	0.194	0.278
12	0.342	0.172	0.260
13	0.323	0.150	0.241
14	0.300	0.150	0.223
15	0.281	0.128	0.205
16	0.442	0.286	0.414

Estado	P19	P20	P21
17	0.458	0.299	0.436
18	0.477	0.299	0.454
19	0.492	0.313	0.476
20	0.530	0.327	0.517
21	0.549	0.335	0.534
22	0.423	0.264	0.396
23	0.404	0.264	0.375
24	0.381	0.242	0.356
25	0.362	0.229	0.317
26	0.342	0.207	0.299
27	0.323	0.199	0.278
28	0.300	0.185	0.260
29	0.281	0.163	0.241
30	0.262	0.150	0.223
31	0.239	0.142	0.205

O resultado do treinamento inicial para o conjunto 3 (com 18 características), apresentado na tabela 5. 4 é o seguinte:

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	9	0 1 2 3 6 16 17 18 22	ALERTA
1	5	4 5 19 20 21	INSEGURO NÍVEL 1
2	11	7 8 9 10 11 12 23 24 25 26 27	SEGURO
3	7	13 14 15 28 29 30 31	SEGURO

parâmetro de vigilância: 0.4

Inserindo os valores para P19, no conjunto de treinamento, resulta:

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	7	0 1 2 3 16 17 18	ALERTA
1	5	4 5 19 20 21	INSEGURO NÍVEL 1
2	11	6 7 8 9 10 11 22 23 24 25 26	SEGURO
3	9	12 13 14 15 27 28 29 30 31	SEGURO

A inclusão dos valores de P19 realocou os padrões 22 e 6.

Inserindo os valores para P19 e P20, no conjunto de treinamento, resulta:

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	6	0 1 2 3 17 18	ALERTA
1	5	4 5 19 20 21	INSEGURO NÍVEL 1
2	4	6 16 22 23	ALERTA
3	10	7 8 9 10 11 12 24 25 26 27	SEGURO
3	7	12 13 14 15 27 28 29 30 31	SEGURO

Em relação ao anterior, um novo grupo foi criado, com padrões que mais se aproximam da classificação de alerta. Então, esta característica (P20) tem influência.

Inserindo os valores para P19, P20 e P21, no conjunto de treinamento, resulta:

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	6	0 1 2 3 17 18	ALERTA
1	5	4 5 19 20 21	INSEGURO NÍVEL 1
2	4	6 16 22 23	ALERTA
2	10	7 8 9 10 11 12 24 25 26 27	SEGURO
3	7	13 14 15 28 29 30 31	SEGURO

Em relação ao anterior, não houve mudança. Esta característica (P21) não tem influência.



ANEXO III

TESTE DE EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

A influência de cada parâmetro estudado sobre a caracterização, pelo uso verificado das amostras, pode ser avaliada de acordo com o método de regressão e análise de variância, de modo a estabelecer a influência dos parâmetros de entrada para a obtenção da saída desejada.

Para exemplificar este tipo de teste, será usado o exemplo de 1.º exemplo 2.º, onde se deseja a influência de cada parâmetro sobre a caracterização da saída de um sistema de controle.

Os parâmetros estudados para o exemplo são: $T_1 = 0,1342$ V (Tempo de subida), $T_2 = 0,1169$ V (Tempo de acomodação), $T_3 = 0,1169$ V (Tempo de acomodação), $T_4 = 0,1169$ V (Tempo de acomodação).

Os dados a serem analisados são os seguintes:

Parâmetro	P12	P13	P4
00	0,245	0,245	0,245
01	0,245	0,245	0,245
02	0,245	0,245	0,245
03	0,245	0,245	0,245
04	0,245	0,245	0,245
05	0,245	0,245	0,245
06	0,245	0,245	0,245
07	0,245	0,245	0,245
08	0,245	0,245	0,245
09	0,245	0,245	0,245
10	0,245	0,245	0,245
11	0,245	0,245	0,245
12	0,245	0,245	0,245
13	0,245	0,245	0,245
14	0,245	0,245	0,245
15	0,245	0,245	0,245
16	0,245	0,245	0,245

ANEXO III

ANEXO III

TESTE DE EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

A influência de cada grandeza escolhida como característica, pode ser verificada também pela sua exclusão do conjunto de treinamento e verificação se a auto-organização dos padrões de entrada permanece a mesma para o mesmo valor do parâmetro de vigilância.

Para exemplificar este tipo de teste, será usado o conjunto de treinamento 3, que contém 32 padrões e inicialmente com 18 características de potência em MVA/MVA_{limite} .

Os circuitos escolhidos para exclusão são: TR 230/138kV Gov. Parigot de Souza (P18), LT 69 kV Pilarzinho/Atuba (P17) e LT 69 kV Umbará/White Martins (P3).

Valores a serem excluídos do conjunto de treinamento:

Estado	P18	P13	P3
00	0.240	0.400	0.800
01	0.480	0.400	0.880
02	0.520	0.420	0.940
03	0.547	0.420	1.020
04	0.573	0.420	1.080
05	0.600	0.420	1.200
06	0.427	0.400	0.740
07	0.360	0.360	0.580
08	0.373	0.360	0.620
09	0.347	0.340	0.560
10	0.333	0.320	0.520
11	0.293	0.300	0.460
12	0.280	0.300	0.400
13	0.253	0.280	0.340
14	0.227	0.260	0.300
15	0.213	0.240	0.260
16	0.467	0.380	0.800

Estado	P18	P13	P3
17	0.493	0.380	0.880
18	0.500	0.400	0.980
19	0.547	0.400	1.080
20	0.573	0.400	1.100
21	0.600	0.420	1.160
22	0.427	0.380	0.720
23	0.413	0.380	0.680
24	0.373	0.360	0.600
25	0.347	0.340	0.560
26	0.320	0.320	0.520
27	0.293	0.320	0.440
28	0.280	0.300	0.400
29	0.253	0.280	0.320
30	0.227	0.280	0.280
31	0.213	0.260	0.240

O resultado do treinamento inicial para o conjunto 3 (com 18 características), apresentado na tabela 5. 4 é o seguinte:

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	9	0 1 2 3 6 16 17 18 22	ALERTA
1	5	4 5 19 20 21	INSEGURO NÍVEL 1
2	11	7 8 9 10 11 12 23 24 25 26 27	SEGURO
3	7	13 14 15 28 29 30 31	SEGURO

parâmetro de vigilância: 0.4

Retirando os valores para P18, do conjunto de treinamento, resulta:

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	9	0 1 2 3 6 16 17 18 22	ALERTA
1	5	4 5 19 20 21	INSEGURO NÍVEL 1
2	11	7 8 9 10 11 12 23 24 25 26 27	SEGURO
3	7	13 14 15 28 29 30 31	SEGURO

A retirada dos valores de P18 não alterou o resultado. Logo, esta característica (P18) não tem influência.

Retirando os valores para P18 e P13, do conjunto de treinamento, resulta:

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	9	0 1 2 3 6 16 17 18 22	ALERTA
1	5	4 5 19 20 21	INSEGURO NÍVEL I
2	11	7 8 9 10 11 12 23 24 25 26 27	SEGURO
3	7	13 14 15 28 29 30 31	SEGURO

Em relação ao anterior, também não houve mudança no resultado. A característica P13 não tem influência.

Retirando os valores para P18, P13 e P3, do conjunto de treinamento, resulta:

Grupo	Número	Padrões	Classificação
0	10	0 1 2 3 4 16 17 18 19 20	
1	2	5 21	INSEGURO NÍVEL I
2	13	6 7 8 9 10 11 12 22 23 24 25 26 27	
2	7	13 14 15 28 29 30 31	SEGURO

Em relação ao anterior, houve mudança. Padrões não homogêneos foram agrupados juntos, invalidando o treinamento. Esta característica (P3) tem influência.



ANEXO IV

CONJUNTO DE TREINAMENTO 1

Número de Padrões: 32; Número de características: 18; Grandeza: Tensão em pu nas barras escolhidas - ver figura 5.4.
Sistema Completo; Dados obtidos de Simulações.

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
00	1.000	1.004	1.000	0.958	0.978	0.947	0.969	0.972	0.953	0.996	0.987	0.967	1.000	0.971	0.987	1.000	1.002	0.970	carga:1.00; geração: 1
01	0.995	0.997	1.000	0.953	0.976	0.942	0.962	0.965	0.947	0.990	0.982	0.960	1.000	0.960	0.981	1.000	1.001	0.978	carga:1.05; geração: 1
02	0.988	1.000	0.999	0.949	0.973	0.937	0.959	0.965	0.946	0.986	0.978	0.955	0.997	0.961	0.984	1.000	1.003	0.967	carga:1.10; geração: 1
03	0.981	0.997	1.001	0.946	0.972	0.934	0.955	0.962	0.943	0.982	0.975	0.950	0.999	0.954	0.979	1.000	1.000	0.962	carga:1.15; geração: 1
04	0.972	0.999	1.001	0.941	0.970	0.929	0.950	0.960	0.939	0.976	0.971	0.944	0.996	0.950	0.974	0.999	0.993	0.953	carga:1.20; geração: 1
05	0.960	0.982	0.989	0.921	0.955	0.909	0.928	0.941	0.917	0.949	0.944	0.916	0.972	0.927	0.945	1.004	0.994	0.953	carga:1.25; geração: 1
06	1.007	1.000	0.997	0.959	0.977	0.949	0.970	0.971	0.953	0.998	0.988	0.970	0.999	0.971	0.988	0.999	0.999	0.968	carga:0.95; geração: 1
07	1.021	1.000	0.998	0.968	0.982	0.959	0.977	0.978	0.966	0.999	0.991	0.976	1.000	0.980	0.996	0.995	0.999	0.974	carga:0.85; geração: 1
08	1.017	1.000	1.000	0.967	0.982	0.957	0.976	0.976	0.963	0.999	0.991	0.975	1.000	0.978	0.994	0.998	1.000	0.973	carga:0.90; geração: 1
09	1.021	1.000	0.995	0.967	0.980	0.958	0.976	0.979	0.966	0.998	0.990	0.975	0.998	0.981	0.996	1.000	0.999	0.974	carga:0.80; geração: 1
10	1.026	1.000	0.998	0.971	0.984	0.963	0.980	0.981	0.971	1.000	0.993	0.979	1.000	0.984	0.999	0.997	0.999	0.976	carga:0.75; geração: 1
11	1.029	1.000	0.999	0.975	0.986	0.967	0.983	0.984	0.975	1.001	0.994	0.982	1.000	0.987	1.002	1.000	1.004	0.982	carga:0.70; geração: 1
12	1.033	1.000	0.998	0.977	0.987	0.969	0.985	0.986	0.978	1.002	0.995	0.984	1.001	0.990	1.004	1.000	0.999	0.979	carga:0.65; geração: 1
13	1.036	1.000	0.999	0.980	0.989	0.973	0.987	0.988	0.982	1.002	0.996	0.986	1.001	0.993	1.006	0.996	0.999	0.981	carga:0.60; geração: 1
14	1.039	1.000	0.999	0.982	0.990	0.976	0.990	0.990	0.985	1.003	0.997	0.989	1.001	0.995	1.008	1.000	1.000	0.983	carga:0.55; geração: 1
15	1.042	1.000	0.998	0.985	0.991	0.979	0.992	0.992	0.988	1.004	0.999	0.991	1.002	0.998	1.011	1.000	1.000	0.985	carga:0.50; geração: 1
16	0.965	0.996	1.003	0.958	0.979	0.947	0.967	0.966	0.947	0.994	0.986	0.966	1.002	0.965	0.974	0.999	0.998	0.966	carga:1.00; geração: 2
17	0.960	0.988	1.001	0.951	0.975	0.940	0.959	0.959	0.940	0.986	0.980	0.957	1.000	0.956	0.969	1.000	1.001	0.967	carga:1.05; geração: 2
18	0.954	0.981	1.001	0.945	0.973	0.934	0.953	0.952	0.933	0.979	0.974	0.949	0.998	0.943	0.963	1.000	1.000	0.965	carga:1.10; geração: 2
19	0.948	0.971	0.999	0.937	0.968	0.926	0.943	0.944	0.924	0.967	0.963	0.937	0.989	0.934	0.957	1.002	1.002	0.964	carga:1.15; geração: 2
20	0.941	0.961	0.981	0.917	0.949	0.905	0.924	0.932	0.912	0.946	0.941	0.914	0.968	0.922	0.949	1.003	0.997	0.958	carga:1.20; geração: 2
21	0.928	0.942	0.945	0.879	0.911	0.868	0.886	0.905	0.883	0.906	0.900	0.872	0.929	0.897	0.926	0.999	0.987	0.946	carga:1.25; geração: 2
22	0.970	1.002	1.001	0.962	0.980	0.951	0.971	0.971	0.952	0.998	0.989	0.971	1.002	0.969	0.977	0.999	0.999	0.968	carga:0.95; geração: 2
23	0.976	1.000	1.001	0.964	0.981	0.954	0.973	0.972	0.955	0.998	0.990	0.973	1.001	0.972	0.980	0.997	0.997	0.968	carga:0.90; geração: 2
24	0.981	1.000	0.999	0.965	0.981	0.956	0.974	0.975	0.961	0.995	0.988	0.972	1.000	0.974	0.983	0.999	1.002	0.975	carga:0.85; geração: 2
25	0.985	1.000	0.999	0.968	0.983	0.960	0.977	0.978	0.964	0.997	0.990	0.975	1.001	0.977	0.985	0.997	0.999	0.974	carga:0.80; geração: 2
26	0.989	1.000	0.999	0.971	0.984	0.963	0.979	0.980	0.968	0.997	0.991	0.977	1.000	0.980	0.988	1.000	0.999	0.976	carga:0.75; geração: 2
27	0.993	1.000	0.999	0.974	0.985	0.966	0.981	0.983	0.972	0.998	0.992	0.980	1.001	0.983	0.990	0.998	0.999	0.977	carga:0.70; geração: 2
28	0.996	1.000	0.999	0.976	0.987	0.969	0.984	0.984	0.975	0.999	0.994	0.982	1.001	0.986	0.992	0.996	1.001	0.981	carga:0.65; geração: 2
29	1.000	1.000	0.998	0.979	0.988	0.972	0.986	0.987	0.979	1.000	0.995	0.985	1.002	0.988	0.995	0.998	1.000	0.981	carga:0.60; geração: 2
30	1.002	1.000	0.998	0.981	0.989	0.975	0.988	0.989	0.982	1.000	0.996	0.987	1.002	0.991	0.997	0.997	0.999	0.983	carga:0.55; geração: 2
31	1.005	1.000	0.997	0.983	0.990	0.977	0.990	0.991	0.985	1.000	0.996	0.989	1.001	0.994	0.999	0.996	1.000	0.985	carga:0.50; geração: 2

Geração tipo 1: geração da Us. Gov. Parigot mínima (~40MW); Geração tipo 2: geração da Us. Gov. Parigot máxima (~240MW)

CONJUNTO DE TREINAMENTO 2

Número de Padrões: 66; Número de características: 18; Grandeza: Tensão em pu nas barras escolhidas - ver figura 5.4.
Sistema com Contingências; Dados obtidos de Simulações.

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
00	0.980	0.999	0.999	0.944	0.971	0.932	0.953	0.962	0.943	0.984	0.974	0.917	0.997	0.954	0.979	1.000	0.999	0.962	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 16
01	0.976	1.000	0.999	0.938	0.969	0.926	0.943	0.966	0.953	0.949	0.952	0.924	0.989	0.949	0.981	1.002	1.002	0.964	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 7
02	0.976	1.000	0.999	0.942	0.970	0.930	0.950	0.959	0.939	0.970	0.957	0.938	0.971	0.964	0.980	1.002	1.001	0.964	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 9
03	0.972	0.972	0.997	0.935	0.966	0.923	0.941	0.943	0.924	0.964	0.959	0.934	0.985	0.930	0.958	0.999	0.996	0.959	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 6
04	0.979	0.996	1.000	0.940	0.971	0.928	0.947	0.961	0.940	0.978	0.974	0.946	0.999	0.949	0.976	0.998	0.996	0.958	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 8
05	0.966	0.988	0.964	0.901	0.932	0.890	0.905	0.925	0.891	0.913	0.895	0.882	0.905	0.833	0.894	0.975	0.968	0.929	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 4
06	0.957	0.975	0.930	0.840	0.890	0.831	0.832	0.827	0.818	0.849	0.854	0.818	0.901	0.883	0.876	0.953	0.941	0.901	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 5
07	0.981	0.999	1.001	0.947	0.973	0.923	0.956	0.963	0.943	0.982	0.976	0.951	0.999	0.955	0.979	1.000	1.000	0.962	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 15
08	0.976	1.000	1.000	0.946	0.973	0.934	0.956	0.964	0.945	0.982	0.975	0.950	0.997	0.943	0.987	0.999	0.998	0.960	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 3
09	0.981	0.999	1.001	0.931	0.967	0.919	0.945	0.960	0.940	0.976	0.971	0.943	0.996	0.953	0.978	0.999	0.998	0.960	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 13
10	0.980	0.999	1.001	0.931	0.968	0.920	0.945	0.960	0.940	0.976	0.971	0.943	0.996	0.953	0.977	0.998	0.997	0.959	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 14
11	0.971	0.997	1.001	0.937	0.969	0.925	0.942	0.975	0.868	0.935	0.939	0.913	0.977	0.931	0.927	1.000	0.999	0.961	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 1
12	0.981	0.999	1.002	0.937	0.990	0.925	0.949	0.961	0.941	0.978	0.973	0.946	0.998	0.954	0.978	0.999	0.998	0.961	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 12
13	0.976	1.000	1.000	0.941	0.971	0.930	0.949	0.953	0.925	0.973	0.970	0.943	0.998	0.957	0.995	1.002	0.996	0.958	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 2
14	0.980	0.999	1.000	0.945	0.971	0.933	0.955	0.962	0.941	0.979	0.973	0.947	0.997	0.953	0.978	0.999	0.998	0.961	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 11
15	0.981	0.999	1.002	0.937	0.990	0.925	0.949	0.961	0.941	0.978	0.973	0.946	0.998	0.954	0.978	0.999	0.998	0.961	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 12
16	0.981	0.999	0.998	0.938	0.968	0.926	0.945	0.958	0.937	0.962	0.945	0.930	1.000	0.961	0.979	1.000	0.999	0.962	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 10
17	0.948	0.975	0.998	0.936	0.967	0.924	0.942	0.945	0.926	0.970	0.962	0.905	0.987	0.932	0.957	1.002	1.001	0.964	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 16
18	0.944	0.970	0.981	0.916	0.949	0.905	0.920	0.942	0.928	0.922	0.925	0.898	0.962	0.922	0.955	1.000	0.998	0.961	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 7
19	0.944	0.970	0.975	0.916	0.944	0.905	0.923	0.935	0.913	0.940	0.926	0.908	0.940	0.936	0.954	0.998	0.997	0.959	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 9
20	0.941	0.938	0.955	0.896	0.924	0.885	0.902	0.910	0.891	0.923	0.917	0.891	0.942	0.897	0.931	0.999	0.997	0.959	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 6
21	0.946	0.973	0.994	0.929	0.962	0.918	0.933	0.943	0.921	0.961	0.957	0.930	0.983	0.929	0.955	0.999	0.998	0.960	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 8
22	0.937	0.959	0.932	0.871	0.901	0.861	0.876	0.901	0.868	0.883	0.865	0.851	0.875	0.804	0.874	0.952	0.940	0.899	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 4
23	0.933	0.950	0.901	0.813	0.860	0.804	0.804	0.796	0.788	0.818	0.824	0.788	0.873	0.864	0.858	0.932	0.915	0.874	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 5
24	0.948	0.976	1.000	0.939	0.969	0.916	0.945	0.946	0.926	0.969	0.964	0.938	0.989	0.933	0.957	1.003	1.002	0.964	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 15
25	0.944	0.970	0.992	0.931	0.961	0.920	0.938	0.941	0.922	0.961	0.954	0.930	0.976	0.917	0.962	1.000	0.999	0.962	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 3
26	0.948	0.976	1.001	0.924	0.965	0.912	0.935	0.943	0.923	0.963	0.959	0.931	0.987	0.933	0.956	1.001	1.000	0.963	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 13
27	0.948	0.976	1.001	0.924	0.965	0.912	0.934	0.943	0.923	0.963	0.959	0.931	0.987	0.933	0.956	1.001	1.000	0.963	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 14
28	0.945	0.971	0.980	0.918	0.949	0.906	0.922	0.956	0.848	0.917	0.919	0.894	0.956	0.912	0.916	1.000	1.000	0.962	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 1
29	0.948	0.976	1.005	0.932	0.994	0.920	0.940	0.945	0.925	0.967	0.963	0.936	0.991	0.934	0.957	1.002	1.002	0.964	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 12
30	0.943	0.968	0.987	0.923	0.955	0.911	0.927	0.929	0.902	0.947	0.945	0.918	0.975	0.926	0.966	0.999	0.997	0.960	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 2
31	0.948	0.975	0.998	0.939	0.968	0.926	0.944	0.945	0.924	0.964	0.960	0.934	0.987	0.932	0.956	1.002	1.000	0.963	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 11

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
32	0.948	0.976	1.005	0.932	0.994	0.920	0.940	0.945	0.925	0.967	0.963	0.936	0.991	0.934	0.957	1.002	1.002	0.964	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 12
33	1.000	1.004	0.999	0.956	0.977	0.946	0.967	0.971	0.954	0.998	0.986	0.938	1.000	0.971	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 16
34	0.998	1.001	1.001	0.952	0.977	0.942	0.959	0.973	0.962	0.968	0.970	0.946	0.998	0.962	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 7
35	0.998	1.001	1.003	0.959	0.980	0.948	0.968	0.968	0.950	0.993	0.981	0.963	0.991	0.972	0.986	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 9
36	0.995	1.000	1.000	0.957	0.978	0.947	0.967	0.969	0.951	0.995	0.987	0.966	1.002	0.967	0.985	1.000	0.995	0.963	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 6
37	0.999	1.003	0.995	0.950	0.973	0.940	0.959	0.970	0.950	0.991	0.982	0.961	0.996	0.968	0.985	0.998	0.997	0.965	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 8
38	0.995	1.000	0.999	0.948	0.974	0.938	0.954	0.955	0.929	0.972	0.959	0.944	0.967	0.887	0.943	0.996	0.997	0.964	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 4
39	0.998	0.996	1.000	0.938	0.972	0.928	0.939	0.929	0.918	0.966	0.967	0.938	0.997	0.943	0.962	0.997	1.000	0.968	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 5
40	1.000	1.005	1.000	0.959	0.979	0.938	0.969	0.972	0.954	0.997	0.988	0.968	1.001	0.972	0.987	1.000	1.000	0.968	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 15
41	0.997	1.000	1.000	0.957	0.978	0.947	0.967	0.970	0.953	0.995	0.986	0.966	0.999	0.958	0.991	1.004	1.004	0.972	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 3
42	1.000	1.005	1.004	0.950	0.978	0.939	0.963	0.970	0.952	0.994	0.986	0.964	1.001	0.972	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 13
43	1.000	1.005	1.004	0.949	0.978	0.939	0.963	0.970	0.952	0.994	0.986	0.964	1.001	0.972	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 14
44	0.997	1.000	1.001	0.954	0.978	0.944	0.962	0.983	0.894	0.965	0.968	0.944	0.998	0.946	0.952	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 1
45	1.000	1.005	1.003	0.953	0.994	0.943	0.966	0.971	0.953	0.995	0.987	0.966	1.001	0.972	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 12
46	0.996	0.999	0.999	0.953	0.976	0.942	0.961	0.959	0.934	0.986	0.981	0.958	1.000	0.969	1.000	0.999	1.001	0.969	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 2
47	1.000	1.004	0.999	0.957	0.977	0.946	0.968	0.971	0.954	0.995	0.986	0.965	0.999	0.971	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 11
48	1.000	1.005	1.003	0.953	0.994	0.943	0.966	0.971	0.953	0.995	0.987	0.966	1.001	0.972	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 12
49	1.000	1.004	0.998	0.955	0.976	0.944	0.964	0.970	0.951	0.988	0.974	0.959	1.001	0.974	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 10
50	0.965	1.000	1.003	0.958	0.980	0.947	0.967	0.968	0.949	0.998	0.987	0.938	1.002	0.965	0.975	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 16
51	0.963	0.996	1.003	0.957	0.979	0.946	0.965	0.964	0.944	0.989	0.978	0.960	0.989	0.965	0.974	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 7
52	0.963	0.996	1.003	0.957	0.979	0.946	0.965	0.964	0.944	0.989	0.978	0.960	0.989	0.965	0.974	0.999	0.997	0.964	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 9
53	0.964	0.978	1.000	0.952	0.976	0.942	0.959	0.954	0.936	0.986	0.981	0.958	0.999	0.944	0.965	1.000	1.000	0.968	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 6
54	0.964	0.998	1.001	0.953	0.977	0.943	0.961	0.967	0.946	0.992	0.984	0.963	1.000	0.962	0.973	0.998	0.997	0.965	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 8
55	0.967	1.003	1.003	0.954	0.978	0.944	0.961	0.962	0.938	0.981	0.968	0.953	0.977	0.889	0.951	0.998	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 4
56	0.968	1.000	1.001	0.940	0.973	0.930	0.940	0.924	0.914	0.967	0.968	0.940	0.997	0.951	0.959	0.999	0.999	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 5
57	0.965	1.000	1.005	0.961	0.982	0.940	0.969	0.968	0.949	0.996	0.988	0.968	1.003	0.965	0.975	1.000	0.999	0.977	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 15
58	0.963	0.997	0.999	0.955	0.976	0.945	0.965	0.965	0.945	0.991	0.982	0.963	0.996	0.957	0.975	0.999	0.999	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 3
59	0.965	1.000	1.001	0.946	0.975	0.936	0.960	0.966	0.946	0.990	0.983	0.961	1.000	0.964	0.974	0.998	0.998	0.965	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 13
60	0.965	1.000	1.001	0.946	0.974	0.936	0.960	0.966	0.946	0.990	0.983	0.961	1.000	0.964	0.974	0.998	0.998	0.965	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 14
61	0.966	1.002	1.002	0.956	0.978	0.945	0.964	0.986	0.891	0.968	0.970	0.948	0.998	0.953	0.953	1.000	1.000	0.968	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 1
62	0.966	1.000	1.001	0.950	0.991	0.940	0.962	0.967	0.947	0.992	0.984	0.963	1.000	0.964	0.974	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 12
63	0.962	0.994	0.999	0.952	0.975	0.941	0.959	0.957	0.932	0.984	0.979	0.957	1.000	0.959	0.981	1.000	1.002	0.970	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 2
64	0.965	1.000	1.003	0.959	0.980	0.948	0.968	0.968	0.948	0.994	0.986	0.966	1.002	0.964	0.974	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 11
65	0.966	1.000	1.001	0.950	0.991	0.940	0.962	0.967	0.947	0.992	0.984	0.963	1.000	0.964	0.974	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 12

Geração tipo 1: geração da Us. Gov. Parigot mínima (~40MW); Geração tipo 2: geração da Us. Gov. Parigot máxima (~240MW)

CONJUNTO DE TREINAMENTO 3

Número de Padrões: 32; Número de características: 18; Grandeza: Potência nos circuitos escolhidos (MVA/MVA_{limite}) - ver figura 5.4. Sistema Completo; Dados obtidos de Simulações.

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
00	0.760	0.800	0.800	0.300	0.375	0.926	0.400	0.670	0.273	0.050	0.640	0.569	0.400	0.167	0.634	0.840	0.573	0.240	carga:1.00; geração:1
01	0.800	0.880	0.880	0.360	0.400	0.926	0.400	0.700	0.273	0.075	0.660	0.588	0.400	0.238	0.707	0.880	0.613	0.480	carga:1.05; geração:1
02	0.853	0.940	0.940	0.380	0.425	0.926	0.414	0.740	0.291	0.075	0.693	0.608	0.420	0.268	0.756	0.940	0.647	0.520	carga:1.10; geração:1
03	0.920	1.020	1.020	0.420	0.450	0.889	0.429	0.770	0.291	0.100	0.700	0.627	0.420	0.317	0.854	0.980	0.693	0.547	carga:1.15; geração:1
04	0.987	1.100	1.080	0.460	0.475	0.889	0.443	0.800	0.309	0.100	0.727	0.627	0.420	0.366	0.902	1.020	0.727	0.573	carga:1.20; geração:1
05	1.120	1.200	1.200	0.520	0.500	0.889	0.443	0.830	0.309	0.075	0.740	0.608	0.420	0.415	0.951	1.120	0.740	0.600	carga:1.25; geração:1
06	0.680	0.740	0.740	0.280	0.350	0.926	0.371	0.640	0.255	0.050	0.627	0.569	0.400	0.146	0.585	0.800	0.540	0.427	carga:0.95; geração:1
07	0.553	0.580	0.580	0.220	0.288	0.926	0.314	0.550	0.218	0.050	0.513	0.451	0.360	0.098	0.488	0.700	0.447	0.360	carga:0.85; geração:1
08	0.593	0.640	0.620	0.240	0.300	0.926	0.329	0.570	0.236	0.050	0.540	0.490	0.360	0.122	0.512	0.720	0.473	0.373	carga:0.90; geração:1
09	0.533	0.560	0.560	0.200	0.275	0.926	0.300	0.540	0.218	0.050	0.500	0.431	0.340	0.098	0.463	0.680	0.447	0.347	carga:0.80; geração:1
10	0.493	0.520	0.520	0.200	0.263	0.926	0.286	0.510	0.218	0.050	0.467	0.412	0.320	0.073	0.439	0.640	0.413	0.333	carga:0.75; geração:1
11	0.453	0.460	0.460	0.180	0.250	0.963	0.271	0.480	0.200	0.025	0.427	0.392	0.300	0.073	0.390	0.600	0.380	0.293	carga:0.70; geração:1
12	0.420	0.400	0.400	0.160	0.200	0.963	0.243	0.440	0.200	0.025	0.400	0.333	0.300	0.049	0.341	0.560	0.347	0.280	carga:0.65; geração:1
13	0.367	0.340	0.340	0.140	0.213	0.963	0.214	0.410	0.182	0.025	0.353	0.314	0.280	0.049	0.317	0.540	0.313	0.253	carga:0.60; geração:1
14	0.327	0.300	0.300	0.140	0.200	0.963	0.186	0.370	0.164	0.025	0.327	0.294	0.260	0.024	0.268	0.500	0.287	0.227	carga:0.55; geração:1
15	0.280	0.260	0.260	0.140	0.200	0.963	0.186	0.340	0.164	0.025	0.293	0.255	0.240	0.024	0.244	0.460	0.247	0.213	carga:0.50; geração:1
16	0.673	0.820	0.800	0.340	0.375	0.926	0.386	0.670	0.236	0.075	0.653	0.588	0.380	0.220	0.683	0.760	0.607	0.467	carga:1.00; geração:2
17	0.733	0.880	0.880	0.360	0.400	0.889	0.400	0.680	0.255	0.075	0.660	0.608	0.380	0.293	0.756	0.800	0.647	0.493	carga:1.05; geração:2
18	0.800	0.980	0.980	0.440	0.425	0.889	0.414	0.730	0.255	0.100	0.680	0.627	0.400	0.341	0.829	0.840	0.687	0.500	carga:1.10; geração:2
19	0.893	1.080	1.080	0.500	0.450	0.889	0.414	0.730	0.273	0.100	0.687	0.608	0.400	0.390	0.902	0.900	0.713	0.547	carga:1.15; geração:2
20	0.827	1.120	1.100	0.480	0.463	0.889	0.443	0.800	0.291	0.075	0.727	0.627	0.400	0.390	0.951	0.960	0.740	0.573	carga:1.20; geração:2
21	1.013	1.180	1.160	0.440	0.425	0.889	0.429	0.840	0.291	0.075	0.760	0.627	0.420	0.415	0.976	1.020	0.774	0.600	carga:1.25; geração:2
22	0.627	0.740	0.720	0.300	0.363	0.926	0.386	0.620	0.236	0.050	0.633	0.569	0.380	0.167	0.610	0.700	0.567	0.427	carga:0.95; geração:2
23	0.573	0.680	0.680	0.260	0.338	0.926	0.371	0.610	0.218	0.050	0.593	0.529	0.380	0.146	0.537	0.660	0.533	0.413	carga:0.90; geração:2
24	0.533	0.640	0.600	0.240	0.313	0.926	0.343	0.580	0.218	0.050	0.533	0.471	0.360	0.146	0.537	0.640	0.507	0.373	carga:0.85; geração:2
25	0.487	0.560	0.560	0.240	0.275	0.926	0.329	0.550	0.200	0.050	0.500	0.451	0.340	0.122	0.488	0.600	0.473	0.347	carga:0.80; geração:2
26	0.447	0.520	0.520	0.220	0.263	0.926	0.300	0.510	0.200	0.025	0.467	0.412	0.320	0.098	0.439	0.560	0.433	0.320	carga:0.75; geração:2
27	0.400	0.440	0.440	0.200	0.238	0.926	0.286	0.480	0.182	0.025	0.433	0.373	0.320	0.098	0.415	0.520	0.407	0.293	carga:0.70; geração:2
28	0.353	0.400	0.400	0.180	0.225	0.926	0.257	0.430	0.182	0.025	0.400	0.353	0.300	0.073	0.366	0.480	0.367	0.280	carga:0.65; geração:2
29	0.313	0.340	0.320	0.180	0.213	0.926	0.229	0.410	0.164	0.025	0.367	0.314	0.280	0.049	0.317	0.460	0.340	0.253	carga:0.60; geração:2
30	0.267	0.280	0.280	0.180	0.200	0.963	0.214	0.380	0.164	0.025	0.333	0.294	0.280	0.049	0.293	0.420	0.307	0.227	carga:0.55; geração:2
31	0.233	0.240	0.240	0.180	0.188	0.963	0.186	0.330	0.145	0.025	0.307	0.255	0.260	0.024	0.244	0.380	0.280	0.213	carga:0.50; geração:2

Geração tipo 1: geração da Us. Gov. Parigot mínima (~40MW); Geração tipo 2: geração da Us. Gov. Parigot máxima (~240MW)

CONJUNTO DE TREINAMENTO 4

Número de Padrões: 65; Número de características: 18; Grandeza: Potência nos circuitos escolhidos (MVA/MVA_{limite}) - ver figura 5.4. Sistema com Contingências; Dados obtidos de Simulações.

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
00	0.951	1.026	1.026	0.421	0.451	0.901	0.418	0.800	0.437	0.320	0.693	0.683	0.503	0.345	0.851	0.981	0.683	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência:16
01	1.048	1.109	1.109	0.504	0.450	0.901	0.357	0.910	0.367	0.090	0.968	0.395	0.216	0.663	1.189	1.060	0.771	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência: 7
02	1.121	1.032	1.021	0.447	0.451	0.901	0.444	0.860	0.335	0.056	0.771	0.561	0.665	0.176	0.522	1.329	0.962	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência: 9
03	1.021	1.076	1.076	0.483	0.442	0.895	0.400	0.761	0.287	0.091	0.685	0.600	0.400	0.379	0.874	1.022	0.683	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência: 6
04	1.026	1.181	1.181	0.523	0.451	0.901	0.267	1.020	0.203	0.112	0.769	0.750	0.360	0.400	0.927	0.940	0.743	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência: 8
05	1.424	1.109	1.081	0.477	0.418	0.889	0.372	0.910	0.402	0.112	0.756	0.421	0.828	0.339	0.352	1.839	0.288	0.548	carga:1.15; geração: 1; contingência: 4
06	1.569	1.708	1.708	0.957	0.386	0.926	0.231	0.342	0.275	0.182	0.466	0.541	0.204	1.089	1.635	1.216	0.856	0.554	carga:1.15; geração: 1; contingência: 5
07	0.948	1.026	0.998	0.421	0.901	0.895	0.432	0.790	0.282	0.090	0.702	0.628	0.420	0.328	0.851	0.981	0.691	0.543	carga: 1.15;geração: 1; contingência:15
08	0.951	1.032	1.032	0.416	0.451	0.901	0.406	0.780	0.287	0.090	0.686	0.615	0.362	0.360	0.897	0.960	0.719	0.543	carga: 1.15;geração: 1; contingência:3
09	0.910	1.537	0.000	0.201	0.442	0.895	0.530	0.790	0.277	0.106	0.712	0.668	0.380	0.381	0.905	1.020	0.706	0.543	carga: 1.15;geração: 1; contingência:13
10	0.910	0.000	1.537	0.201	0.442	0.896	0.530	0.790	0.277	0.106	0.712	0.668	0.380	0.381	0.905	1.020	0.706	0.543	carga: 1.15;geração: 1; contingência:14
11	1.147	1.121	1.121	0.521	0.442	0.896	0.371	1.091	0.456	0.079	0.330	0.316	0.128	0.732	1.266	1.248	0.724	0.543	carga: 1.15;geração: 1; contingência:1
12	0.925	1.137	1.121	0.521	0.442	0.896	0.471	0.800	0.294	0.090	0.707	0.643	0.400	0.363	0.884	1.000	0.706	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência:12
13	0.967	1.049	1.049	0.456	0.451	0.901	0.429	0.791	0.288	0.090	0.669	0.600	0.428	0.419	0.913	0.980	0.716	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência: 2
14	0.946	0.993	0.976	0.420	0.450	0.901	0.475	0.760	0.345	0.079	0.723	1.017	0.360	0.385	0.894	1.021	0.703	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência:11
15	0.925	1.137	1.121	0.521	0.442	0.895	0.471	0.800	0.293	0.090	0.707	0.643	0.400	0.362	0.884	1.000	0.706	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência:12
16	0.954	1.098	1.098	0.488	0.450	0.901	0.358	0.810	0.332	0.035	0.757	0.517	0.626	0.000	0.539	0.882	0.639	0.543	carga:1.15; geração: 1; contingência:10
17	0.979	1.056	1.056	0.483	0.442	0.896	0.429	0.791	0.418	0.340	0.693	0.666	0.520	0.346	0.853	0.923	0.708	0.543	carga:1.15; geração: 2; contingência:16
18	1.061	1.104	1.104	0.511	0.426	0.889	0.390	0.910	0.347	0.090	0.989	0.370	0.216	0.644	1.168	0.806	0.768	0.543	carga:1.15; geração: 2; contingência: 7
19	1.113	1.000	1.000	0.431	0.426	0.889	0.471	0.860	0.314	0.056	0.786	0.542	0.684	0.190	0.503	1.302	0.962	0.543	carga: 1.15;geração: 2; contingência: 9
20	0.979	1.021	1.021	0.429	0.410	0.889	0.443	0.760	0.282	0.071	0.701	0.596	0.440	0.328	0.841	0.945	0.700	0.543	carga: 1.15;geração: 2; contingência: 6
21	1.048	1.193	1.176	0.553	0.442	0.895	0.271	1.011	0.196	0.112	0.775	0.741	0.204	0.397	0.916	0.886	0.738	0.543	carga: 1.15;geração: 2; contingência: 8
22	1.288	1.037	1.037	0.439	0.395	0.901	0.430	0.890	0.364	0.079	0.771	0.444	0.753	0.218	0.400	1.558	0.389	0.555	carga: 1.15;geração: 2; contingência: 4
23	1.432	1.558	1.531	0.809	0.375	0.929	0.159	0.454	0.239	0.158	0.513	0.555	0.107	0.906	1.476	1.102	0.839	0.561	carga: 1.15;geração: 2; contingência: 5
24	0.971	1.044	1.044	0.483	0.885	0.892	0.444	0.782	0.287	0.090	0.697	0.610	0.421	0.346	0.853	0.943	0.702	0.543	carga:1.15; geração: 2; contingência:15
25	0.977	1.028	1.012	0.449	0.442	0.896	0.307	0.801	0.282	0.079	0.736	0.610	0.500	0.272	0.757	0.967	0.664	0.543	carga:1.15; geração: 2; contingência: 3
26	0.935	1.588	0.000	0.260	0.434	0.892	0.517	0.780	0.253	0.106	0.710	0.666	0.405	0.414	0.908	0.985	0.702	0.543	carga:1.15; geração: 2; contingência:13
27	0.935	0.000	1.588	0.260	0.434	0.892	0.517	0.780	0.253	0.106	0.710	0.666	0.385	0.414	0.908	0.985	0.702	0.543	carga: 1.15;geração: 2; contingência:14
28	1.080	1.056	1.056	0.474	0.426	0.889	0.416	0.983	0.382	0.079	0.431	0.307	0.251	0.606	1.125	1.095	0.726	0.543	carga: 1.15;geração: 2; contingência: 1
29	0.958	1.193	1.193	0.621	0.442	0.896	0.458	0.781	0.270	0.090	0.707	0.638	0.424	0.381	0.887	0.965	0.700	0.543	carga: 1.15;geração: 2; contingência:12
30	0.996	1.104	1.088	0.511	0.434	0.892	0.388	0.761	0.282	0.106	0.636	0.583	0.306	0.488	1.014	0.886	0.759	0.543	carga: 1.15;geração: 2; contingência: 2
31	0.969	1.024	1.024	0.468	0.451	0.901	0.486	0.751	0.339	0.079	0.726	1.017	0.360	0.397	0.917	0.983	0.709	0.543	carga: 1.15;geração: 2; contingência:11

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
32	0.958	1.193	1.193	0.626	0.442	0.895	0.458	0.781	0.270	0.090	0.707	0.638	0.424	0.381	0.887	0.965	0.700	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 12
33	0.751	0.817	0.799	0.313	0.373	0.916	0.385	0.700	0.382	0.285	0.643	0.631	0.500	0.176	0.634	0.842	0.586	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 16
34	0.833	0.882	0.882	0.394	0.372	0.916	0.317	0.770	0.317	0.079	0.878	0.386	0.197	0.527	0.982	0.902	0.661	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 7
35	0.877	0.821	0.804	0.342	0.373	0.916	0.392	0.751	0.294	0.066	0.689	0.538	0.605	0.138	0.420	1.120	0.862	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 9
36	0.763	0.799	0.799	0.313	0.373	0.916	0.385	0.617	0.260	0.056	0.644	0.577	0.404	0.197	0.657	0.844	0.586	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 6
37	0.820	0.939	0.930	0.382	0.373	0.908	0.256	0.910	0.187	0.090	0.717	0.679	0.369	0.231	0.694	0.683	0.616	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 8
38	1.086	0.893	0.893	0.402	0.363	0.908	0.329	0.792	0.340	0.106	0.670	0.448	0.724	0.317	0.305	1.505	0.275	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 4
39	1.122	1.344	1.344	0.733	0.354	0.901	0.154	0.316	0.220	0.158	0.463	0.577	1.122	0.866	1.331	0.982	0.729	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 5
40	0.754	0.799	0.799	0.295	0.744	0.908	0.385	0.701	0.260	0.056	0.644	0.577	0.408	0.164	0.625	0.842	0.584	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 15
41	0.766	0.833	0.816	0.322	0.373	0.916	0.370	0.680	0.260	0.071	0.633	0.566	0.354	0.231	0.687	0.821	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 3
42	0.742	1.221	0.000	0.161	0.363	0.908	0.465	0.690	0.243	0.071	0.652	0.604	0.365	0.218	0.679	0.881	0.584	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 13
43	0.859	0.882	0.854	0.367	0.373	0.916	0.333	0.930	0.407	0.076	0.317	0.355	0.128	0.589	1.080	1.023	0.650	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 1
44	0.751	0.893	0.893	0.402	0.373	0.916	0.411	0.700	0.260	0.056	0.648	0.583	0.404	0.197	0.657	0.842	0.584	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 12
45	0.782	0.849	0.821	0.349	0.373	0.916	0.374	0.692	0.260	0.079	0.615	0.561	0.400	0.259	0.699	0.842	0.596	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 2
46	0.757	0.765	0.765	0.297	0.373	0.916	0.426	0.660	0.317	0.079	0.667	0.886	0.354	0.231	0.694	0.884	0.590	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 11
47	0.751	0.893	0.893	0.402	0.373	0.916	0.411	0.700	0.260	0.056	0.648	0.593	0.404	0.197	0.657	0.861	0.584	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 12
48	0.757	0.833	0.833	0.322	0.372	0.916	0.357	0.710	0.287	0.051	0.676	0.538	0.544	0.000	0.463	0.782	0.559	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 10
49	0.741	0.804	0.804	0.335	0.373	0.916	0.404	0.701	0.364	0.285	0.641	0.640	0.510	0.190	0.644	0.760	0.603	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 16
50	0.805	0.888	0.872	0.394	0.373	0.908	0.343	0.800	0.314	0.090	0.889	0.377	0.206	0.522	0.971	0.840	0.677	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 7
51	0.844	0.812	0.784	0.349	0.373	0.916	0.430	0.742	0.270	0.056	0.701	0.533	0.623	0.190	0.397	1.041	0.869	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 9
52	0.733	0.828	0.828	0.360	0.373	0.908	0.401	0.683	0.244	0.090	0.633	0.573	0.400	0.244	0.678	0.781	0.609	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 6
53	0.791	0.913	0.913	0.384	0.373	0.916	0.271	0.901	0.171	0.090	0.712	0.695	0.385	0.230	0.689	0.720	0.626	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 8
54	0.941	0.844	0.844	0.379	0.373	0.916	0.387	0.762	0.305	0.071	0.681	0.495	0.645	0.197	0.363	1.206	0.374	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 4
55	0.987	1.181	1.164	0.597	0.354	0.901	0.045	0.431	0.219	0.146	0.510	0.585	0.072	0.679	1.142	0.860	0.710	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 5
56	0.738	0.804	0.919	0.335	0.754	0.908	0.418	0.692	0.253	0.056	0.651	0.585	0.422	0.190	0.622	0.780	0.595	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 15
57	0.735	0.772	0.772	0.325	0.373	0.916	0.446	0.712	0.253	0.056	0.681	0.585	0.503	0.124	0.535	0.800	0.563	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 3
58	0.698	1.181	0.000	0.190	0.363	0.908	0.489	0.690	0.244	0.071	0.664	0.613	0.402	0.225	0.674	0.801	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 13
59	0.698	0.000	1.181	0.190	0.363	0.908	0.489	0.690	0.244	0.071	0.664	0.613	0.402	0.225	0.676	0.801	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 14
60	0.786	0.832	0.816	0.342	0.373	0.916	0.388	0.841	0.332	0.079	0.410	0.351	0.260	0.460	0.908	0.880	0.649	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 1
61	0.713	0.872	0.856	0.405	0.363	0.908	0.443	0.700	0.244	0.071	0.660	0.600	0.422	0.207	0.654	0.781	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 12
62	0.750	0.849	0.849	0.376	0.373	0.908	0.360	0.662	0.236	0.071	0.584	0.557	0.280	0.339	0.797	0.721	0.664	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 2
63	0.732	0.784	0.772	0.326	0.373	0.916	0.446	0.661	0.294	0.056	0.676	0.886	0.385	0.230	0.689	0.801	0.603	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 11
64	0.707	0.872	0.856	0.405	0.363	0.908	0.443	0.700	0.244	0.071	0.619	0.600	0.422	0.207	0.654	0.781	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 12

Geração tipo 1: geração da Us. Gov. Parigot mínima (~40MW); Geração tipo 2: geração da Us. Gov. Parigot máxima (~240MW)

CONJUNTO DE TREINAMENTO 5

Número de Padrões: 32; Número de características: 36; Grandezas: Tensão em pu nas barras escolhidas e potência nos circuitos escolhidos (MVA/MVA_{limite}) - ver figura 5.4; Sistema Completo; Dados obtidos de Simulações.

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
00	1.000	1.004	1.000	0.958	0.978	0.947	0.969	0.972	0.953	0.996	0.987	0.967	1.000	0.971	0.987	1.000	1.002	0.970	carga:1.00; geração: 1
01	0.995	0.997	1.000	0.953	0.976	0.942	0.962	0.965	0.947	0.990	0.982	0.960	1.000	0.960	0.981	1.000	1.001	0.978	carga:1.05; geração: 1
02	0.988	1.000	0.999	0.949	0.973	0.937	0.959	0.965	0.946	0.986	0.978	0.955	0.997	0.961	0.984	1.000	1.003	0.967	carga:1.10; geração: 1
03	0.981	0.997	1.001	0.946	0.972	0.934	0.955	0.962	0.943	0.982	0.975	0.950	0.999	0.954	0.979	1.000	1.000	0.962	carga:1.15; geração: 1
04	0.972	0.999	1.001	0.941	0.970	0.929	0.950	0.960	0.939	0.976	0.971	0.944	0.996	0.950	0.974	0.999	0.993	0.953	carga:1.20; geração: 1
05	0.960	0.982	0.989	0.921	0.955	0.909	0.928	0.941	0.917	0.949	0.944	0.916	0.972	0.927	0.945	1.004	0.994	0.953	carga:1.25; geração: 1
06	1.007	1.000	0.997	0.959	0.977	0.949	0.970	0.971	0.953	0.998	0.988	0.970	0.999	0.971	0.988	0.999	0.999	0.968	carga:0.95; geração: 1
07	1.021	1.000	0.998	0.968	0.982	0.959	0.977	0.978	0.966	0.999	0.991	0.976	1.000	0.980	0.996	0.995	0.999	0.974	carga:0.85; geração: 1
08	1.017	1.000	1.000	0.967	0.982	0.957	0.976	0.976	0.963	0.999	0.991	0.975	1.000	0.978	0.994	0.998	1.000	0.973	carga:0.90; geração: 1
09	1.021	1.000	0.995	0.967	0.980	0.958	0.976	0.979	0.966	0.998	0.990	0.975	0.998	0.981	0.996	1.000	0.999	0.974	carga:0.80; geração: 1
10	1.026	1.000	0.998	0.971	0.984	0.963	0.980	0.981	0.971	1.000	0.993	0.979	1.000	0.984	0.999	0.997	0.999	0.976	carga:0.75; geração: 1
11	1.029	1.000	0.999	0.975	0.986	0.967	0.983	0.984	0.975	1.001	0.994	0.982	1.000	0.987	1.002	1.000	1.004	0.982	carga:0.70; geração: 1
12	1.033	1.000	0.998	0.977	0.987	0.969	0.985	0.986	0.978	1.002	0.995	0.984	1.001	0.990	1.004	1.000	0.999	0.979	carga:0.65; geração: 1
13	1.036	1.000	0.999	0.980	0.989	0.973	0.987	0.988	0.982	1.002	0.996	0.986	1.001	0.993	1.006	0.996	0.999	0.981	carga:0.60; geração: 1
14	1.039	1.000	0.999	0.982	0.990	0.976	0.990	0.990	0.985	1.003	0.997	0.989	1.001	0.995	1.008	1.000	1.000	0.983	carga:0.55; geração: 1
15	1.042	1.000	0.998	0.985	0.991	0.979	0.992	0.992	0.988	1.004	0.999	0.991	1.002	0.998	1.011	1.000	1.000	0.985	carga:0.50; geração: 1
16	0.965	0.996	1.003	0.958	0.979	0.947	0.967	0.966	0.947	0.994	0.986	0.966	1.002	0.965	0.974	0.999	0.998	0.966	carga:1.00; geração: 2
17	0.960	0.988	1.001	0.951	0.975	0.940	0.959	0.959	0.940	0.986	0.980	0.957	1.000	0.956	0.969	1.000	1.001	0.967	carga:1.05; geração: 2
18	0.954	0.981	1.001	0.945	0.973	0.934	0.953	0.952	0.933	0.979	0.974	0.949	0.998	0.943	0.963	1.000	1.000	0.965	carga:1.10; geração: 2
19	0.948	0.971	0.999	0.937	0.968	0.926	0.943	0.944	0.924	0.967	0.963	0.937	0.989	0.934	0.957	1.002	1.002	0.964	carga:1.15; geração: 2
20	0.941	0.961	0.981	0.917	0.949	0.905	0.924	0.932	0.912	0.946	0.941	0.914	0.968	0.922	0.949	1.003	0.997	0.958	carga:1.20; geração: 2
21	0.928	0.942	0.945	0.879	0.911	0.868	0.886	0.905	0.883	0.906	0.900	0.872	0.929	0.897	0.926	0.999	0.987	0.946	carga:1.25; geração: 2
22	0.970	1.002	1.001	0.962	0.980	0.951	0.971	0.971	0.952	0.998	0.989	0.971	1.002	0.969	0.977	0.999	0.999	0.968	carga:0.95; geração: 2
23	0.976	1.000	1.001	0.964	0.981	0.954	0.973	0.972	0.955	0.998	0.990	0.973	1.001	0.972	0.980	0.997	0.997	0.968	carga:0.90; geração: 2
24	0.981	1.000	0.999	0.965	0.981	0.956	0.974	0.975	0.961	0.995	0.988	0.972	1.000	0.974	0.983	0.999	1.002	0.975	carga:0.85; geração: 2
25	0.985	1.000	0.999	0.968	0.983	0.960	0.977	0.978	0.964	0.997	0.990	0.975	1.001	0.977	0.985	0.997	0.999	0.974	carga:0.80; geração: 2
26	0.989	1.000	0.999	0.971	0.984	0.963	0.979	0.980	0.968	0.997	0.991	0.977	1.000	0.980	0.988	1.000	0.999	0.976	carga:0.75; geração: 2
27	0.993	1.000	0.999	0.974	0.985	0.966	0.981	0.983	0.972	0.998	0.992	0.980	1.001	0.983	0.990	0.998	0.999	0.977	carga:0.70; geração: 2
28	0.996	1.000	0.999	0.976	0.987	0.969	0.984	0.984	0.975	0.999	0.994	0.982	1.001	0.986	0.992	0.996	1.001	0.981	carga:0.65; geração: 2
29	1.000	1.000	0.998	0.979	0.988	0.972	0.986	0.987	0.979	1.000	0.995	0.985	1.002	0.988	0.995	0.998	1.000	0.981	carga:0.60; geração: 2
30	1.002	1.000	0.998	0.981	0.989	0.975	0.988	0.989	0.982	1.000	0.996	0.987	1.002	0.991	0.997	0.997	0.999	0.983	carga:0.55; geração: 2
31	1.005	1.000	0.997	0.983	0.990	0.977	0.990	0.991	0.985	1.000	0.996	0.989	1.001	0.994	0.999	0.996	1.000	0.985	carga:0.50; geração: 2

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
00	0.760	0.800	0.800	0.300	0.375	0.926	0.400	0.670	0.273	0.050	0.640	0.569	0.400	0.167	0.634	0.840	0.573	0.240	carga:1.00; geração:1
01	0.800	0.880	0.880	0.360	0.400	0.926	0.400	0.700	0.273	0.075	0.660	0.588	0.400	0.238	0.707	0.880	0.613	0.480	carga:1.05; geração:1
02	0.853	0.940	0.940	0.380	0.425	0.926	0.414	0.740	0.291	0.075	0.693	0.608	0.420	0.268	0.756	0.940	0.647	0.520	carga:1.10; geração:1
03	0.920	1.020	1.020	0.420	0.450	0.889	0.429	0.770	0.291	0.100	0.700	0.627	0.420	0.317	0.854	0.980	0.693	0.547	carga:1.15; geração:1
04	0.987	1.100	1.080	0.460	0.475	0.889	0.443	0.800	0.309	0.100	0.727	0.627	0.420	0.366	0.902	1.020	0.727	0.573	carga:1.20; geração:1
05	1.120	1.200	1.200	0.520	0.500	0.889	0.443	0.830	0.309	0.075	0.740	0.608	0.420	0.415	0.951	1.120	0.740	0.600	carga:1.25; geração:1
06	0.680	0.740	0.740	0.280	0.350	0.926	0.371	0.640	0.255	0.050	0.627	0.569	0.400	0.146	0.585	0.800	0.540	0.427	carga:0.95; geração:1
07	0.553	0.580	0.580	0.220	0.288	0.926	0.314	0.550	0.218	0.050	0.513	0.451	0.360	0.098	0.488	0.700	0.447	0.360	carga:0.85; geração:1
08	0.593	0.640	0.620	0.240	0.300	0.926	0.329	0.570	0.236	0.050	0.540	0.490	0.360	0.122	0.512	0.720	0.473	0.373	carga:0.90; geração:1
09	0.533	0.560	0.560	0.200	0.275	0.926	0.300	0.540	0.218	0.050	0.500	0.431	0.340	0.098	0.463	0.680	0.447	0.347	carga:0.80; geração:1
10	0.493	0.520	0.520	0.200	0.263	0.926	0.286	0.510	0.218	0.050	0.467	0.412	0.320	0.073	0.439	0.640	0.413	0.333	carga:0.75; geração:1
11	0.453	0.460	0.460	0.180	0.250	0.963	0.271	0.480	0.200	0.025	0.427	0.392	0.300	0.073	0.390	0.600	0.380	0.293	carga:0.70; geração:1
12	0.420	0.400	0.400	0.160	0.200	0.963	0.243	0.440	0.200	0.025	0.400	0.333	0.300	0.049	0.341	0.560	0.347	0.280	carga:0.65; geração:1
13	0.367	0.340	0.340	0.140	0.213	0.963	0.214	0.410	0.182	0.025	0.353	0.314	0.280	0.049	0.317	0.540	0.313	0.253	carga:0.60; geração:1
14	0.327	0.300	0.300	0.140	0.200	0.963	0.186	0.370	0.164	0.025	0.327	0.294	0.260	0.024	0.268	0.500	0.287	0.227	carga:0.55; geração:1
15	0.280	0.260	0.260	0.140	0.200	0.963	0.186	0.340	0.164	0.025	0.293	0.255	0.240	0.024	0.244	0.460	0.247	0.213	carga:0.50; geração:1
16	0.673	0.820	0.800	0.340	0.375	0.926	0.386	0.670	0.236	0.075	0.653	0.588	0.380	0.220	0.683	0.760	0.607	0.467	carga:1.00; geração:2
17	0.733	0.880	0.880	0.360	0.400	0.889	0.400	0.680	0.255	0.075	0.660	0.608	0.380	0.293	0.756	0.800	0.647	0.493	carga:1.05; geração:2
18	0.800	0.980	0.980	0.440	0.425	0.889	0.414	0.730	0.255	0.100	0.680	0.627	0.400	0.341	0.829	0.840	0.687	0.500	carga:1.10; geração:2
19	0.893	1.080	1.080	0.500	0.450	0.889	0.414	0.730	0.273	0.100	0.687	0.608	0.400	0.390	0.902	0.900	0.713	0.547	carga:1.15; geração:2
20	0.827	1.120	1.100	0.480	0.463	0.889	0.443	0.800	0.291	0.075	0.727	0.627	0.400	0.390	0.951	0.960	0.740	0.573	carga:1.20; geração:2
21	1.013	1.180	1.160	0.480	0.463	0.889	0.471	0.840	0.291	0.075	0.760	0.627	0.420	0.415	0.976	1.020	0.774	0.600	carga:1.25; geração:2
22	0.627	0.740	0.720	0.300	0.363	0.926	0.386	0.620	0.236	0.050	0.633	0.569	0.380	0.167	0.610	0.700	0.567	0.427	carga:0.95; geração:2
23	0.573	0.680	0.680	0.260	0.338	0.926	0.371	0.610	0.218	0.050	0.593	0.529	0.380	0.146	0.537	0.660	0.533	0.413	carga:0.90; geração:2
24	0.533	0.640	0.600	0.240	0.313	0.926	0.343	0.580	0.218	0.050	0.533	0.471	0.360	0.146	0.537	0.640	0.507	0.373	carga:0.85; geração:2
25	0.487	0.560	0.560	0.240	0.275	0.926	0.329	0.550	0.200	0.050	0.500	0.451	0.340	0.122	0.488	0.600	0.473	0.347	carga:0.80; geração:2
26	0.447	0.520	0.520	0.220	0.263	0.926	0.300	0.510	0.200	0.025	0.467	0.412	0.320	0.098	0.439	0.560	0.433	0.320	carga:0.75; geração:2
27	0.400	0.440	0.440	0.200	0.238	0.926	0.286	0.480	0.182	0.025	0.433	0.373	0.320	0.098	0.415	0.520	0.407	0.293	carga:0.70; geração:2
28	0.353	0.400	0.400	0.180	0.225	0.926	0.257	0.430	0.182	0.025	0.400	0.353	0.300	0.073	0.366	0.480	0.367	0.280	carga:0.65; geração:2
29	0.313	0.340	0.320	0.180	0.213	0.926	0.229	0.410	0.164	0.025	0.367	0.314	0.280	0.049	0.317	0.460	0.340	0.253	carga:0.60; geração:2
30	0.267	0.280	0.280	0.180	0.200	0.963	0.214	0.380	0.164	0.025	0.333	0.294	0.280	0.049	0.293	0.420	0.307	0.227	carga:0.55; geração:2
31	0.233	0.240	0.240	0.180	0.188	0.963	0.186	0.330	0.145	0.025	0.307	0.255	0.260	0.024	0.244	0.380	0.280	0.213	carga:0.50; geração:2

Geração tipo 1: geração da Us. Gov. Parigot mínima (~40MW); Geração tipo 2: geração da Us. Gov. Parigot máxima (~240MW)

CONJUNTO DE TREINAMENTO 6

Número de Padrões: 62; Número de características: 18; Grandeza: Potência em circuitos escolhidos (MVA/MVA_{limite}) - ver figura 5.4.
Diversas Configurações; Dados obtidos de telemédies.

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
00	0.396	0.422	0.420	0.120	0.250	0.208	0.333	0.532	0.293	0.100	0.289	0.235	0.241	0.391	0.385	0.410	0.396	0.267	20/10/94-02h/qui; geração:2
01	0.408	0.420	0.420	0.120	0.263	0.236	0.360	0.551	0.287	0.100	0.314	0.235	0.281	0.399	0.393	0.452	0.408	0.254	20/10/94-06h/qui; geração:2
02	0.537	0.636	0.640	0.120	0.432	0.206	0.541	0.762	0.345	0.100	0.488	0.372	0.326	0.749	0.743	0.560	0.537	0.293	20/10/94-15h/qui; geração:2
03	0.500	0.560	0.560	0.120	0.452	0.217	0.517	0.683	0.161	0.100	0.395	0.353	0.316	0.616	0.610	0.594	0.500	0.320	20/10/94-19h/qui; geração:2
04	0.513	0.600	0.600	0.120	0.425	0.174	0.474	0.683	0.351	0.100	0.377	0.294	0.310	0.635	0.629	0.568	0.513	0.347	20/10/94-23h/qui; geração:2
05	0.593	0.764	0.780	0.120	0.413	0.171	0.191	0.408	0.167	0.100	0.249	0.294	0.072	0.759	0.753	0.549	0.593	0.267	20/10/94-08h/qui; geração:2; conting. 5
06	0.641	0.849	0.820	0.120	0.297	0.371	0.217	0.428	0.237	0.100	0.360	0.412	0.063	0.900	0.894	0.595	0.641	0.294	20/10/94-10h/qui; geração:2; conting. 5
07	0.363	0.420	0.440	0.120	0.275	0.200	0.263	0.474	0.230	0.100	0.248	0.196	0.184	0.351	0.345	0.469	0.363	0.309	04/12/94-02h/dom; geração:1
08	0.342	0.380	0.400	0.120	0.238	0.200	0.218	0.465	0.311	0.100	0.250	0.176	0.184	0.351	0.345	0.410	0.342	0.267	04/12/94-06h/dom; geração:1
09	0.443	0.589	0.600	0.120	0.062	0.489	0.129	0.000	0.190	0.100	0.376	0.510	0.000	0.433	0.427	0.384	0.443	0.256	04/12/94-15h/dom; geração:2; cont. A
10	0.438	0.501	0.500	0.120	0.313	0.200	0.260	0.541	0.310	0.100	0.297	0.254	0.208	0.333	0.327	0.494	0.438	0.294	04/12/94-19h/dom; geração:1
11	0.459	0.520	0.520	0.120	0.375	0.200	0.331	0.614	0.322	0.100	0.346	0.255	0.267	0.421	0.415	0.555	0.459	0.334	04/12/94-23h/dom; geração:1
12	0.379	0.322	0.340	0.120	0.146	0.432	0.174	0.451	0.305	0.100	0.259	0.156	0.220	0.300	0.294	0.477	0.356	0.147	11/12/94-02h/dom; geração:1
13	0.318	0.380	0.400	0.120	0.177	0.432	0.174	0.438	0.287	0.100	0.238	0.196	0.120	0.338	0.332	0.316	0.318	0.121	11/12/94-06h/dom; geração:1
14	0.280	0.583	0.000	0.120	0.225	0.381	0.300	0.496	0.265	0.100	0.300	0.294	0.180	0.353	0.347	0.310	0.279	0.120	11/12/94-15h/dom; geração:2 cont. 13
15	0.352	0.321	0.320	0.120	0.071	0.515	0.143	0.469	0.300	0.100	0.274	0.196	0.224	0.290	0.284	0.483	0.352	0.121	11/12/94-19h/dom; geração:1
16	0.442	0.404	0.420	0.120	0.178	0.600	0.236	0.573	0.296	0.100	0.338	0.235	0.297	0.452	0.466	0.644	0.442	0.160	11/12/94-23h/dom; geração:1
17	0.369	0.521	0.520	0.120	0.275	0.208	0.360	0.545	0.260	0.100	0.283	0.274	0.215	0.500	0.454	0.372	0.369	0.147	13/12/94-02h/ter; geração:2
18	0.374	0.520	0.540	0.120	0.275	0.230	0.372	0.537	0.260	0.100	0.298	0.274	0.224	0.421	0.415	0.388	0.374	0.133	13/12/94-06h/ter; geração:2
19	0.547	0.835	0.800	0.120	0.446	0.263	0.530	0.734	0.278	0.100	0.560	0.451	0.240	0.612	0.606	0.611	0.547	0.147	13/12/94-15h/ter; geração:2
20	0.460	0.625	0.620	0.120	0.366	0.246	0.479	0.646	0.129	0.100	0.378	0.372	0.234	0.476	0.468	0.566	0.460	0.133	13/12/94-19h/ter; geração:2
21	0.548	0.761	0.740	0.120	0.426	0.244	0.502	0.709	0.265	0.100	0.399	0.333	0.297	0.600	0.556	0.644	0.550	0.174	13/12/94-23h/ter; geração:2
22	0.331	0.291	0.300	0.110	0.103	0.629	0.194	0.497	0.265	0.100	0.256	0.196	0.243	0.251	0.352	0.400	0.331	0.215	06/01/95-02h/sab; geração:2
23	0.332	0.203	0.300	0.110	0.067	0.606	0.179	0.461	0.260	0.100	0.287	0.196	0.281	0.190	0.294	0.440	0.332	0.181	06/01/95-06h/sab; geração:2
24	0.471	0.538	0.540	0.067	0.215	0.549	0.316	0.693	0.322	0.100	0.448	0.353	0.243	0.294	0.556	0.501	0.471	0.215	06/01/95-15h/sab; geração:2
25	0.425	0.402	0.420	0.038	0.159	0.629	0.334	0.600	0.183	0.100	0.356	0.294	0.310	0.284	0.449	0.600	0.425	0.190	06/01/95-19h/sab; geração:2
26	0.429	0.408	0.420	0.057	0.150	0.600	0.321	0.587	0.282	0.100	0.343	0.235	0.349	0.273	0.434	0.583	0.429	0.270	06/01/95-23h/sab; geração:2
27	0.296	0.247	0.260	0.124	0.088	0.600	0.191	0.461	0.293	0.100	0.268	0.196	0.266	0.262	0.385	0.368	0.295	0.181	07/01/95-02h/dom; geração:2
28	0.301	0.267	0.260	0.124	0.103	0.600	0.186	0.448	0.247	0.100	0.248	0.196	0.253	0.263	0.372	0.396	0.301	0.165	07/01/95-06h/dom; geração:2
29	0.369	0.329	0.340	0.048	0.112	0.600	0.185	0.523	0.345	0.100	0.294	0.235	0.261	0.351	0.453	0.494	0.369	0.165	07/01/95-15h/dom; geração:2
30	0.421	0.365	0.380	0.048	0.115	0.600	0.235	0.587	0.362	0.100	0.341	0.255	0.323	0.331	0.484	0.599	0.421	0.220	07/01/95-19h/dom; geração:2
31	0.385	0.322	0.280	0.033	0.101	0.628	0.236	0.469	0.322	0.100	0.314	0.215	0.323	0.351	0.419	0.560	0.385	0.299	07/01/95-23h/dom; geração:2

Contingência A - barra 230 kV de Campo Comprido desligada.

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
32	0.262	0.197	0.200	0.129	0.146	0.657	0.192	0.424	0.247	0.100	0.235	0.176	0.241	0.263	0.351	0.382	0.268	0.178	08/01/95-02h/seg; geração:2
33	0.267	0.209	0.200	0.107	0.139	0.628	0.143	0.416	0.287	0.100	0.221	0.156	0.223	0.272	0.351	0.382	0.267	0.147	08/01/95-06h/seg; geração:2
34	0.251	0.160	0.180	0.083	0.083	0.600	0.154	0.389	0.203	0.100	0.237	0.196	0.223	0.131	0.241	0.368	0.251	0.152	08/01/95-15h/seg; geração:2
35	0.298	0.180	0.200	0.067	0.079	0.601	0.179	0.458	0.247	0.100	0.262	0.196	0.260	0.172	0.259	0.402	0.297	0.191	08/01/95-19h/seg; geração:2
36	0.358	0.280	0.300	0.026	0.123	0.571	0.275	0.528	0.304	0.100	0.301	0.196	0.316	0.263	0.381	0.511	0.358	0.257	08/01/95-23h/seg; geração:2
37	0.234	0.160	0.140	0.136	0.118	0.601	0.194	0.383	0.213	0.100	0.220	0.176	0.228	0.177	0.251	0.325	0.234	0.164	09/01/95-02h/ter; geração:2
38	0.268	0.204	0.200	0.138	0.095	0.600	0.206	0.444	0.189	0.100	0.249	0.196	0.243	0.185	0.243	0.340	0.268	0.149	09/01/95-06h/ter; geração:2
39	0.445	0.481	0.480	0.076	0.213	0.543	0.379	0.680	0.270	0.100	0.405	0.274	0.272	0.405	0.527	0.483	0.445	0.185	09/01/95-15h/ter; geração:2
40	0.371	0.404	0.360	0.081	0.118	0.600	0.302	0.541	0.146	0.100	0.320	0.275	0.260	0.251	0.385	0.505	0.371	0.211	09/01/95-19h/ter; geração:2
41	0.432	0.451	0.420	0.057	0.160	0.600	0.329	0.635	0.243	0.100	0.349	0.274	0.335	0.294	0.454	0.556	0.432	0.270	09/01/95-23h/ter; geração:2
42	0.302	0.272	0.280	0.148	0.107	0.600	0.206	0.480	0.247	0.100	0.261	0.215	0.260	0.240	0.351	0.369	0.455	0.178	10/01/95-02h/qu; geração:2
43	0.300	0.267	0.280	0.146	0.084	0.601	0.192	0.461	0.265	0.100	0.270	0.196	0.272	0.218	0.332	0.396	0.438	0.152	10/01/95-06h/qu; geração:2
44	0.487	0.557	0.560	0.055	0.230	0.600	0.390	0.702	0.299	0.100	0.454	0.353	0.286	0.434	0.556	0.563	0.700	0.164	10/01/95-15h/qu; geração:2
45	0.428	0.400	0.420	0.059	0.160	0.628	0.375	0.600	0.164	0.100	0.361	0.294	0.316	0.273	0.415	0.590	0.573	0.204	10/01/95-19h/qu; geração:2
46	0.412	0.404	0.420	0.088	0.132	0.600	0.329	0.568	0.207	0.100	0.326	0.274	0.316	0.251	0.381	0.504	0.514	0.219	10/01/95-23h/qu; geração:2
47	0.293	0.263	0.260	0.155	0.090	0.629	0.214	0.463	0.230	0.100	0.254	0.215	0.223	0.218	0.297	0.353	0.414	0.136	11/01/95-02h/qui; geração:2
48	0.297	0.260	0.280	0.153	0.073	0.600	0.218	0.466	0.225	0.100	0.262	0.215	0.243	0.196	0.241	0.382	0.417	0.120	11/01/95-06h/qui; geração:2
49	0.456	0.514	0.520	0.067	0.194	0.572	0.348	0.662	0.242	0.100	0.391	0.333	0.260	0.419	0.541	0.501	0.667	0.149	11/01/95-15h/qui; geração:2
50	0.425	0.404	0.420	0.052	0.159	0.657	0.348	0.600	0.145	0.100	0.361	0.313	0.313	0.327	0.453	0.600	0.607	0.178	11/01/95-19h/qui; geração:2
51	0.428	0.424	0.440	0.057	0.150	0.600	0.312	0.604	0.242	0.100	0.341	0.274	0.323	0.327	0.453	0.532	0.575	0.219	11/01/95-23h/qui; geração:2
52	0.304	0.266	0.260	0.155	0.090	0.628	0.218	0.457	0.230	0.100	0.255	0.215	0.240	0.163	0.278	0.339	0.412	0.134	12/01/95-02h/sex; geração:2
53	0.315	0.303	0.300	0.131	0.067	0.600	0.211	0.470	0.230	0.100	0.277	0.235	0.240	0.190	0.276	0.368	0.430	0.121	12/01/95-06h/sex; geração:2
54	0.451	0.544	0.540	0.067	0.212	0.600	0.332	0.666	0.282	0.100	0.415	0.333	0.272	0.434	0.541	0.536	0.667	0.165	12/01/95-15h/sex; geração:2
55	0.420	0.407	0.420	0.050	0.150	0.629	0.329	0.604	0.145	0.100	0.361	0.313	0.313	0.317	0.453	0.600	0.593	0.210	12/01/95-19h/sex; geração:2
56	0.415	0.456	0.440	0.055	0.141	0.600	0.312	0.594	0.185	0.100	0.335	0.294	0.331	0.317	0.473	0.538	0.573	0.233	12/01/95-23h/sex; geração:2
57	0.320	0.266	0.280	0.064	0.112	0.514	0.182	0.477	0.294	0.100	0.272	0.196	0.240	0.142	0.225	0.072	0.328	0.107	15/04/94-02h/sex; geração: 2
58	0.337	0.305	0.320	0.067	0.101	0.514	0.218	0.480	0.236	0.100	0.276	0.215	0.263	0.122	0.225	0.085	0.346	0.107	15/04/94-06h/sex; geração: 2
59	0.495	0.635	0.560	0.164	0.225	0.606	0.289	0.595	0.225	0.100	0.484	0.372	0.272	0.209	0.405	0.082	0.503	0.139	15/04/94-15h/sex; geração: 2
60	0.582	0.569	0.560	0.186	0.275	0.631	0.388	0.648	0.182	0.100	0.507	0.372	0.407	0.163	0.448	0.161	0.569	0.204	15/04/94-19h/sex; geração: 2
61	0.464	0.461	0.440	0.069	0.133	0.602	0.239	0.544	0.345	0.100	0.406	0.274	0.325	0.186	0.426	0.107	0.462	0.147	15/04/94-23h/sex; geração: 2

Geração tipo 1: geração da Us. Gov. Parigot mínima (~40MW); Geração tipo 2: geração da Us. Gov. Parigot máxima (~240MW)

CONJUNTO DE TREINAMENTO 7

Número de Padrões: 62; Número de características: 18; Grandeza: Tensão em pu em barras escolhidas - ver figura 5.4. Diversas Configurações; Dados obtidos de telemédidos.

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
00	1.000	1.047	0.985	0.970	0.970	0.971	0.971	1.009	1.013	0.971	0.970	0.940	0.956	1.021	1.021	0.971	0.956	0.950	20/10/94-02h/qui; geração:2
01	1.000	1.017	0.956	0.970	0.970	0.956	0.942	0.987	0.987	0.956	0.970	0.940	0.942	0.995	1.000	0.949	0.942	0.950	20/10/94-06h/qui; geração:2
02	1.000	1.047	0.985	0.970	0.970	0.942	0.956	1.004	1.008	0.971	0.970	0.940	0.971	1.021	1.043	0.992	0.985	0.950	20/10/94-15h/qui; geração:2
03	1.000	1.056	1.000	0.970	0.970	0.985	0.985	1.017	1.034	0.985	0.970	0.940	0.985	1.034	1.056	1.000	1.000	0.950	20/10/94-19h/qui; geração:2
04	1.000	1.047	0.985	0.970	0.970	0.971	0.971	1.008	1.026	0.985	0.970	0.940	0.985	1.021	1.047	0.992	1.000	0.950	20/10/94-23h/qui; geração:2
05	1.000	1.065	0.985	0.970	0.970	0.942	0.956	0.987	1.000	0.956	0.970	0.940	0.956	1.034	1.043	0.985	0.985	0.950	20/10/94-08h/qui; geração:2; conting. 5
06	1.000	1.047	0.956	0.970	0.970	0.913	0.927	0.943	0.947	0.956	0.970	0.940	0.956	1.008	1.021	0.963	0.956	0.950	20/10/94-10h/qui; geração:2; conting. 5
07	1.000	1.034	0.971	0.970	0.971	0.971	0.971	1.000	1.017	0.971	0.970	0.940	0.956	1.008	1.004	0.956	0.956	0.950	04/12/94-02h/dom; geração:1
08	1.000	1.034	0.971	0.970	0.971	0.971	0.971	1.004	1.021	0.971	0.970	0.940	0.956	1.013	1.017	0.963	0.971	0.950	04/12/94-06h/dom; geração:1
09	1.000	1.047	0.971	0.970	0.971	0.956	0.942	0.000	1.017	0.971	0.970	0.940	0.956	1.030	1.043	0.992	0.971	0.950	04/12/94-15h/dom; geração:2; cont. A
10	1.000	1.047	0.985	0.970	0.985	0.985	0.985	1.008	1.034	0.985	0.970	0.940	0.956	1.030	1.034	0.985	0.971	0.950	04/12/94-19h/dom; geração:1
11	1.000	1.047	0.985	0.970	0.985	0.985	0.971	1.008	1.026	0.985	0.970	0.940	0.971	1.021	1.021	0.971	0.971	0.950	04/12/94-23h/dom; geração:1
12	1.000	1.030	0.985	0.970	0.985	0.971	0.971	1.008	1.017	0.971	0.970	0.940	0.971	1.026	1.008	0.956	0.956	0.950	11/12/94-02h/dom; geração:1
13	1.000	1.030	0.985	0.970	0.971	0.956	0.971	1.004	1.004	0.971	0.970	0.940	0.956	1.017	1.004	0.956	0.971	0.950	11/12/94-06h/dom; geração:1
14	1.000	1.026	0.971	0.970	0.971	0.956	0.971	1.008	1.008	0.971	0.970	0.940	0.956	1.017	1.017	0.971	0.956	0.950	11/12/94-15h/dom; geração:2 cont. 13
15	1.000	1.021	0.971	0.970	0.971	0.956	0.956	1.004	1.004	0.956	0.970	0.940	0.942	1.013	1.017	0.971	0.956	0.950	11/12/94-19h/dom; geração:1
16	1.000	1.039	0.985	0.970	0.971	0.956	0.971	1.008	1.008	0.971	0.970	0.940	0.971	1.008	1.008	0.963	0.956	0.950	11/12/94-23h/dom; geração:1
17	1.000	1.043	0.985	0.970	0.970	0.956	0.971	1.013	1.013	0.956	0.970	0.940	0.956	1.008	1.013	0.963	0.942	0.950	13/12/94-02h/ter; geração:2
18	1.000	1.034	0.971	0.970	0.970	0.956	0.956	1.008	1.008	0.956	0.970	0.940	0.956	1.008	1.017	0.971	0.971	0.950	13/12/94-06h/ter; geração:2
19	1.000	1.039	0.985	0.970	0.970	0.942	0.956	0.995	0.995	0.971	0.970	0.940	0.971	1.004	1.034	0.963	0.971	0.950	13/12/94-15h/ter; geração:2
20	1.000	1.052	1.000	0.970	0.970	0.971	0.985	1.013	1.026	0.985	0.970	0.940	0.985	1.026	1.034	0.963	0.971	0.950	13/12/94-19h/ter; geração:2
21	1.000	1.039	0.985	0.970	0.970	0.956	0.956	1.004	1.013	1.000	0.970	0.940	0.971	1.013	1.043	0.971	1.000	0.950	13/12/94-23h/ter; geração:2
22	1.000	1.047	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.013	1.021	0.971	0.971	0.940	0.971	1.021	1.017	1.007	0.985	0.950	06/01/95-02h/sab; geração:2
23	1.000	1.004	0.956	0.942	0.970	0.942	0.956	0.987	0.991	0.956	0.956	0.940	0.942	0.991	1.008	0.978	0.971	0.950	06/01/95-06h/sab; geração:2
24	1.000	1.043	0.971	0.942	0.970	0.942	0.956	1.004	1.013	0.956	0.956	0.940	0.956	1.013	1.039	1.014	1.000	0.950	06/01/95-15h/sab; geração:2
25	1.000	1.047	1.000	0.985	0.970	0.971	0.985	1.013	1.034	0.985	0.985	0.940	0.985	1.030	1.052	1.007	1.000	0.950	06/01/95-19h/sab; geração:2
26	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.013	1.026	0.971	0.971	0.940	0.971	1.026	1.043	1.007	1.000	0.950	06/01/95-23h/sab; geração:2
27	1.000	1.034	0.971	0.956	0.970	0.956	0.971	1.008	1.008	0.971	0.971	0.940	0.956	1.008	1.004	0.978	1.000	0.950	07/01/95-02h/dom; geração:2
28	1.000	1.030	0.971	0.956	0.970	0.956	0.971	1.004	1.008	0.971	0.971	0.940	0.956	1.008	1.004	0.978	1.000	0.950	07/01/95-06h/dom; geração:2
29	1.000	1.047	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.008	1.017	0.971	0.971	0.940	0.971	1.017	1.008	0.978	1.029	0.950	07/01/95-15h/dom; geração:2
30	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.008	1.017	0.971	0.971	0.940	0.971	1.017	1.017	1.000	1.043	0.950	07/01/95-19h/dom; geração:2
31	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.971	0.985	1.008	1.026	0.985	0.985	0.940	0.971	1.021	1.043	1.014	1.058	0.950	07/01/95-23h/dom; geração:2

Contingência A - barra 230 kV de Campo Comprido desligada.

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
32	1.000	1.034	0.985	0.971	0.970	0.956	0.971	1.008	1.017	0.971	0.971	0.940	0.971	1.017	1.021	1.014	1.043	0.950	08/01/95-02h/seg; geração:2
33	1.000	1.034	0.971	0.971	0.970	0.956	0.971	1.004	1.013	0.971	0.971	0.940	0.956	1.017	1.013	0.978	1.014	0.950	08/01/95-06h/seg; geração:2
34	1.000	1.021	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.004	1.008	0.971	0.971	0.940	0.956	1.013	1.017	0.978	1.029	0.950	08/01/95-15h/seg; geração:2
35	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.008	1.021	0.971	0.971	0.940	0.956	1.030	1.021	0.978	1.029	0.950	08/01/95-19h/seg; geração:2
36	1.000	1.030	0.971	0.971	0.970	0.956	0.971	1.004	1.013	0.971	0.971	0.940	0.956	1.008	1.021	1.000	1.043	0.950	08/01/95-23h/seg; geração:2
37	1.000	1.034	0.971	0.971	0.970	0.971	0.971	1.004	1.017	0.971	0.971	0.940	0.956	1.017	1.013	0.985	1.014	0.950	09/01/95-02h/ter; geração:2
38	1.000	1.034	0.971	0.971	0.970	0.971	0.971	1.004	1.017	0.971	0.971	0.940	0.956	1.021	1.017	0.978	1.000	0.950	09/01/95-06h/ter; geração:2
39	1.000	1.056	0.985	0.956	0.970	0.956	0.971	1.013	1.030	0.971	0.971	0.940	0.971	1.026	1.047	0.971	1.029	0.950	09/01/95-15h/ter; geração:2
40	1.000	1.039	0.985	0.971	0.970	0.971	0.985	1.013	1.026	0.985	0.985	0.940	0.971	1.021	1.034	1.007	1.043	0.950	09/01/95-19h/ter; geração:2
41	1.000	1.047	0.985	0.971	0.970	0.956	0.971	1.013	1.026	0.971	0.985	0.940	0.971	1.026	1.039	1.000	1.043	0.950	09/01/95-23h/ter; geração:2
42	1.000	1.034	0.971	0.956	0.970	0.956	0.971	1.008	1.017	0.985	0.971	0.940	0.971	1.017	1.026	0.992	1.000	0.950	10/01/95-02h/qu; geração:2
43	1.000	1.004	0.956	0.942	0.970	0.942	0.956	0.991	0.995	0.956	0.956	0.940	0.942	0.995	1.008	0.985	1.000	0.950	10/01/95-06h/qu; geração:2
44	1.000	1.047	0.971	0.942	0.970	0.942	0.956	1.000	1.017	0.971	0.971	0.940	0.971	1.017	1.043	1.000	1.029	0.950	10/01/95-15h/qu; geração:2
45	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.971	0.985	1.013	1.026	0.971	0.985	0.940	0.971	1.021	1.039	1.021	1.029	0.950	10/01/95-19h/qu; geração:2
46	1.000	1.047	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.008	1.026	0.971	0.985	0.940	0.971	1.026	1.034	1.014	1.029	0.950	10/01/95-23h/qu; geração:2
47	1.000	1.034	0.971	0.956	0.970	0.956	0.956	1.004	1.017	0.956	0.971	0.940	0.956	1.017	1.021	0.978	1.014	0.950	11/01/95-02h/qui; geração:2
48	1.000	1.026	0.971	0.956	0.970	0.956	0.956	1.000	1.004	0.956	0.956	0.940	0.956	1.008	1.013	0.971	1.000	0.950	11/01/95-06h/qui; geração:2
49	1.000	1.056	1.000	0.971	0.970	0.971	0.971	1.017	1.034	0.971	0.985	0.940	0.985	1.030	1.043	0.992	1.000	0.950	11/01/95-15h/qui; geração:2
50	1.000	1.043	1.000	0.971	0.970	0.971	0.985	1.013	1.030	0.985	0.985	0.940	0.985	1.026	1.047	1.007	1.000	0.950	11/01/95-19h/qui; geração:2
51	1.000	1.034	0.985	0.956	0.970	0.971	0.971	1.008	1.021	0.971	0.985	0.940	0.971	1.017	1.039	0.992	1.000	0.950	11/01/95-23h/qui; geração:2
52	1.000	1.034	0.985	0.971	0.970	0.956	0.971	1.004	1.021	0.971	0.971	0.940	0.956	1.021	1.030	0.985	1.000	0.950	12/01/95-02h/sex; geração:2
53	1.000	1.017	0.971	0.942	0.970	0.956	0.956	0.995	1.000	0.956	0.956	0.940	0.942	1.004	1.008	0.978	1.000	0.950	12/01/95-06h/sex; geração:2
54	1.000	1.052	0.985	0.956	0.970	0.942	0.956	1.008	1.021	0.956	0.971	0.940	0.971	1.021	1.043	0.992	1.000	0.950	12/01/95-15h/sex; geração:2
55	1.000	1.052	1.000	0.971	0.970	0.971	0.985	1.013	1.030	0.985	0.985	0.940	0.985	1.026	1.043	1.007	1.000	0.950	12/01/95-19h/sex; geração:2
56	1.000	1.043	0.985	0.956	0.970	0.956	0.971	1.008	1.021	0.971	0.971	0.940	0.971	1.021	1.030	1.014	1.000	0.950	12/01/95-23h/sex; geração:2
57	1.000	1.030	0.971	0.956	0.971	0.956	0.971	0.995	0.991	0.971	0.971	0.940	0.956	1.008	1.004	0.971	0.956	0.950	15/04/94-02h/sex; geração:2
58	1.000	1.026	0.971	0.956	0.971	0.956	0.956	0.987	0.987	0.971	0.971	0.940	0.956	1.004	1.004	0.971	0.956	0.950	15/04/94-06h/sex; geração:2
59	1.000	1.056	1.014	0.985	1.000	0.971	0.985	1.004	1.004	1.000	1.000	0.940	0.985	1.026	1.039	0.992	1.000	0.950	15/04/94-15h/sex; geração:2
60	1.000	1.043	1.000	0.971	0.985	0.971	0.985	0.995	0.991	1.000	0.985	0.940	0.985	1.013	1.026	0.992	1.000	0.950	15/04/94-19h/sex; geração:2
61	1.000	1.034	1.000	0.971	1.000	0.971	0.985	0.995	0.995	1.000	0.985	0.940	0.985	1.008	1.021	0.992	1.000	0.950	15/04/94-23h/sex; geração:2

Geração tipo 1: geração da Us. Gov. Parigot mínima (~40MW); Geração tipo 2: geração da Us. Gov. Parigot máxima (~240MW)

CONJUNTO DE TREINAMENTO 8

Número de Padrões: 41; Número de características: 36; Grandezas: Potência Ativa (MW), Potência Reativa (Mvar), Tensão (kV) e tape nos pontos relacionados abaixo.

Sistema Completo; Dados obtidos de Simulações.

- | | |
|--|--|
| 1- LT 230 kV Umbará/Uberaba - MW | 19- TR 230/69 kV - Uberaba 1 e 2 - MW |
| 2- LT 230 kV Umbará/Uberaba - Mvar | 20- TR 230/69 kV - Uberaba 1 e 2 - Mvar |
| 3- LI 230 kV Curitiba/Umbará 1 e 2- MW | 21- Barra 230 kV - Uberaba - kV |
| 4- LI 230 kV Curitiba/Umbará 1 e 2- Mvar | 22- Barra 69 kV - Uberaba - kV |
| 5- TR 230/69 kV Umbará 1 e 2 - MW | 23- TR 23/0138 kV - Gov. Parigot de Souza - MW |
| 6- TR 230/69 kV Umbará 1 e 2 - Mvar | 24- TR 23/0138 kV - Gov. Parigot de Souza - Mvar |
| 7- Barra 69 kV - Umbará - kV | 25- Barra 230 kV - Gov. Parigot de Souza - kV |
| 8- Barra 230 kV - Curitiba - kV | 26- Barra 138 kV - Gov. Parigot de Souza - kV |
| 9- LT 230 kV Campo Comprido/Ponta Grossa Sul - MW | 27- Geração total Us. Gov. Parigot de Souza - MW |
| 10- LT 230 kV Campo Comprido/Ponta Grossa Sul - Mvar | 28- Geração total Us. Gov. Parigot de Souza - Mvar |
| 11- TR 230/69 kV Campo Comprido 1 e 2 - MW | 29- Geração total Us. Guaricana - MW |
| 12- TR 230/69 kV Campo Comprido 1 e 2 - Mvar | 30- LT 69 kV Umbará/Cidade Industrial 1 - MW |
| 13- Barra 230 kV - Campo Comprido - kV | 31- LT 69 kV Umbará/ Cidade Industrial 1 Mvar |
| 14- Barra 69 kV - Campo Comprido - kV | 32- Carga total da área de Curitiba - MW |
| 15- TR 230/69 kV - Pilarzinho - MW | 33- Carga total do sistema COPEL - MW |
| 16- TR 230/69 kV - Pilarzinho - Mvar | 34- TR 230/69 kV - Uberaba - posição de tap |
| 17- Barra 230 kV - Pilarzinho - kV | 35- TR 230/69 kV - Pilarzinho - posição de tap |
| 18- Barra 69 kV - Pilarzinho - kV | 36- TR 230/69 kV - Umbará - posição de tap |

DADOS REAIS

estado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Descrição
00	026	064	206	126	082	020	067	237	039	003	068	044	231	067	068	005	233	067	27/03/95-02h/seg
01	029	068	236	164	097	032	068	241	038	012	081	065	233	067	076	007	235	067	27/03/95-06h/seg
02	132	069	514	212	146	042	066	240	013	004	122	056	230	066	123	082	229	067	27/03/95-10h/seg
03	131	077	496	205	148	032	067	240	005	001	119	053	231	066	120	076	230	068	27/03/95-15h/seg
04	173	098	616	226	188	057	067	239	-009	010	144	051	229	065	138	053	228	066	27/03/95-19h/seg
05	127	073	471	135	138	030	067	239	022	001	107	053	232	066	092	012	234	067	27/03/95-23h/seg
06	088	075	369	136	114	022	067	238	032	004	091	042	231	067	076	004	232	067	28/03/95-02h/ter
07	089	055	371	104	120	026	066	233	024	002	095	040	228	065	082	008	229	066	28/03/95-06h/ter
08	139	088	527	236	194	068	065	239	-007	006	103	032	230	067	122	081	229	068	28/03/95-10h/ter
09	138	089	532	244	161	040	068	243	-003	010	130	038	231	067	137	105	230	069	28/03/95-15h/ter
10	183	109	658	273	200	060	067	241	-017	012	158	055	230	066	147	060	229	067	28/03/95-19h/ter
11	130	091	544	197	152	030	068	240	014	004	122	046	232	067	108	027	234	068	28/03/95-23h/ter
12	043	081	308	184	106	022	067	237	027	002	090	044	231	067	083	014	232	067	30/03/95-02h/qui
13	046	056	317	140	112	021	067	235	007	001	100	044	230	066	091	018	231	066	30/03/95-06h/qui
14	119	078	540	258	170	060	067	240	-006	018	139	053	230	066	138	078	231	067	30/03/95-10h/qui
15	120	086	518	258	164	048	067	239	-027	009	142	061	231	065	134	060	231	066	30/03/95-15h/qui
16	123	071	539	210	185	062	067	240	011	004	145	054	231	066	148	064	231	067	30/03/95-19h/qui
17	120	051	503	140	152	032	067	237	-009	003	125	046	230	066	110	032	232	067	30/03/95-23h/qui
18	046	067	320	189	110	022	067	234	019	-007	093	037	229	066	087	020	229	065	31/03/95-02h/sex
19	047	043	293	095	118	026	066	233	017	-005	101	040	228	066	094	024	229	065	31/03/95-06h/sex
20	115	086	487	240	170	058	067	240	-010	012	142	058	230	065	138	072	230	064	31/03/95-10h/sex
21	099	079	448	228	164	056	067	241	-011	006	138	056	231	066	138	072	231	065	31/03/95-15h/sex
22	130	074	554	233	192	076	068	241	001	004	148	054	232	066	148	061	232	065	31/03/95-19h/sex
23	113	052	460	126	154	026	068	240	005	007	125	046	233	067	113	034	235	066	31/03/95-23h/sex
24	044	063	308	158	110	026	067	235	003	-001	093	034	230	066	088	020	230	067	01/04/95-02h/sab
25	035	063	287	163	104	026	067	236	007	-005	090	037	230	067	085	016	230	067	01/04/95-06h/sab
26	061	042	370	140	132	034	067	240	-001	006	116	058	234	067	104	020	236	066	01/04/95-10h/sab
27	069	063	342	155	124	029	068	241	-002	002	108	052	233	067	096	012	235	067	01/04/95-15h/sab
28	122	072	518	195	176	050	068	241	000	008	144	050	232	067	136	048	233	067	01/04/95-19h/sab
29	112	063	429	121	134	020	068	240	003	004	110	041	233	068	096	012	235	067	01/04/95-23h/sab
30	044	071	240	156	096	022	067	238	-001	000	083	041	232	067	073	000	232	067	02/04/95-02h/dom
31	012	075	162	157	086	018	068	240	001	-001	080	040	234	068	072	-003	234	067	02/04/95-06h/dom

estado	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Descrição
00	092	065	234	066	029	-002	232	133	194	-030	33	09	02	380	1214	13	01	01	27/03/95-02h/seg
01	104	066	237	067	029	-003	235	135	214	-028	34	12	04	425	1374	11	01	01	27/03/95-06h/seg
02	150	094	234	066	035	007	236	133	111	055	34	28	08	624	1818	15	17	01	27/03/95-10h/seg
03	150	102	234	067	035	010	236	132	110	054	34	26	08	618	1866	20	15	01	27/03/95-15h/seg
04	189	122	230	066	049	014	233	135	118	054	34	30	08	740	2294	24	10	03	27/03/95-19h/seg
05	138	110	233	067	040	008	236	138	091	042	02	23	04	563	1742	22	01	01	27/03/95-23h/seg
06	112	093	231	067	034	004	232	135	113	000	03	20	02	434	1370	21	02	01	28/03/95-02h/ter
07	116	080	228	065	030	000	230	133	116	017	03	21	02	451	1425	19	03	01	28/03/95-06h/ter
08	164	116	231	066	033	007	234	132	112	053	02	54	14	630	1827	22	19	01	28/03/95-10h/ter
09	158	104	235	068	036	011	236	134	116	046	03	32	05	634	1928	21	24	01	28/03/95-15h/ter
10	198	128	231	066	051	016	233	137	119	053	04	36	06	760	2378	24	11	02	28/03/95-19h/ter
11	152	124	232	067	040	007	236	138	119	041	03	29	02	620	1888	25	06	01	28/03/95-23h/ter
12	114	086	232	066	035	003	231	132	211	-015	03	18	02	456	1427	19	04	01	30/03/95-02h/qui
13	120	082	232	066	032	001	235	134	213	025	03	21	01	496	1401	18	04	01	30/03/95-06h/qui
14	170	120	234	067	035	006	239	136	180	089	03	35	10	689	1929	22	14	04	30/03/95-10h/qui
15	172	128	232	067	036	009	238	135	178	085	32	33	08	706	1931	24	09	02	30/03/95-15h/qui
16	188	106	234	067	051	010	239	136	230	081	04	30	09	751	2326	19	11	05	30/03/95-19h/qui
17	148	088	233	067	041	002	237	135	127	042	03	28	04	607	1804	19	06	02	30/03/95-23h/qui
18	115	082	230	066	033	001	232	132	207	004	02	20	02	471	1428	20	06	02	31/03/95-02h/sex
19	120	072	230	066	031	000	233	133	197	035	03	21	01	473	1487	15	06	02	31/03/95-06h/sex
20	174	130	233	067	035	005	239	136	197	088	03	34	10	468	1944	24	12	04	31/03/95-10h/sex
21	166	118	235	067	037	006	240	137	214	079	34	33	09	656	1939	22	13	03	31/03/95-15h/sex
22	192	132	234	067	052	011	240	136	220	082	03	32	10	766	2308	20	10	07	31/03/95-19h/sex
23	152	098	236	068	043	005	241	137	160	062	03	28	02	591	1722	20	07	01	31/03/95-23h/sex
24	114	076	230	066	035	-001	231	132	206	001	03	19	01	484	1415	19	06	03	01/04/95-02h/sab
25	108	066	232	066	032	-004	231	133	212	-023	03	17	01	471	1411	15	06	03	01/04/95-06h/sab
26	144	080	237	066	033	001	242	138	215	053	03	21	01	565	1668	12	01	01	01/04/95-10h/sab
27	124	074	236	067	033	000	236	135	178	-012	03	20	01	523	1534	13	01	01	01/04/95-15h/sab
28	178	109	235	067	053	010	240	137	211	071	03	28	03	689	2220	20	08	04	01/04/95-19h/sab
29	134	092	235	068	043	002	237	135	115	009	03	21	00	516	1565	20	03	01	01/04/95-23h/sab
30	094	048	234	066	032	002	228	132	160	-076	03	12	-01	386	1218	09	01	01	02/04/95-02h/dom
31	090	044	236	067	028	-001	230	133	216	-075	33	10	-02	366	1175	09	01	01	02/04/95-06h/dom

estado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Descrição
32	038	060	184	145	050	015	067	238	005	-003	084	048	231	066	080	008	232	066	02/04/95-10h/dom
33	037	061	195	135	063	026	068	239	000	000	090	038	232	067	080	-001	233	067	02/04/95-15h/dom
34	138	075	504	166	081	019	068	241	-018	008	133	054	233	067	116	018	235	067	02/04/95-19h/dom
35	087	076	337	105	060	009	067	237	-027	006	104	039	231	067	090	001	232	067	02/04/95-23h/dom
36	039	050	264	164	089	034	068	237	-006	-006	078	051	229	067	074	030	228	067	15/04/95-02h/sex
37	043	041	243	118	096	032	067	236	003	-006	082	050	227	066	075	028	227	067	15/04/95-06h/sex
38	087	060	408	258	154	080	069	240	-010	009	118	050	228	067	118	086	227	068	15/04/95-10h/sex
39	078	057	403	228	136	061	070	243	-006	002	107	050	231	068	115	082	231	069	15/04/95-15h/sex
40	108	053	471	182	164	060	070	240	000	001	122	038	229	068	132	100	228	069	15/04/95-19h/sex
41	078	044	396	150	130	050	069	238	000	-006	100	038	229	068	072	060	228	069	15/04/95-23h/sex

estado	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Descrição
32	086	028	234	066	029	003	231	134	220	-029	03	04	-01	412	1247	06	01	01	02/04/95-10h/dom
33	106	50	235	066	029	003	231	133	192	-046	03	06	00	379	1213	10	01	06	02/04/95-15h/dom
34	162	109	235	067	049	010	238	137	132	039	03	24	01	616	2024	20	01	01	02/04/95-19h/dom
35	124	086	231	067	038	005	231	133	134	-025	34	18	00	479	1456	20	01	01	02/04/95-23h/dom
36	088	048	232	066	026	001	230	134	150	-015	34	13	03	463	1390	12	09	05	15/04/95-02h/sex
37	093	046	231	066	026	001	231	134	155	-005	34	15	03	434	1302	12	09	05	15/04/95-06h/sex
38	141	085	233	068	032	007	236	135	175	070	34	29	13	632	1896	20	22	13	15/04/95-10h/sex
39	130	080	236	069	033	009	239	137	179	055	34	29	15	627	1881	19	21	11	15/04/95-15h/sex
40	155	073	233	068	046	009	236	137	189	052	34	27	09	700	2100	19	21	11	15/04/95-19h/sex
41	123	066	232	068	035	002	235	137	163	041	34	22	07	598	1795	19	19	11	15/04/95-23h/sex

DADOS NORMALIZADOS

estado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Descrição
00	-0.836	-0.340	-0.829	-0.656	-0.576	-0.690	-0.200	-0.200	+1.000	-0.250	-1.000	-0.273	-0.077	+0.336	-1.000	-0.852	+0.328	+0.200	27/03/95-02h/seg
01	-0.801	-0.221	-0.709	-0.231	-0.377	-0.351	+0.200	+0.600	+0.970	+0.500	-0.713	+1.000	+0.589	+0.336	-0.800	-0.815	+0.773	+0.200	27/03/95-06h/seg
02	+0.404	-0.191	+0.403	+0.307	+0.275	-0.069	-0.600	+0.400	+0.212	-0.167	+0.197	+0.454	-0.410	-0.331	+0.375	+0.573	-0.561	+0.200	27/03/95-10h/seg
03	+0.392	+0.049	+0.331	+0.229	+0.302	-0.351	-0.200	+0.400	-0.030	-0.417	+0.131	+0.272	-0.077	-0.331	+0.300	+0.462	-0.338	+0.600	27/03/95-15h/seg
04	+0.884	+0.677	+0.811	+0.464	+0.834	+0.354	-0.200	+0.200	-0.455	+0.333	+0.686	+0.151	-0.743	-1.000	+0.750	+0.036	-0.783	-0.200	27/03/95-19h/seg
05	+0.346	-0.071	+0.231	-0.555	+0.169	-0.408	-0.200	+0.200	+0.485	-0.417	-0.136	+0.272	+0.256	-0.331	-0.400	-0.722	+0.550	+0.200	27/03/95-23h/seg
06	-0.111	-0.011	-0.177	-0.544	-0.151	-0.633	-0.200	+0.000	+0.788	-0.167	-0.491	-0.394	-0.077	+0.336	-0.800	-0.870	+0.106	+0.200	28/03/95-02h/ter
07	-0.099	-0.609	-0.169	-0.903	-0.071	-0.520	-0.600	-1.000	+0.545	-0.333	-0.402	-0.515	-1.000	-1.000	-0.650	-0.796	-0.561	-0.200	28/03/95-06h/ter
08	+0.486	+0.378	+0.455	+0.576	+0.914	+0.664	-1.000	+0.200	-0.394	+0.000	-0.225	-1.000	-0.410	+0.336	+0.350	+0.554	-0.561	+0.600	28/03/95-10h/ter
09	+0.474	+0.407	+0.475	+0.665	+0.475	-0.126	+0.200	+1.000	-0.273	+0.333	+0.375	-0.637	-0.077	+0.336	+0.725	+1.000	-0.338	+1.000	28/03/95-15h/ter
10	+1.000	+1.000	+0.979	+0.990	+1.000	+0.439	-0.200	+0.600	-0.697	-0.500	+1.000	+0.394	-0.410	-0.331	+0.975	+0.166	-0.561	+0.200	28/03/95-19h/ter
11	+0.381	+0.467	+0.523	+0.139	+0.355	-0.408	+0.200	+0.400	+0.242	-0.167	+0.197	-0.152	+0.256	+0.336	+0.000	-0.445	+0.550	+0.600	28/03/95-23h/ter
12	-0.637	+0.168	-0.421	-0.007	-0.257	-0.633	-0.200	-0.200	+0.636	-0.333	-0.513	-0.273	-0.077	+0.336	-0.625	-0.685	+0.106	+0.200	30/03/95-02h/qui
13	-0.602	-0.579	-0.385	-0.499	-0.177	-0.661	-0.200	-0.600	+0.030	-0.417	-0.291	-0.273	-0.410	-0.331	-0.425	-0.611	-0.116	-0.200	30/03/95-06h/qui
14	+0.252	+0.079	+0.507	+0.822	+0.594	+0.439	-0.200	+0.400	-0.364	+1.000	+0.575	+0.272	-0.410	-0.331	+0.750	+0.499	-0.116	+0.200	30/03/95-10h/qui
15	+0.264	+0.318	+0.419	+0.822	+0.515	+0.100	-0.200	+0.200	-1.000	+0.250	+0.641	+0.757	-0.077	-1.000	+0.650	+0.166	-0.116	-0.200	30/03/95-15h/qui
16	+0.299	-0.131	+0.503	+0.285	+0.794	+0.495	-0.200	+0.400	+0.152	-0.167	+0.708	+0.333	-0.077	-0.331	+1.000	+0.240	-0.116	+0.200	30/03/95-19h/qui
17	+0.264	-0.729	+0.359	-0.499	+0.355	-0.351	-0.200	-0.200	-0.455	-0.250	+0.264	-0.152	-0.410	-0.331	+0.050	-0.352	+0.106	+0.200	30/03/95-23h/qui
18	-0.602	-0.250	-0.373	+0.049	-0.204	-0.633	-0.200	-0.800	+0.394	-1.083	-0.447	-0.697	-0.743	-0.331	-0.525	-0.574	-0.561	-0.600	31/03/95-02h/sex
19	-0.591	-0.968	-0.481	-1.000	-0.097	-0.520	-0.600	-1.000	+0.333	-0.917	-0.269	-0.515	-1.000	-0.331	-0.350	-0.500	-0.561	-0.600	31/03/95-06h/sex
20	+0.205	+0.318	+0.295	+0.621	+0.594	+0.382	-0.200	+0.400	-0.485	+0.500	+0.641	+0.575	-0.410	-1.000	+0.750	+0.388	-0.338	-1.000	31/03/95-10h/sex
21	+0.018	+0.108	+0.139	+0.486	+0.515	+0.326	-0.200	+0.600	+0.152	+0.000	+0.553	+0.454	-0.077	-0.331	+0.750	+0.388	-0.116	-0.600	31/03/95-15h/sex
22	+0.381	-0.041	+0.563	+0.542	+0.887	+0.890	+0.200	+0.600	-0.152	-0.167	+0.775	+0.333	+0.256	-0.331	+1.000	+0.184	+0.106	-0.600	31/03/95-19h/sex
23	+0.182	-0.699	+0.187	-0.656	+0.382	-0.520	+0.200	+0.400	-0.030	+0.083	+0.264	-0.152	+0.589	+0.336	+0.125	-0.315	+0.773	-0.200	31/03/95-23h/sex
24	-0.626	-0.370	-0.421	-0.298	-0.204	-0.520	-0.200	-0.600	-0.091	-0.583	-0.447	-0.879	-0.410	-0.331	-0.500	-0.574	-0.338	+0.200	01/04/95-02h/sab
25	-0.731	-0.370	-0.505	-0.242	-0.284	-0.520	-0.200	-0.400	+0.030	-0.917	-0.513	-0.697	-0.410	+0.336	-0.575	-0.648	+0.338	+0.200	01/04/95-06h/sab
26	-0.427	-1.000	-0.173	-0.499	+0.089	-0.295	-0.200	+0.400	-0.212	+0.000	+0.064	+0.575	+0.922	+0.336	-0.100	-0.574	+1.000	-0.200	01/04/95-10h/sab
27	-0.333	-0.370	-0.285	-0.331	-0.018	-0.436	+0.200	+0.600	-0.242	-0.333	-0.114	+0.212	+0.589	+0.336	-0.300	-0.722	+0.773	+0.200	01/04/95-15h/sab
28	+0.287	-0.101	+0.419	+0.117	+0.674	+0.157	+0.200	+0.600	-0.182	+0.166	+0.686	+0.091	+0.256	+0.336	+0.700	-0.056	+0.328	+0.200	01/04/95-19h/sab
29	+0.170	-0.370	+0.063	-0.712	+0.116	-0.690	+0.200	+0.400	-0.091	-0.167	-0.069	-0.455	+0.589	+1.000	-0.300	-0.722	+0.773	+0.200	01/04/95-23h/sab
30	-0.626	-0.131	-0.693	-0.320	-0.390	-0.633	-0.200	+0.000	-0.212	-0.500	-0.669	-0.455	+0.256	+0.336	-0.875	-0.944	+0.106	+0.200	02/04/95-02h/dom
31	-1.000	-0.011	-1.000	-0.309	-0.523	-0.746	+0.200	+0.400	-0.152	-0.583	-0.735	-0.515	+0.922	+1.000	-0.900	-1.000	+0.550	+0.200	02/04/95-06h/dom

estado	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Descrição
00	-0.888	-0.291	+0.328	-0.500	-0.777	-0.800	-0.418	-0.671	+0.484	-0.442	+0.938	-0.800	-0.500	-0.920	-0.890	-0.263	-1.000	-1.000	27/03/95-02h/seg
01	-0.673	-0.271	+0.995	+0.000	-0.777	-0.900	+0.011	-0.005	+0.772	-0.418	+1.000	-0.680	-0.250	-0.690	-0.618	-0.473	-1.000	-1.000	27/03/95-06h/seg
02	+0.150	+0.266	+0.328	-0.500	-0.332	+0.100	+0.153	-0.671	-0.711	+0.587	+1.000	-0.040	+0.250	+0.325	+0.137	-0.052	+0.392	-1.000	27/03/95-10h/seg
03	+0.150	+0.420	+0.328	+0.000	-0.332	+0.400	+0.153	-1.000	-0.725	+0.575	+1.000	-0.120	+0.250	+0.294	+0.219	+0.474	+0.218	-1.000	27/03/95-15h/seg
04	+0.848	+0.804	-0.561	-0.500	+0.705	+0.800	-0.275	-0.005	-0.610	+0.575	+1.000	+0.040	+0.250	+0.916	+0.946	+0.896	-0.217	-0.666	27/03/95-19h/seg
05	-0.065	+0.574	+0.106	+0.000	+0.038	+0.200	+0.153	+1.000	-1.000	+0.429	-1.000	-0.240	-0.250	+0.013	+0.008	+0.685	-1.000	-1.000	27/03/95-23h/seg
06	-0.530	+0.247	-0.339	+0.000	-0.407	-0.200	-0.418	-0.005	-0.682	-0.079	-0.938	-0.360	-0.500	-0.645	-0.624	+0.580	-0.913	-1.000	28/03/95-02h/ter
07	-0.458	-0.003	-1.000	-1.000	-0.703	-0.600	-0.704	-0.671	-0.639	+0.127	-0.938	-0.320	-0.500	-0.558	-0.531	+0.369	-0.826	-1.000	28/03/95-06h/ter
08	+0.401	+0.689	-0.339	-0.500	-0.481	+0.100	-0.132	-1.000	-0.697	+0.563	-1.000	+1.000	+1.000	+0.355	+0.153	+0.685	+0.566	-1.000	28/03/95-10h/ter
09	+0.294	+0.458	+0.550	+0.500	-0.258	+0.500	+0.153	-0.338	-0.639	+0.478	-0.938	+0.120	-0.125	+0.376	+0.324	+0.580	+1.000	-1.000	28/03/95-15h/ter
10	+1.000	+0.919	-0.339	-0.500	+0.853	+1.000	-0.275	+0.662	-0.596	+0.563	-0.875	+0.280	+0.000	+1.000	+1.000	+0.896	-0.130	-0.833	28/03/95-19h/ter
11	+0.186	+0.842	-0.116	+0.000	+0.038	+0.100	+0.153	+1.000	-0.596	+0.417	-0.938	+0.000	-0.500	+0.350	+0.256	+1.000	-0.565	-1.000	28/03/95-23h/ter
12	-0.494	+0.113	-0.116	-0.500	-0.332	-0.300	-0.561	-1.000	+0.729	-0.260	-0.938	-0.440	-0.500	-0.532	-0.528	+0.369	-0.739	-1.000	30/03/95-02h/qui
13	-0.387	+0.036	-0.116	-0.500	-0.555	-0.500	+0.011	-0.338	+0.758	-0.224	-0.938	-0.320	-0.625	-0.328	-0.572	+0.264	-0.739	-1.000	30/03/95-06h/qui
14	+0.508	+0.766	+0.328	+0.000	-0.332	+0.000	+0.582	+0.329	+0.283	+1.000	-0.938	+0.240	+0.500	+0.656	+0.326	+0.685	+0.131	-0.500	30/03/95-10h/qui
15	+0.544	+0.919	-0.116	+0.000	-0.258	+0.300	+0.439	-0.005	+0.254	+0.950	+0.875	+0.160	+0.250	+0.743	+0.329	+0.896	-0.304	-0.833	30/03/95-15h/qui
16	+0.831	+0.497	+0.328	+0.000	+0.853	+0.400	+0.582	+0.329	+1.000	+0.901	-0.875	+0.040	+0.375	+0.972	+1.000	+0.369	-0.130	-0.332	30/03/95-19h/qui
17	+0.115	+0.115	+0.106	+0.000	+0.112	-0.400	+0.296	-0.005	-0.481	+0.429	-0.938	-0.040	-0.250	+0.238	+0.113	+0.369	-0.565	-0.833	30/03/95-23h/qui
18	-0.476	0.036	-0.561	-0.500	-0.481	-0.500	-0.418	-1.000	+0.671	-0.030	-1.000	-0.360	-0.500	-0.456	-0.526	+0.474	-0.565	-0.833	31/03/95-02h/sex
19	-0.387	-0.156	-0.561	-0.500	-0.629	-0.600	-0.275	-0.671	+0.527	+0.345	-0.938	-0.320	-0.625	-0.446	-0.426	-0.052	-0.565	-0.833	31/03/95-06h/sex
20	+0.580	+0.958	+0.106	+0.000	-0.332	-0.100	+0.582	+0.329	+0.527	+0.986	-0.938	+0.200	+0.500	-0.471	+0.351	+0.896	-0.043	-0.500	31/03/95-10h/sex
21	+0.437	+0.727	+0.550	+0.000	-0.184	+0.000	+0.725	+0.662	+0.772	+0.877	+1.000	+0.160	+0.375	+0.488	+0.343	+0.685	+0.044	-0.666	31/03/95-15h/sex
22	+0.902	+0.996	+0.773	+0.500	+0.927	+0.500	+0.725	-0.671	+0.859	+0.913	-0.938	+0.120	+0.500	+1.000	+0.970	+0.474	-0.217	+0.002	31/03/95-19h/sex
23	+0.186	+0.343	+0.773	+0.500	+0.260	-0.100	+0.868	+0.662	-0.005	+0.671	-0.938	-0.040	-0.500	+0.156	-0.026	+0.474	-0.478	-1.000	31/03/95-23h/sex
24	-0.494	-0.079	-0.561	-0.500	-0.332	-0.700	-0.561	-1.000	+0.657	-0.067	-0.938	-0.400	-0.625	-0.390	-0.548	+0.369	-0.565	-0.666	01/04/95-02h/sab
25	-0.602	-0.271	-0.116	-0.500	-0.555	-1.000	-0.561	-0.671	+0.743	-0.357	-0.938	-0.480	-0.625	-0.456	-0.555	-0.052	-0.565	-0.666	01/04/95-06h/sab
26	+0.043	-0.003	+1.000	-0.500	-0.481	-0.700	+1.000	+1.000	+0.787	+0.563	-0.938	-0.320	-0.625	+0.024	-0.118	-0.368	-1.000	-1.000	01/04/95-10h/sab
27	-0.315	-0.118	+0.773	+0.000	-0.481	-0.600	+0.153	-0.005	+0.254	-0.224	-0.938	-0.360	-0.625	-0.191	-0.346	-0.263	-1.000	-1.000	01/04/95-15h/sab
28	+0.652	+0.554	+0.550	+0.000	+1.000	+0.400	+0.725	+0.662	+0.729	+0.780	-0.938	-0.040	-0.375	+0.656	+0.821	+0.474	-0.391	-0.500	01/04/95-19h/sab
29	-0.136	+0.228	+0.550	+0.500	+0.260	-0.400	+0.296	-0.005	-0.653	+0.030	-0.938	-0.320	-0.750	-0.226	-0.293	+0.474	-0.826	-1.000	01/04/95-23h/sab
30	-0.852	-0.617	+0.328	-0.500	-0.555	-0.400	-1.000	-1.000	-0.005	-1.000	-0.938	-0.680	-0.875	-0.889	-0.883	-0.684	-1.000	-1.000	02/04/95-02h/dom
31	-0.924	-0.694	+0.773	+0.000	-0.851	-0.700	-0.704	-0.671	+0.801	-0.986	+0.938	-0.760	-1.000	-0.991	-0.956	-0.684	-1.000	-1.000	02/04/95-06h/dom

estado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Descrição
32	-0.696	-0.460	-0.917	-0.443	-1.000	-0.831	-0.200	+0.000	-0.030	-0.750	-0.646	-0.031	-0.077	-0.331	-0.700	-0.796	+0.106	-0.200	02/04/95-10h/dom
33	-0.708	-0.430	-0.873	-0.555	-0.829	-0.520	+0.200	+0.200	-0.182	-0.500	-0.513	-0.637	+0.256	+0.336	-0.700	-0.963	+0.328	+0.200	02/04/95-15h/dom
34	+0.474	-0.011	+0.363	-0.208	-0.589	-0.718	+0.200	+0.600	-0.727	+0.166	+0.442	+0.333	+0.589	+0.336	+0.200	-0.611	+0.773	+0.200	02/04/95-19h/dom
35	-0.123	+0.019	-0.305	-0.891	-0.869	-1.000	-0.200	-0.200	-1.000	+0.000	-0.202	-0.576	-0.077	+0.336	-0.450	-0.926	+0.106	+0.200	02/04/95-23h/dom
36	-0.684	-0.759	-0.597	-0.231	-0.483	-0.295	+0.200	-0.200	-0.364	-1.000	-0.780	+0.151	-0.743	+0.336	-0.850	-0.389	-0.783	+0.200	15/04/95-02h/sex
37	-0.637	-1.000	-0.681	-0.746	-0.390	-0.351	-0.200	-0.400	-0.091	-1.000	-0.691	+0.091	-1.000	-0.331	-0.825	-0.426	-1.000	+0.200	15/04/95-06h/sex
38	-0.123	-0.460	-0.021	+0.822	+0.382	+1.000	+0.600	+0.400	-0.485	+0.250	+0.109	+0.091	-1.000	+0.336	+0.250	+0.647	-1.000	+0.600	15/04/95-10h/sex
39	-0.228	-0.549	-0.041	+0.486	+0.142	+0.467	+1.000	+1.000	-0.364	-0.333	-0.136	+0.091	-0.077	+1.000	+0.175	+0.573	-0.116	+1.000	15/04/95-15h/sex
40	+0.123	-0.669	+0.231	-0.029	+0.515	+0.439	+1.000	+0.400	-0.182	-0.417	+0.197	-0.637	-0.743	+1.000	+0.600	+0.906	-0.783	+1.000	15/04/95-19h/sex
41	-0.228	-0.938	-0.069	-0.387	+0.062	+0.157	+0.600	+0.000	-0.182	-1.000	-0.291	-0.637	-0.743	+1.000	-0.900	+0.166	-0.783	+1.000	15/04/95-23h/sex

estado	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Descrição
32	-0.995	-1.000	+0.328	-0.500	-0.777	-0.300	-0.561	-0.338	+0.859	-0.430	-0.938	-1.000	-0.875	-0.741	-0.834	-1.000	-1.000	-1.000	02/04/95-10h/dom
33	-0.637	-0.579	+0.550	-0.500	-0.777	-0.300	-0.561	-0.671	+0.455	-0.635	-0.938	-0.920	-0.750	-0.925	-0.891	-0.579	-1.000	-0.165	02/04/95-15h/dom
34	+0.365	+0.554	+0.550	+0.000	+0.705	+0.400	+0.439	+0.662	-0.409	+0.393	-0.938	-0.200	-0.625	+0.284	+0.487	+0.474	-1.000	-1.000	02/04/95-19h/dom
35	-0.315	+0.113	-0.339	+0.000	-0.110	-0.010	-0.561	-0.671	-0.380	-0.381	+1.000	-0.440	-0.750	-0.415	-0.478	+0.474	-1.000	-1.000	02/04/95-23h/dom
36	-0.960	-0.617	-0.116	-0.500	-1.000	-0.500	-0.704	-0.338	-0.149	-0.260	+1.000	-0.640	-0.375	-0.497	-0.590	-0.368	-0.304	-0.332	15/04/95-02h/sex
37	-0.870	-0.655	-0.339	-0.500	-1.000	-0.500	-0.561	-0.338	-0.077	-0.139	+1.000	-0.560	-0.375	-0.645	-0.740	-0.368	-0.304	-0.332	15/04/95-06h/sex
38	-0.011	+0.094	+0.106	+0.500	-0.555	+0.100	+0.153	-0.005	+0.211	+0.768	+1.000	+0.000	+0.875	+0.365	+0.270	+0.474	+0.827	+1.000	15/04/95-10h/sex
39	-0.208	-0.003	+0.773	+1.000	-0.481	+0.300	+0.582	+0.662	+0.268	+0.587	+1.000	-0.040	+1.000	+0.340	+0.244	+0.369	+0.740	+0.670	15/04/95-15h/sex
40	+0.240	-0.137	+0.106	+0.500	+0.483	+0.300	+0.153	+0.662	+0.412	+0.550	+1.000	-0.080	+0.125	+0.712	+0.617	+0.369	+0.740	+0.670	15/04/95-19h/sex
41	-0.333	-0.271	-0.116	+0.500	-0.332	-0.400	+0.011	+0.662	+0.038	+0.417	+1.000	-0.280	+0.125	+0.192	+0.098	+0.369	+0.566	+0.670	15/04/95-23h/sex



CONJUNTO DE TREINAMENTO 9

Número de Padrões: 41; Número de características: 28.

Grandezas: Tensão em pu nas barras escolhidas e Fluxos em MVA/MVA_{limite} nos pontos relacionados abaixo.

Dados obtidos de Simulações durante desligamento geral programado da Us. Gov. Parigot de Souza.

- | | |
|--|--|
| 1- TR-A 230/69 kV Umbará | 15- LT 69 kV Umbará/Pinheirinho |
| 2- LT 69 kV Umbará/Cidade Industrial 1 | 16- LT 230 kV Umbará/Uberaba |
| 3- LT 69 kV Umbará/ Cidade Industrial 2 | 17- LT 230 kV Umbará/Campo Comprido |
| 4- LT 69 kV Barigui/Cidade Industrial 1 | 18- LT 230 kV Campo Comprido/Pilarzinho |
| 5- LT 69 kV Barigui/Santa Quitéria 1 | 19- LT 230 kV Pilarzinho/Gov. Parigot de Souza |
| 6- LT 69 kV Santa Quitéria/Guaricana 1 | 20- LT 230 kV Uberaba/Gov. Parigot de Souza |
| 7- LT 69 kV Campo Comprido/Barigui 1 | 21- Barra 230 kV - Umbará |
| 8- TR-1 230/69 kV Campo Comprido | 22- Barra 69 kV - Umbará |
| 9- LT 69 kV Campo Comprido/Rio Branco do Sul | 23- Barra 69 kV - Santa Quitéria |
| 10- LT 69 kV Atuba/Colombo | 24- Barra 69 kV - Campo Comprido |
| 11- TR-A 230/69 kV - Pilarzinho | 25- Barra 230 kV - Pilarzinho |
| 12- LT 69 kV Pilarzinho/Atuba 1 | 26- Barra 69 kV - Pilarzinho |
| 13- LT 69 kV Atuba/Uberaba 1 | 27- Barra 69 kV - Atuba |
| 14- TR-A 230/69 kV - Uberaba | 28- Barra 69 kV - Uberaba |

estado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Descrição
00	0.639	0.840	0.840	0.440	0.263	0.230	0.081	0.306	0.277	0.403	0.141	0.141	0.652	0.493	19/07/95 - 02h/qu
01	0.464	0.522	0.522	0.136	0.275	0.230	0.319	0.604	0.277	0.304	0.260	0.221	0.206	0.391	19/07/95 - 06h/qu
02	0.701	0.820	0.844	0.237	0.501	0.208	0.472	0.782	0.322	0.437	0.434	0.241	0.430	0.624	19/07/95 - 10h/qu
03	0.624	0.723	0.723	0.167	0.356	0.218	0.376	0.752	0.345	0.437	0.396	0.242	0.495	0.618	19/07/95 - 15h/qu
04	0.728	0.764	0.764	0.256	0.488	0.304	0.562	0.892	0.219	0.177	0.471	0.424	0.461	0.765	19/07/95 - 19h/qu
05	0.533	0.601	0.601	0.179	0.325	0.304	0.395	0.707	0.305	0.334	0.327	0.278	0.389	0.586	19/07/95 - 23h/qu
06	0.442	0.502	0.502	0.206	0.292	0.230	0.330	0.600	0.277	0.301	0.253	0.204	0.152	0.365	20/07/95 - 02h/qui
07	0.453	0.510	0.510	0.160	0.294	0.230	0.350	0.586	0.253	0.250	0.253	0.243	0.152	0.378	20/07/95 - 06h/qui
08	0.634	0.762	0.762	0.194	0.513	0.230	0.555	0.802	0.282	0.372	0.441	0.301	0.361	0.653	20/07/95 - 10h/qui
09	0.602	0.744	0.744	0.196	0.500	0.208	0.493	0.763	0.265	0.381	0.443	0.263	0.361	0.632	20/07/95 - 15h/qui
10	0.768	0.804	0.804	0.301	0.558	0.229	0.588	0.861	0.203	0.152	0.539	0.525	0.202	0.637	20/07/95 - 19h/qui
11	0.609	0.663	0.663	0.208	0.426	0.230	0.418	0.668	0.318	0.329	0.435	0.422	0.247	0.430	20/07/95 - 23h/qui
12	0.458	0.480	0.480	0.160	0.278	0.230	0.298	0.550	0.287	0.300	0.285	0.328	0.236	0.317	21/07/95 - 02h/sex
13	0.477	0.500	0.500	0.146	0.278	0.230	0.322	0.565	0.270	0.275	0.285	0.322	0.177	0.339	21/07/95 - 06h/sex
14	0.817	0.907	0.907	0.289	0.588	0.230	0.532	0.835	0.332	0.388	0.603	0.533	0.257	0.568	21/07/95 - 10h/sex
15	0.742	0.809	0.809	0.251	0.525	0.230	0.488	0.788	0.375	0.443	0.586	0.500	0.292	0.530	21/07/95 - 15h/sex
16	0.761	0.781	0.781	0.299	0.588	0.230	0.573	0.820	0.201	0.158	0.573	0.583	0.280	0.557	21/07/95 - 19h/sex
17	0.595	0.641	0.641	0.234	0.439	0.230	0.404	0.674	0.322	0.354	0.426	0.416	0.266	0.426	21/07/95 - 23h/sex
18	0.372	0.393	0.393	0.170	0.252	0.230	0.276	0.470	0.172	0.177	0.228	0.228	0.177	0.268	24/07/95 - 02h/seg
19	0.430	0.464	0.464	0.153	0.270	0.230	0.298	0.528	0.213	0.202	0.260	0.272	0.177	0.308	24/07/95 - 06h/seg
20	0.696	0.773	0.773	0.189	0.458	0.230	0.465	0.727	0.260	0.334	0.516	0.453	0.247	0.465	24/07/95 - 10h/seg
21	0.826	0.762	0.762	0.270	0.421	0.437	0.465	0.755	0.207	0.127	0.589	0.581	0.212	0.582	24/07/95 - 15h/seg
22	0.936	1.217	1.217	0.995	0.567	0.000	0.045	0.294	0.142	0.158	0.373	0.313	1.089	0.523	24/07/95 - 19h/seg
23	0.803	1.200	1.200	0.727	0.276	0.308	0.057	0.219	0.103	0.226	0.339	0.297	0.696	0.492	24/07/95 - 23h/seg
24	0.429	0.500	0.500	0.139	0.275	0.174	0.303	0.537	0.270	0.301	0.279	0.272	0.180	0.316	26/07/95 - 02h/qu
25	0.455	0.522	0.522	0.146	0.300	0.202	0.312	0.573	0.270	0.301	0.297	0.305	0.168	0.336	26/07/95 - 06h/qu
26	0.650	0.844	0.844	0.273	0.281	0.432	0.206	0.880	0.239	0.443	0.628	0.453	0.326	0.502	26/07/95 - 10h/qu
27	0.701	0.862	0.862	0.328	0.268	0.432	0.115	0.886	0.225	0.404	0.437	0.190	0.485	0.579	26/07/95 - 15h/qu
28	0.877	1.016	1.016	0.512	0.563	0.230	0.372	0.997	0.142	0.250	0.704	0.468	0.276	0.700	26/07/95 - 19h/qu
29	0.581	0.691	0.691	0.208	0.451	0.200	0.416	0.699	0.225	0.250	0.327	0.260	0.372	0.566	26/07/95 - 23h/qu
30	0.419	0.480	0.480	0.120	0.275	0.200	0.298	0.569	0.260	0.304	0.233	0.181	0.236	0.388	27/07/95 - 02h/qui
31	0.446	0.520	0.520	0.129	0.300	0.200	0.312	0.577	0.247	0.276	0.262	0.221	0.214	0.406	27/07/95 - 06h/qui

estado	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Descrição
00	0.400	0.989	0.000	0.195	0.324	0.444	1.048	0.971	0.957	0.957	0.983	0.957	0.957	0.957	19/07/95 - 02h/quá
01	0.381	0.573	0.847	0.388	0.019	0.144	1.017	0.971	0.957	0.971	1.000	0.957	0.957	0.957	19/07/95 - 06h/quá
02	0.601	0.867	1.102	0.415	0.016	0.162	1.039	0.986	0.957	0.971	0.987	0.971	0.971	0.971	19/07/95 - 10h/quá
03	0.583	0.831	1.013	0.591	0.022	0.148	1.048	1.000	0.971	0.971	1.009	0.986	0.986	1.000	19/07/95 - 15h/quá
04	0.911	1.052	1.179	0.779	0.065	0.191	1.048	0.986	0.957	0.971	0.996	0.971	0.986	0.986	19/07/95 - 19h/quá
05	0.544	0.782	0.948	0.530	0.041	0.159	1.048	0.986	0.971	0.986	1.017	0.971	0.986	0.986	19/07/95 - 23h/quá
06	0.341	0.549	0.841	0.373	0.022	0.148	1.039	0.971	0.971	0.971	1.013	0.971	0.971	0.957	20/07/95 - 02h/quá
07	0.381	0.560	0.854	0.383	0.028	0.144	1.039	0.986	0.971	0.986	1.017	0.971	0.971	0.957	20/07/95 - 06h/quá
08	0.585	0.896	1.128	0.651	0.016	0.162	1.039	0.971	0.942	0.957	0.987	0.957	0.957	0.971	20/07/95 - 10h/quá
09	0.534	0.868	1.070	0.643	0.012	0.154	1.057	1.000	0.971	0.986	1.004	1.000	1.000	1.000	20/07/95 - 15h/quá
10	0.901	0.944	1.189	0.833	0.028	0.216	1.048	1.000	0.971	0.986	0.991	1.000	0.986	0.986	20/07/95 - 19h/quá
11	0.612	0.688	1.016	0.585	0.063	0.198	1.043	1.000	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	0.971	20/07/95 - 23h/quá
12	0.412	0.513	0.825	0.380	0.053	0.151	1.039	1.000	0.986	0.986	1.017	1.000	0.986	0.971	21/07/95 - 02h/sex
13	0.418	0.529	0.813	0.395	0.053	0.145	1.030	0.986	0.986	0.986	1.009	0.986	0.986	0.957	21/07/95 - 06h/sex
14	0.800	0.861	1.233	0.817	0.094	0.212	1.043	1.000	0.957	0.971	0.974	0.986	0.971	0.957	21/07/95 - 10h/sex
15	0.718	0.811	1.168	0.779	0.094	0.206	1.057	1.014	0.986	0.986	0.991	1.000	1.000	0.986	21/07/95 - 15h/sex
16	0.937	0.862	1.163	0.824	0.061	0.227	1.048	1.000	0.986	0.986	0.991	1.000	1.000	0.971	21/07/95 - 19h/sex
17	0.592	0.674	1.009	0.575	0.059	0.191	1.043	1.000	0.986	1.000	1.004	1.000	1.000	0.971	21/07/95 - 23h/sex
18	0.286	0.444	0.724	0.317	0.039	0.142	1.035	0.986	0.986	0.986	1.017	0.986	0.986	0.971	24/07/95 - 02h/seg
19	0.369	0.492	0.776	0.359	0.039	0.142	1.039	1.000	0.986	0.986	1.017	0.986	0.986	0.971	24/07/95 - 06h/seg
20	0.651	0.738	1.165	0.661	0.097	0.214	1.048	1.000	0.971	0.986	0.991	0.986	0.971	0.971	24/07/95 - 10h/seg
21	1.067	0.898	1.228	0.843	0.065	0.236	1.048	1.014	0.986	0.986	0.983	1.000	0.986	0.986	24/07/95 - 15h/seg
22	0.969	1.146	0.000	0.168	0.394	0.563	1.030	1.000	0.942	0.942	0.904	0.971	0.971	0.942	24/07/95 - 19h/seg
23	0.805	1.079	0.000	0.198	0.379	0.527	1.048	1.029	0.986	0.971	0.935	1.000	1.000	0.986	24/07/95 - 23h/seg
24	0.369	0.509	0.866	0.369	0.051	0.165	1.043	1.000	0.986	0.986	1.013	0.986	0.986	0.971	26/07/95 - 02h/quá
25	0.404	0.545	0.887	0.395	0.060	0.158	1.035	0.986	0.971	0.986	1.004	0.986	0.986	0.957	26/07/95 - 06h/quá
26	0.690	0.754	1.018	0.854	0.087	0.187	1.048	1.000	0.957	0.971	0.983	0.986	0.986	0.971	26/07/95 - 10h/quá
27	0.612	0.784	0.880	0.653	0.010	0.131	1.057	1.029	0.971	0.986	1.017	0.986	1.000	1.000	26/07/95 - 15h/quá
28	0.961	1.012	1.098	1.095	0.041	0.204	1.000	0.986	0.957	0.957	0.930	0.986	0.986	0.971	26/07/95 - 19h/quá
29	0.581	0.773	0.964	0.513	0.036	0.159	1.057	1.014	1.000	1.000	1.030	0.986	1.000	1.000	26/07/95 - 23h/quá
30	0.320	0.557	0.802	0.363	0.006	0.139	1.043	1.000	0.986	0.986	1.026	0.986	0.986	0.986	27/07/95 - 02h/quá
31	0.380	0.590	0.877	0.382	0.019	0.143	1.048	1.000	0.986	0.986	1.017	0.986	0.986	0.986	27/07/95 - 06h/quá

estado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Descrição
32	0.730	0.835	0.835	0.246	0.452	0.200	0.400	0.754	0.305	0.372	0.409	0.263	0.335	0.532	27/07/95 - 10h/qui
33	0.654	0.791	0.791	0.227	0.439	0.200	0.387	0.708	0.300	0.404	0.433	0.243	0.335	0.546	27/07/95 - 15h/qui
34	0.917	1.067	1.067	0.543	0.613	0.257	0.372	0.998	0.131	0.226	0.729	0.546	0.292	0.652	27/07/95 - 19h/qui
35	0.654	0.829	0.829	0.356	0.425	0.257	0.245	1.002	0.225	0.378	0.517	0.384	0.280	0.479	27/07/95 - 23h/qui
36	0.437	0.480	0.480	0.144	0.275	0.230	0.313	0.559	0.287	0.304	0.304	0.300	0.177	0.319	28/07/95 - 02h/sex
37	0.463	0.520	0.520	0.158	0.288	0.230	0.334	0.581	0.247	0.275	0.307	0.316	0.195	0.339	28/07/95 - 06h/sex
38	0.725	0.830	0.830	0.232	0.476	0.230	0.444	0.740	0.300	0.372	0.471	0.340	0.225	0.502	28/07/95 - 10h/sex
39	0.670	0.810	0.810	0.225	0.454	0.230	0.400	0.690	0.278	0.414	0.407	0.215	0.478	0.619	28/07/95 - 15h/sex
40	0.833	0.912	0.912	0.411	0.400	0.437	0.277	1.028	0.150	0.226	0.573	0.382	0.451	0.755	28/07/95 - 19h/sex

estado	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Descrição
32	0.754	0.776	1.085	0.573	0.031	0.168	1.043	1.000	0.971	0.971	1.000	0.971	0.971	0.971	27/07/95 - 10h/qui
33	0.603	0.784	1.059	0.604	0.031	0.164	1.057	1.029	0.986	1.000	1.009	1.000	1.000	1.000	27/07/95 - 15h/qui
34	1.020	0.967	1.149	1.086	0.072	0.224	1.022	1.014	0.971	0.971	0.952	1.000	0.986	0.986	27/07/95 - 19h/qui
35	0.602	0.728	0.964	0.718	0.061	0.180	1.043	1.014	0.986	0.986	1.000	1.000	1.000	0.986	27/07/95 - 23h/qui
36	0.374	0.511	0.811	0.399	0.059	0.154	1.039	0.986	0.986	0.971	1.009	0.986	0.971	0.957	28/07/95 - 02h/sex
37	0.412	0.538	0.857	0.403	0.062	0.156	1.022	0.971	0.957	0.971	0.996	0.971	0.957	0.942	28/07/95 - 06h/sex
38	0.728	0.740	1.046	0.638	0.064	0.171	1.039	1.014	0.971	0.971	0.991	0.986	0.971	0.971	28/07/95 - 10h/sex
39	0.581	0.839	0.991	0.605	0.017	0.144	1.048	1.029	0.986	1.000	1.004	1.000	1.000	1.014	28/07/95 - 15h/sex
40	0.921	1.044	1.114	0.919	0.050	0.183	1.048	1.000	0.957	0.971	0.991	0.986	0.986	1.000	28/07/95 - 19h/sex

CONJUNTO DE TREINAMENTO 10

Número de Padrões: 160; Número de características: 36; Grandezas: Tensão em pu nas barras escolhidas e potência nos circuitos escolhidos (MVA/MVA_{limite}) - ver figura 5.4; Sistema Completo; Sistema com contingências. Dados obtidos de simulações e de telemédias.

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
00	1.000	1.004	1.000	0.958	0.978	0.947	0.969	0.972	0.953	0.996	0.987	0.967	1.000	0.971	0.987	1.000	1.002	0.970	carga:1.00; geração: 1
01	0.995	0.997	1.000	0.953	0.976	0.942	0.962	0.965	0.947	0.990	0.982	0.960	1.000	0.960	0.981	1.000	1.001	0.978	carga:1.05; geração: 1
02	0.988	1.000	0.999	0.949	0.973	0.937	0.959	0.965	0.946	0.986	0.978	0.955	0.997	0.961	0.984	1.000	1.003	0.967	carga:1.10; geração: 1
03	0.981	0.997	1.001	0.946	0.972	0.934	0.955	0.962	0.943	0.982	0.975	0.950	0.999	0.954	0.979	1.000	1.000	0.962	carga:1.15; geração: 1
04	0.972	0.999	1.001	0.941	0.970	0.929	0.950	0.960	0.939	0.976	0.971	0.944	0.996	0.950	0.974	0.999	0.993	0.953	carga:1.20; geração: 1
05	0.960	0.982	0.989	0.921	0.955	0.909	0.928	0.941	0.917	0.949	0.944	0.916	0.972	0.927	0.945	1.004	0.994	0.953	carga:1.25; geração: 1
06	1.007	1.000	0.997	0.959	0.977	0.949	0.970	0.971	0.953	0.998	0.988	0.970	0.999	0.971	0.988	0.999	0.999	0.968	carga:0.95; geração: 1
07	1.021	1.000	0.998	0.968	0.982	0.959	0.977	0.978	0.966	0.999	0.991	0.976	1.000	0.980	0.996	0.995	0.999	0.974	carga:0.85; geração: 1
08	1.017	1.000	1.000	0.967	0.982	0.957	0.976	0.976	0.963	0.999	0.991	0.975	1.000	0.978	0.994	0.998	1.000	0.973	carga:0.90; geração: 1
09	1.021	1.000	0.995	0.967	0.980	0.958	0.976	0.979	0.966	0.998	0.990	0.975	0.998	0.981	0.996	1.000	0.999	0.974	carga:0.80; geração: 1
10	1.026	1.000	0.998	0.971	0.984	0.963	0.980	0.981	0.971	1.000	0.993	0.979	1.000	0.984	0.999	0.997	0.999	0.976	carga:0.75; geração: 1
11	1.029	1.000	0.999	0.975	0.986	0.967	0.983	0.984	0.975	1.001	0.994	0.982	1.000	0.987	1.002	1.000	1.004	0.982	carga:0.70; geração: 1
12	1.033	1.000	0.998	0.977	0.987	0.969	0.985	0.986	0.978	1.002	0.995	0.984	1.001	0.990	1.004	1.000	0.999	0.979	carga:0.65; geração: 1
13	1.036	1.000	0.999	0.980	0.989	0.973	0.987	0.988	0.982	1.002	0.996	0.986	1.001	0.993	1.006	0.996	0.999	0.981	carga:0.60; geração: 1
14	1.039	1.000	0.999	0.982	0.990	0.976	0.990	0.990	0.985	1.003	0.997	0.989	1.001	0.995	1.008	1.000	1.000	0.983	carga:0.55; geração: 1
15	1.042	1.000	0.998	0.985	0.991	0.979	0.992	0.992	0.988	1.004	0.999	0.991	1.002	0.998	1.011	1.000	1.000	0.985	carga:0.50; geração: 1
16	0.965	0.996	1.003	0.958	0.979	0.947	0.967	0.966	0.947	0.994	0.986	0.966	1.002	0.965	0.974	0.999	0.998	0.966	carga:1.00; geração: 2
17	0.960	0.988	1.001	0.951	0.975	0.940	0.959	0.959	0.940	0.986	0.980	0.957	1.000	0.956	0.969	1.000	1.001	0.967	carga:1.05; geração: 2
18	0.954	0.981	1.001	0.945	0.973	0.934	0.953	0.952	0.933	0.979	0.974	0.949	0.998	0.943	0.963	1.000	1.000	0.965	carga:1.10; geração: 2
19	0.948	0.971	0.999	0.937	0.968	0.926	0.943	0.944	0.924	0.967	0.963	0.937	0.989	0.934	0.957	1.002	1.002	0.964	carga:1.15; geração: 2
20	0.941	0.961	0.981	0.917	0.949	0.905	0.924	0.932	0.912	0.946	0.941	0.914	0.968	0.922	0.949	1.003	0.997	0.958	carga:1.20; geração: 2
21	0.928	0.942	0.945	0.879	0.911	0.868	0.886	0.905	0.883	0.906	0.900	0.872	0.929	0.897	0.926	0.999	0.987	0.946	carga:1.25; geração: 2
22	0.970	1.002	1.001	0.962	0.980	0.951	0.971	0.971	0.952	0.998	0.989	0.971	1.002	0.969	0.977	0.999	0.999	0.968	carga:0.95; geração: 2
23	0.976	1.000	1.001	0.964	0.981	0.954	0.973	0.972	0.955	0.998	0.990	0.973	1.001	0.972	0.980	0.997	0.997	0.968	carga:0.90; geração: 2
24	0.981	1.000	0.999	0.965	0.981	0.956	0.974	0.975	0.961	0.995	0.988	0.972	1.000	0.974	0.983	0.999	1.002	0.975	carga:0.85; geração: 2
25	0.985	1.000	0.999	0.968	0.983	0.960	0.977	0.978	0.964	0.997	0.990	0.975	1.001	0.977	0.985	0.997	0.999	0.974	carga:0.80; geração: 2
26	0.989	1.000	0.999	0.971	0.984	0.963	0.979	0.980	0.968	0.997	0.991	0.977	1.000	0.980	0.988	1.000	0.999	0.976	carga:0.75; geração: 2
27	0.993	1.000	0.999	0.974	0.985	0.966	0.981	0.983	0.972	0.998	0.992	0.980	1.001	0.983	0.990	0.998	0.999	0.977	carga:0.70; geração: 2
28	0.996	1.000	0.999	0.976	0.987	0.969	0.984	0.984	0.975	0.999	0.994	0.982	1.001	0.986	0.992	0.996	1.001	0.981	carga:0.65; geração: 2
29	1.000	1.000	0.998	0.979	0.988	0.972	0.986	0.987	0.979	1.000	0.995	0.985	1.002	0.988	0.995	0.998	1.000	0.981	carga:0.60; geração: 2
30	1.002	1.000	0.998	0.981	0.989	0.975	0.988	0.989	0.982	1.000	0.996	0.987	1.002	0.991	0.997	0.997	0.999	0.983	carga:0.55; geração: 2
31	1.005	1.000	0.997	0.983	0.990	0.977	0.990	0.991	0.985	1.000	0.996	0.989	1.001	0.994	0.999	0.996	1.000	0.985	carga:0.50; geração: 2

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
00	0.760	0.800	0.800	0.300	0.375	0.926	0.400	0.670	0.273	0.050	0.640	0.569	0.400	0.167	0.634	0.840	0.573	0.240	carga:1.00; geração:1
01	0.800	0.880	0.880	0.360	0.400	0.926	0.400	0.700	0.273	0.075	0.660	0.588	0.400	0.238	0.707	0.880	0.613	0.480	carga:1.05; geração:1
02	0.853	0.940	0.940	0.380	0.425	0.926	0.414	0.740	0.291	0.075	0.693	0.608	0.420	0.268	0.756	0.940	0.647	0.520	carga:1.10; geração:1
03	0.920	1.020	1.020	0.420	0.450	0.889	0.429	0.770	0.291	0.100	0.700	0.627	0.420	0.317	0.854	0.980	0.693	0.547	carga:1.15; geração:1
04	0.987	1.100	1.080	0.460	0.475	0.889	0.443	0.800	0.309	0.100	0.727	0.627	0.420	0.366	0.902	1.020	0.727	0.573	carga:1.20; geração:1
05	1.120	1.200	1.200	0.520	0.500	0.889	0.443	0.830	0.309	0.075	0.740	0.608	0.420	0.415	0.951	1.120	0.740	0.600	carga:1.25; geração:1
06	0.680	0.740	0.740	0.280	0.350	0.926	0.371	0.640	0.255	0.050	0.627	0.569	0.400	0.146	0.585	0.800	0.540	0.427	carga:0.95; geração:1
07	0.553	0.580	0.580	0.220	0.288	0.926	0.314	0.550	0.218	0.050	0.513	0.451	0.360	0.098	0.488	0.700	0.447	0.360	carga:0.85; geração:1
08	0.593	0.640	0.620	0.240	0.300	0.926	0.329	0.570	0.236	0.050	0.540	0.490	0.360	0.122	0.512	0.720	0.473	0.373	carga:0.90; geração:1
09	0.533	0.560	0.560	0.200	0.275	0.926	0.300	0.540	0.218	0.050	0.500	0.431	0.340	0.098	0.463	0.680	0.447	0.347	carga:0.80; geração:1
10	0.493	0.520	0.520	0.200	0.263	0.926	0.286	0.510	0.218	0.050	0.467	0.412	0.320	0.073	0.439	0.640	0.413	0.333	carga:0.75; geração:1
11	0.453	0.460	0.460	0.180	0.250	0.963	0.271	0.480	0.200	0.025	0.427	0.392	0.300	0.073	0.390	0.600	0.380	0.293	carga:0.70; geração:1
12	0.420	0.400	0.400	0.160	0.200	0.963	0.243	0.440	0.200	0.025	0.400	0.333	0.300	0.049	0.341	0.560	0.347	0.280	carga:0.65; geração:1
13	0.367	0.340	0.340	0.140	0.213	0.963	0.214	0.410	0.182	0.025	0.353	0.314	0.280	0.049	0.317	0.540	0.313	0.253	carga:0.60; geração:1
14	0.327	0.300	0.300	0.140	0.200	0.963	0.186	0.370	0.164	0.025	0.327	0.294	0.260	0.024	0.268	0.500	0.287	0.227	carga:0.55; geração:1
15	0.280	0.260	0.260	0.140	0.200	0.963	0.186	0.340	0.164	0.025	0.293	0.255	0.240	0.024	0.244	0.460	0.247	0.213	carga:0.50; geração:1
16	0.673	0.820	0.800	0.340	0.375	0.926	0.386	0.670	0.236	0.075	0.653	0.588	0.380	0.220	0.683	0.760	0.607	0.467	carga:1.00; geração:2
17	0.733	0.880	0.880	0.360	0.400	0.889	0.400	0.680	0.255	0.075	0.660	0.608	0.380	0.293	0.756	0.800	0.647	0.493	carga:1.05; geração:2
18	0.800	0.980	0.980	0.440	0.425	0.889	0.414	0.730	0.255	0.100	0.680	0.627	0.400	0.341	0.829	0.840	0.687	0.500	carga:1.10; geração:2
19	0.893	1.080	1.080	0.500	0.450	0.889	0.414	0.730	0.273	0.100	0.687	0.608	0.400	0.390	0.902	0.900	0.713	0.547	carga:1.15; geração:2
20	0.827	1.120	1.100	0.480	0.463	0.889	0.443	0.800	0.291	0.075	0.727	0.627	0.400	0.390	0.951	0.960	0.740	0.573	carga:1.20; geração:2
21	1.013	1.180	1.160	0.480	0.463	0.889	0.471	0.840	0.291	0.075	0.760	0.627	0.420	0.415	0.976	1.020	0.774	0.600	carga:1.25; geração:2
22	0.627	0.740	0.720	0.300	0.363	0.926	0.386	0.620	0.236	0.050	0.633	0.569	0.380	0.167	0.610	0.700	0.567	0.427	carga:0.95; geração:2
23	0.573	0.680	0.680	0.260	0.338	0.926	0.371	0.610	0.218	0.050	0.593	0.529	0.380	0.146	0.537	0.660	0.533	0.413	carga:0.90; geração:2
24	0.533	0.640	0.600	0.240	0.313	0.926	0.343	0.580	0.218	0.050	0.533	0.471	0.360	0.146	0.537	0.640	0.507	0.373	carga:0.85; geração:2
25	0.487	0.560	0.560	0.240	0.275	0.926	0.329	0.550	0.200	0.050	0.500	0.451	0.340	0.122	0.488	0.600	0.473	0.347	carga:0.80; geração:2
26	0.447	0.520	0.520	0.220	0.263	0.926	0.300	0.510	0.200	0.025	0.467	0.412	0.320	0.098	0.439	0.560	0.433	0.320	carga:0.75; geração:2
27	0.400	0.440	0.440	0.200	0.238	0.926	0.286	0.480	0.182	0.025	0.433	0.373	0.320	0.098	0.415	0.520	0.407	0.293	carga:0.70; geração:2
28	0.353	0.400	0.400	0.180	0.225	0.926	0.257	0.430	0.182	0.025	0.400	0.353	0.300	0.073	0.366	0.480	0.367	0.280	carga:0.65; geração:2
29	0.313	0.340	0.320	0.180	0.213	0.926	0.229	0.410	0.164	0.025	0.367	0.314	0.280	0.049	0.317	0.460	0.340	0.253	carga:0.60; geração:2
30	0.267	0.280	0.280	0.180	0.200	0.963	0.214	0.380	0.164	0.025	0.333	0.294	0.280	0.049	0.293	0.420	0.307	0.227	carga:0.55; geração:2
31	0.233	0.240	0.240	0.180	0.188	0.963	0.186	0.330	0.145	0.025	0.307	0.255	0.260	0.024	0.244	0.380	0.280	0.213	carga:0.50; geração:2

Geração tipo 1: geração da Us. Gov. Parigot mínima (~40MW); Geração tipo 2: geração da Us. Gov. Parigot máxima (~240MW)

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
32	1.000	1.004	0.999	0.956	0.977	0.946	0.967	0.971	0.954	0.998	0.986	0.938	1.000	0.971	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 16
33	0.998	1.001	1.001	0.952	0.977	0.942	0.959	0.973	0.962	0.968	0.970	0.946	0.998	0.962	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 7
34	0.998	1.001	1.003	0.959	0.980	0.948	0.968	0.968	0.950	0.993	0.981	0.963	0.991	0.972	0.986	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 9
35	0.995	1.000	1.000	0.957	0.978	0.947	0.967	0.969	0.951	0.995	0.987	0.966	1.002	0.967	0.985	1.000	0.995	0.963	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 6
36	0.999	1.003	0.995	0.950	0.973	0.940	0.959	0.970	0.950	0.991	0.982	0.961	0.996	0.968	0.985	0.998	0.997	0.965	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 8
37	0.995	1.000	0.999	0.948	0.974	0.938	0.954	0.955	0.929	0.972	0.959	0.944	0.967	0.887	0.943	0.996	0.997	0.964	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 4
38	0.998	0.996	1.000	0.938	0.972	0.928	0.939	0.929	0.918	0.966	0.967	0.938	0.997	0.943	0.962	0.997	1.000	0.968	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 5
39	1.000	1.005	1.000	0.959	0.979	0.938	0.969	0.972	0.954	0.997	0.988	0.968	1.001	0.972	0.987	1.000	1.000	0.968	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 15
40	0.997	1.000	1.000	0.957	0.978	0.947	0.967	0.970	0.953	0.995	0.986	0.966	0.999	0.958	0.991	1.004	1.004	0.972	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 3
41	1.000	1.005	1.004	0.950	0.978	0.939	0.963	0.970	0.952	0.994	0.986	0.964	1.001	0.972	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 14
42	1.000	1.005	1.004	0.949	0.978	0.939	0.963	0.970	0.952	0.994	0.986	0.964	1.001	0.972	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 1
43	0.997	1.000	1.001	0.954	0.978	0.944	0.962	0.983	0.894	0.965	0.968	0.944	0.998	0.946	0.952	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 12
44	1.000	1.005	1.003	0.953	0.994	0.943	0.966	0.971	0.953	0.995	0.987	0.966	1.001	0.972	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 2
45	0.996	0.999	0.999	0.953	0.976	0.942	0.961	0.959	0.934	0.986	0.981	0.958	1.000	0.969	1.000	0.999	1.001	0.969	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 11
46	1.000	1.004	0.999	0.957	0.977	0.946	0.968	0.971	0.954	0.995	0.986	0.965	0.999	0.971	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 1
47	1.000	1.005	1.003	0.953	0.994	0.943	0.966	0.971	0.953	0.995	0.987	0.966	1.001	0.972	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 12
48	1.000	1.004	0.998	0.955	0.976	0.944	0.964	0.970	0.951	0.988	0.974	0.959	1.001	0.974	0.987	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 10
49	0.965	1.000	1.003	0.958	0.980	0.947	0.967	0.968	0.949	0.998	0.987	0.938	1.002	0.965	0.975	1.000	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 16
50	0.963	0.996	1.003	0.952	0.977	0.942	0.958	0.969	0.955	0.967	0.969	0.945	0.999	0.955	0.974	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 7
51	0.963	0.996	1.003	0.957	0.979	0.946	0.965	0.964	0.944	0.989	0.978	0.960	0.989	0.965	0.973	0.998	0.997	0.964	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 9
52	0.964	0.978	1.000	0.952	0.976	0.942	0.959	0.954	0.936	0.986	0.981	0.958	0.999	0.944	0.965	1.000	1.000	0.968	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 6
53	0.964	0.998	1.001	0.953	0.977	0.943	0.961	0.967	0.946	0.992	0.984	0.963	1.000	0.962	0.973	0.998	0.997	0.965	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 8
54	0.967	1.003	1.003	0.954	0.978	0.944	0.961	0.962	0.938	0.981	0.968	0.953	0.977	0.889	0.951	0.959	0.999	0.967	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 4
55	0.968	1.000	1.001	0.940	0.973	0.930	0.940	0.924	0.914	0.967	0.968	0.940	0.997	0.951	0.959	0.999	0.999	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 5
56	0.965	1.000	1.005	0.961	0.982	0.940	0.969	0.968	0.949	0.996	0.988	0.968	1.003	0.965	0.975	1.000	0.999	0.977	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 15
57	0.963	0.997	0.999	0.955	0.976	0.945	0.965	0.965	0.945	0.991	0.982	0.963	0.996	0.957	0.975	0.999	0.999	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 3
58	0.965	1.000	1.001	0.946	0.975	0.936	0.960	0.966	0.946	0.990	0.983	0.961	1.000	0.964	0.974	0.998	0.998	0.965	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 13
59	0.965	1.000	1.001	0.946	0.974	0.936	0.960	0.966	0.946	0.990	0.983	0.961	1.000	0.964	0.974	0.998	0.998	0.965	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 14
60	0.966	1.002	1.002	0.956	0.978	0.945	0.964	0.986	0.891	0.968	0.970	0.948	0.998	0.953	0.953	1.000	1.000	0.968	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 1
61	0.966	1.000	1.001	0.950	0.991	0.940	0.962	0.967	0.947	0.992	0.984	0.963	1.000	0.964	0.974	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 12
62	0.962	0.994	0.999	0.952	0.975	0.941	0.959	0.957	0.932	0.984	0.979	0.957	1.000	0.959	0.981	1.000	1.002	0.970	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 2
63	0.965	1.000	1.003	0.959	0.980	0.948	0.968	0.968	0.948	0.994	0.986	0.966	1.002	0.964	0.974	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 11

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
32	0.751	0.817	0.799	0.313	0.373	0.916	0.385	0.700	0.382	0.285	0.643	0.631	0.500	0.176	0.634	0.842	0.586	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 16
33	0.833	0.882	0.882	0.394	0.372	0.916	0.317	0.770	0.317	0.079	0.878	0.386	0.197	0.527	0.982	0.902	0.661	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 7
34	0.877	0.821	0.804	0.342	0.373	0.916	0.392	0.751	0.294	0.066	0.689	0.538	0.605	0.138	0.420	1.120	0.862	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 9
35	0.763	0.799	0.799	0.313	0.373	0.916	0.385	0.617	0.260	0.056	0.644	0.577	0.404	0.197	0.657	0.844	0.586	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 6
36	0.820	0.939	0.930	0.382	0.373	0.908	0.256	0.910	0.187	0.090	0.717	0.679	0.369	0.231	0.694	0.683	0.616	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 8
37	1.086	0.893	0.893	0.402	0.363	0.908	0.329	0.792	0.340	0.106	0.670	0.448	0.724	0.317	0.305	1.505	0.275	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 4
38	1.122	1.344	1.344	0.733	0.354	0.901	0.154	0.316	0.220	0.158	0.463	0.577	1.122	0.866	1.331	0.982	0.729	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 5
39	0.754	0.799	0.799	0.295	0.744	0.908	0.385	0.701	0.260	0.056	0.644	0.577	0.408	0.164	0.625	0.842	0.584	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 15
40	0.766	0.833	0.816	0.322	0.373	0.916	0.370	0.680	0.260	0.071	0.633	0.566	0.354	0.231	0.687	0.821	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 3
41	0.742	1.221	0.000	0.161	0.363	0.908	0.465	0.690	0.243	0.071	0.652	0.604	0.365	0.218	0.679	0.881	0.584	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 13
42	0.742	0.000	1.221	0.161	0.363	0.908	0.465	0.690	0.243	0.071	0.652	0.604	0.365	0.218	0.679	0.881	0.571	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 14
43	0.859	0.882	0.854	0.367	0.373	0.916	0.333	0.930	0.407	0.076	0.317	0.355	0.128	0.589	1.080	1.023	0.650	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 1
44	0.751	0.893	0.893	0.402	0.373	0.916	0.411	0.700	0.260	0.056	0.648	0.583	0.404	0.197	0.657	0.842	0.584	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 12
45	0.782	0.849	0.821	0.349	0.373	0.916	0.374	0.692	0.260	0.079	0.615	0.561	0.400	0.259	0.699	0.842	0.596	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 2
46	0.757	0.765	0.765	0.297	0.373	0.916	0.426	0.660	0.317	0.079	0.667	0.886	0.354	0.231	0.694	0.884	0.590	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 11
47	0.751	0.893	0.893	0.402	0.373	0.916	0.411	0.700	0.260	0.056	0.648	0.593	0.404	0.197	0.657	0.861	0.584	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 12
48	0.757	0.833	0.833	0.322	0.372	0.916	0.357	0.710	0.287	0.051	0.676	0.538	0.544	0.000	0.463	0.782	0.559	0.460	carga: 1.00; geração: 1; contingência: 10
49	0.741	0.804	0.804	0.335	0.373	0.916	0.404	0.701	0.364	0.285	0.641	0.640	0.510	0.190	0.644	0.760	0.603	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 16
50	0.805	0.888	0.872	0.394	0.373	0.908	0.343	0.800	0.314	0.090	0.889	0.377	0.206	0.522	0.971	0.840	0.677	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 7
51	0.844	0.812	0.784	0.349	0.373	0.916	0.430	0.742	0.270	0.056	0.701	0.533	0.623	0.190	0.397	1.041	0.869	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 9
52	0.733	0.828	0.828	0.360	0.373	0.908	0.401	0.683	0.244	0.090	0.633	0.573	0.400	0.244	0.678	0.781	0.609	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 6
53	0.791	0.913	0.913	0.384	0.373	0.916	0.271	0.901	0.171	0.090	0.712	0.695	0.385	0.230	0.689	0.720	0.626	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 8
54	0.941	0.844	0.844	0.379	0.373	0.916	0.387	0.762	0.305	0.071	0.681	0.495	0.645	0.197	0.363	1.206	0.374	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 4
55	0.987	1.181	1.164	0.597	0.354	0.901	0.045	0.431	0.219	0.146	0.510	0.585	0.072	0.679	1.142	0.860	0.710	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 5
56	0.738	0.804	0.919	0.335	0.754	0.908	0.418	0.692	0.253	0.056	0.651	0.585	0.422	0.190	0.622	0.780	0.595	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 15
57	0.735	0.772	0.772	0.325	0.373	0.916	0.446	0.712	0.253	0.056	0.681	0.585	0.503	0.124	0.535	0.800	0.563	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 3
58	0.698	1.181	0.000	0.190	0.363	0.908	0.489	0.690	0.244	0.071	0.664	0.613	0.402	0.225	0.674	0.801	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 13
59	0.698	0.000	1.181	0.190	0.363	0.908	0.489	0.690	0.244	0.071	0.664	0.613	0.402	0.225	0.676	0.801	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 14
60	0.786	0.832	0.816	0.342	0.373	0.916	0.388	0.841	0.332	0.079	0.410	0.351	0.260	0.460	0.908	0.880	0.649	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 1
61	0.713	0.872	0.856	0.405	0.363	0.908	0.443	0.700	0.244	0.071	0.660	0.600	0.422	0.207	0.654	0.781	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 12
62	0.750	0.849	0.849	0.376	0.373	0.908	0.360	0.662	0.236	0.071	0.584	0.557	0.280	0.339	0.797	0.721	0.664	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 2
63	0.732	0.784	0.772	0.326	0.373	0.916	0.446	0.661	0.294	0.056	0.676	0.886	0.385	0.230	0.689	0.801	0.603	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 11

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
64	0.966	1.000	1.001	0.950	0.991	0.940	0.962	0.967	0.947	0.992	0.984	0.963	1.000	0.964	0.974	0.999	0.998	0.966	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 12
65	0.980	0.999	0.999	0.944	0.971	0.932	0.953	0.962	0.943	0.984	0.974	0.917	0.997	0.954	0.979	1.000	0.999	0.962	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 16
66	0.976	1.000	0.999	0.938	0.969	0.926	0.943	0.966	0.953	0.949	0.952	0.924	0.989	0.949	0.981	1.002	1.002	0.964	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 7
67	0.976	1.000	0.999	0.942	0.970	0.930	0.950	0.959	0.939	0.970	0.957	0.938	0.971	0.964	0.980	1.002	1.001	0.964	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 9
68	0.972	0.972	0.997	0.935	0.966	0.923	0.941	0.943	0.924	0.964	0.959	0.934	0.985	0.930	0.958	0.999	0.996	0.959	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 6
69	0.979	0.996	1.000	0.940	0.971	0.928	0.947	0.961	0.940	0.978	0.974	0.946	0.999	0.949	0.976	0.998	0.996	0.958	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 8
70	0.966	0.988	0.964	0.901	0.932	0.890	0.905	0.925	0.891	0.913	0.895	0.882	0.905	0.833	0.894	0.975	0.968	0.929	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 4
71	0.957	0.975	0.930	0.840	0.890	0.831	0.832	0.827	0.818	0.849	0.854	0.818	0.901	0.883	0.876	0.953	0.941	0.901	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 5
72	0.981	0.999	1.001	0.947	0.973	0.923	0.956	0.963	0.943	0.982	0.976	0.951	0.999	0.955	0.979	1.000	1.000	0.962	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 15
73	0.976	1.000	1.000	0.946	0.973	0.934	0.956	0.964	0.945	0.982	0.975	0.950	0.997	0.943	0.987	0.999	0.998	0.960	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 3
74	0.981	0.999	1.001	0.931	0.967	0.919	0.945	0.960	0.940	0.976	0.971	0.943	0.996	0.953	0.977	0.998	0.997	0.959	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 13
75	0.980	0.999	1.001	0.931	0.968	0.920	0.945	0.960	0.940	0.976	0.971	0.943	0.996	0.953	0.977	0.998	0.997	0.959	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 14
76	0.971	0.997	1.001	0.937	0.969	0.925	0.942	0.975	0.868	0.935	0.939	0.913	0.977	0.931	0.927	1.000	0.999	0.961	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 1
77	0.981	0.999	1.002	0.937	0.990	0.925	0.949	0.961	0.941	0.978	0.973	0.946	0.998	0.954	0.978	0.999	0.998	0.961	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 12
78	0.976	1.000	1.000	0.941	0.971	0.930	0.949	0.953	0.925	0.973	0.970	0.943	0.998	0.957	0.995	1.002	0.996	0.958	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 2
79	0.980	0.999	1.000	0.945	0.971	0.933	0.955	0.962	0.941	0.979	0.973	0.947	0.997	0.953	0.978	0.999	0.998	0.961	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 11
80	0.981	0.999	1.002	0.937	0.990	0.925	0.949	0.961	0.941	0.978	0.973	0.946	0.998	0.954	0.978	0.999	0.998	0.961	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 12
81	0.981	0.999	0.998	0.938	0.968	0.926	0.945	0.958	0.937	0.962	0.945	0.930	1.000	0.961	0.979	1.000	0.999	0.962	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 10
82	0.948	0.975	0.998	0.936	0.967	0.924	0.942	0.945	0.926	0.970	0.962	0.905	0.987	0.932	0.957	1.002	1.001	0.964	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 16
83	0.944	0.970	0.981	0.916	0.949	0.905	0.920	0.942	0.928	0.922	0.925	0.898	0.962	0.922	0.955	1.000	0.998	0.961	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 7
84	0.944	0.970	0.975	0.916	0.944	0.905	0.923	0.935	0.913	0.940	0.926	0.908	0.940	0.936	0.954	0.998	0.997	0.959	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 9
85	0.941	0.938	0.955	0.896	0.924	0.885	0.902	0.910	0.891	0.923	0.917	0.891	0.942	0.897	0.931	0.999	0.997	0.959	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 6
86	0.946	0.973	0.994	0.929	0.962	0.918	0.933	0.943	0.921	0.961	0.957	0.930	0.983	0.929	0.955	0.999	0.998	0.960	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 8
87	0.937	0.959	0.932	0.871	0.901	0.861	0.876	0.901	0.868	0.883	0.865	0.851	0.875	0.804	0.874	0.952	0.940	0.899	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 4
88	0.933	0.950	0.901	0.813	0.860	0.804	0.804	0.796	0.788	0.818	0.824	0.788	0.873	0.864	0.858	0.932	0.915	0.874	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 5
89	0.948	0.976	1.000	0.939	0.969	0.916	0.945	0.946	0.926	0.969	0.964	0.938	0.989	0.933	0.957	1.003	1.002	0.964	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 15
90	0.944	0.970	0.992	0.931	0.961	0.920	0.938	0.941	0.922	0.961	0.954	0.930	0.976	0.917	0.962	1.000	0.999	0.962	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 3
91	0.948	0.976	1.001	0.924	0.965	0.912	0.935	0.943	0.923	0.963	0.959	0.931	0.987	0.933	0.956	1.001	1.000	0.963	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 13
92	0.948	0.976	1.001	0.924	0.965	0.912	0.934	0.943	0.923	0.963	0.959	0.931	0.987	0.933	0.956	1.001	1.000	0.963	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 14
93	0.945	0.971	0.980	0.918	0.949	0.906	0.922	0.956	0.848	0.917	0.919	0.894	0.956	0.912	0.916	1.000	1.000	0.962	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 1
94	0.948	0.976	1.005	0.932	0.994	0.920	0.940	0.945	0.925	0.967	0.963	0.936	0.991	0.934	0.957	1.002	1.002	0.964	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 12
95	0.943	0.968	0.987	0.923	0.955	0.911	0.927	0.929	0.902	0.947	0.945	0.918	0.975	0.926	0.966	0.999	0.997	0.960	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 2
96	0.948	0.975	0.998	0.939	0.968	0.926	0.944	0.945	0.924	0.964	0.960	0.934	0.987	0.932	0.956	1.002	1.000	0.963	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 11

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
64	0.707	0.872	0.856	0.405	0.363	0.908	0.443	0.700	0.244	0.071	0.619	0.600	0.422	0.207	0.654	0.781	0.605	0.460	carga: 1.00; geração: 2; contingência: 12
65	0.951	1.026	1.026	0.421	0.451	0.901	0.418	0.800	0.437	0.320	0.693	0.683	0.503	0.345	0.851	0.981	0.683	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 16
66	1.048	1.109	1.109	0.504	0.450	0.901	0.357	0.910	0.367	0.090	0.968	0.395	0.216	0.663	1.189	1.060	0.771	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 7
67	1.121	1.032	1.021	0.447	0.451	0.901	0.444	0.860	0.335	0.056	0.771	0.561	0.665	0.176	0.522	1.329	0.962	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 9
68	1.021	1.076	1.076	0.483	0.442	0.895	0.400	0.761	0.287	0.091	0.685	0.600	0.400	0.379	0.874	1.022	0.683	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 6
69	1.026	1.181	1.181	0.523	0.451	0.901	0.267	1.020	0.203	0.112	0.769	0.750	0.360	0.400	0.927	0.940	0.743	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 8
70	1.424	1.109	1.081	0.477	0.418	0.889	0.372	0.910	0.402	0.112	0.756	0.421	0.828	0.339	0.352	1.839	0.288	0.548	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 4
71	1.569	1.708	1.708	0.957	0.386	0.926	0.231	0.342	0.275	0.182	0.466	0.541	0.204	1.089	1.635	1.216	0.856	0.554	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 5
72	0.948	1.026	0.998	0.421	0.901	0.895	0.432	0.790	0.282	0.090	0.702	0.628	0.420	0.328	0.851	0.981	0.691	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 15
73	0.951	1.032	1.032	0.416	0.451	0.901	0.406	0.780	0.287	0.090	0.686	0.615	0.362	0.360	0.897	0.960	0.719	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 3
74	0.910	1.537	0.000	0.201	0.442	0.895	0.530	0.790	0.277	0.106	0.712	0.668	0.380	0.381	0.905	1.020	0.706	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 13
75	0.910	0.000	1.537	0.201	0.442	0.896	0.530	0.790	0.277	0.106	0.712	0.668	0.380	0.381	0.905	1.020	0.706	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 14
76	1.147	1.121	1.121	0.521	0.442	0.896	0.371	1.091	0.456	0.079	0.330	0.316	0.128	0.732	1.266	1.248	0.724	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 1
77	0.925	1.137	1.121	0.521	0.442	0.896	0.471	0.800	0.294	0.090	0.707	0.643	0.400	0.363	0.884	1.000	0.706	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 12
78	0.967	1.049	1.049	0.456	0.451	0.901	0.429	0.791	0.288	0.090	0.669	0.600	0.428	0.419	0.913	0.980	0.716	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 2
79	0.946	0.993	0.976	0.420	0.450	0.901	0.475	0.760	0.345	0.079	0.723	1.017	0.360	0.385	0.894	1.021	0.703	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 11
80	0.925	1.137	1.121	0.521	0.442	0.895	0.471	0.800	0.293	0.090	0.707	0.643	0.400	0.362	0.884	1.000	0.706	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 12
81	0.954	1.098	1.098	0.488	0.450	0.901	0.358	0.810	0.332	0.035	0.757	0.517	0.626	0.000	0.539	0.882	0.639	0.543	carga: 1.15; geração: 1; contingência: 10
82	0.979	1.056	1.056	0.483	0.442	0.896	0.429	0.791	0.418	0.340	0.693	0.666	0.520	0.346	0.853	0.923	0.708	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 16
83	1.061	1.104	1.104	0.511	0.426	0.889	0.390	0.910	0.347	0.090	0.989	0.370	0.216	0.644	1.168	0.806	0.768	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 7
84	1.113	1.000	1.000	0.431	0.426	0.889	0.471	0.860	0.314	0.056	0.786	0.542	0.684	0.190	0.503	1.302	0.962	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 9
85	0.979	1.021	1.021	0.429	0.410	0.889	0.443	0.760	0.282	0.071	0.701	0.596	0.440	0.328	0.841	0.945	0.700	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 6
86	1.048	1.193	1.176	0.553	0.442	0.895	0.271	1.011	0.196	0.112	0.775	0.741	0.204	0.397	0.916	0.886	0.738	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 8
87	1.288	1.037	1.037	0.439	0.395	0.901	0.430	0.890	0.364	0.079	0.771	0.513	0.555	0.107	0.906	1.102	0.839	0.555	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 4
88	1.432	1.558	1.531	0.809	0.375	0.929	0.159	0.454	0.239	0.158	0.513	0.610	0.421	0.346	0.853	0.943	0.702	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 5
89	0.971	1.044	1.044	0.483	0.442	0.895	0.444	0.782	0.287	0.090	0.697	0.610	0.500	0.272	0.757	0.967	0.664	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 15
90	0.977	1.028	1.012	0.449	0.442	0.896	0.307	0.801	0.282	0.079	0.736	0.610	0.500	0.272	0.757	0.967	0.664	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 3
91	0.935	1.588	0.000	0.260	0.434	0.892	0.517	0.780	0.253	0.106	0.710	0.666	0.405	0.414	0.908	0.985	0.702	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 13
92	0.935	0.000	1.588	0.260	0.434	0.892	0.517	0.780	0.253	0.106	0.710	0.666	0.385	0.414	0.908	0.985	0.702	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 14
93	1.080	1.056	1.056	0.474	0.426	0.889	0.416	0.983	0.382	0.079	0.431	0.307	0.251	0.606	1.125	1.095	0.726	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 1
94	0.958	1.193	1.193	0.621	0.442	0.896	0.458	0.781	0.270	0.090	0.707	0.638	0.424	0.381	0.887	0.965	0.700	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 12
95	0.996	1.104	1.088	0.511	0.434	0.892	0.388	0.761	0.282	0.106	0.636	0.583	0.306	0.488	1.014	0.886	0.759	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 2
96	0.969	1.024	1.024	0.468	0.451	0.901	0.486	0.751	0.339	0.079	0.726	1.017	0.360	0.397	0.917	0.983	0.709	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 11

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
97	0.948	0.976	1.005	0.932	0.994	0.920	0.940	0.945	0.925	0.967	0.963	0.936	0.991	0.934	0.957	1.002	1.002	0.964	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 12
98	1.000	1.047	0.985	0.970	0.970	0.971	0.971	1.009	1.013	0.971	0.970	0.940	0.956	1.021	1.021	0.971	0.956	0.950	20/10/94-02h/qui; geração: 2
99	1.000	1.017	0.956	0.970	0.970	0.956	0.942	0.987	0.987	0.956	0.970	0.940	0.942	0.995	1.000	0.949	0.942	0.950	20/10/94-06h/qui; geração: 2
100	1.000	1.047	0.985	0.970	0.970	0.942	0.956	1.004	1.008	0.971	0.970	0.940	0.971	1.021	1.043	0.992	0.985	0.950	20/10/94-15h/qui; geração: 2
101	1.000	1.056	1.000	0.970	0.970	0.985	0.985	1.017	1.034	0.985	0.970	0.940	0.985	1.034	1.056	1.000	1.000	0.950	20/10/94-19h/qui; geração: 2
102	1.000	1.047	0.985	0.970	0.970	0.971	0.971	1.008	1.026	0.985	0.970	0.940	0.985	1.021	1.047	0.992	1.000	0.950	20/10/94-23h/qui; geração: 2
103	1.000	1.065	0.985	0.970	0.970	0.942	0.956	0.987	1.000	0.956	0.970	0.940	0.956	1.034	1.043	0.985	0.985	0.950	20/10/94-08h/qui; geração: 2; conting. 5
104	1.000	1.047	0.956	0.970	0.970	0.913	0.927	0.943	0.947	0.956	0.970	0.940	0.956	1.008	1.021	0.963	0.956	0.950	20/10/94-10h/qui; geração: 2; conting. 5
105	1.000	1.034	0.971	0.970	0.971	0.971	0.971	1.000	1.017	0.971	0.970	0.940	0.956	1.008	1.004	0.956	0.956	0.950	04/12/94-02h/dom; geração: 1
106	1.000	1.034	0.971	0.970	0.971	0.971	0.971	1.004	1.021	0.971	0.970	0.940	0.956	1.013	1.017	0.963	0.971	0.950	04/12/94-06h/dom; geração: 1
107	1.000	1.047	0.971	0.970	0.971	0.956	0.942	0.000	1.017	0.971	0.970	0.940	0.956	1.030	1.043	0.992	0.971	0.950	04/12/94-15h/dom; geração: 2; cont. A
108	1.000	1.047	0.985	0.970	0.985	0.985	0.985	1.008	1.034	0.985	0.970	0.940	0.956	1.030	1.034	0.985	0.971	0.950	04/12/94-19h/dom; geração: 1
109	1.000	1.047	0.985	0.970	0.985	0.985	0.971	1.008	1.026	0.985	0.970	0.940	0.971	1.021	1.021	0.971	0.971	0.950	04/12/94-23h/dom; geração: 1
110	1.000	1.030	0.985	0.970	0.985	0.971	0.971	1.008	1.017	0.971	0.970	0.940	0.971	1.026	1.008	0.956	0.956	0.950	11/12/94-02h/dom; geração: 1
111	1.000	1.030	0.985	0.970	0.971	0.956	0.971	1.004	1.004	0.971	0.970	0.940	0.956	1.017	1.004	0.956	0.971	0.950	11/12/94-06h/dom; geração: 1
112	1.000	1.026	0.971	0.970	0.971	0.956	0.971	1.008	1.008	0.971	0.970	0.940	0.956	1.017	1.017	0.971	0.956	0.950	11/12/94-15h/dom; geração: 2 cont. 13
113	1.000	1.021	0.971	0.970	0.971	0.956	0.956	1.004	1.004	0.956	0.970	0.940	0.942	1.013	1.017	0.971	0.956	0.950	11/12/94-19h/dom; geração: 1
114	1.000	1.039	0.985	0.970	0.971	0.956	0.971	1.008	1.008	0.971	0.970	0.940	0.971	1.008	1.008	0.963	0.956	0.950	11/12/94-23h/dom; geração: 1
115	1.000	1.043	0.985	0.970	0.970	0.956	0.971	1.013	1.013	0.956	0.970	0.940	0.956	1.008	1.013	0.963	0.942	0.950	13/12/94-02h/ter; geração: 2
116	1.000	1.034	0.971	0.970	0.970	0.956	0.956	1.008	1.008	0.956	0.970	0.940	0.956	1.008	1.017	0.971	0.971	0.950	13/12/94-06h/ter; geração: 2
117	1.000	1.039	0.985	0.970	0.970	0.942	0.956	0.995	0.995	0.971	0.970	0.940	0.971	1.004	1.034	0.963	0.971	0.950	13/12/94-15h/ter; geração: 2
118	1.000	1.052	1.000	0.970	0.970	0.971	0.985	1.013	1.026	0.985	0.970	0.940	0.985	1.026	1.034	0.963	0.971	0.950	13/12/94-19h/ter; geração: 2
119	1.000	1.039	0.985	0.970	0.970	0.956	0.956	1.004	1.013	1.000	0.970	0.940	0.971	1.013	1.043	0.971	1.000	0.950	13/12/94-23h/ter; geração: 2
120	1.000	1.047	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.013	1.021	0.971	0.971	0.940	0.971	1.021	1.017	1.007	0.985	0.950	06/01/95-02h/sab; geração: 2
121	1.000	1.004	0.956	0.942	0.970	0.942	0.956	0.987	0.991	0.956	0.956	0.940	0.942	0.991	1.008	0.978	0.971	0.950	06/01/95-06h/sab; geração: 2
122	1.000	1.043	0.971	0.942	0.970	0.942	0.956	1.004	1.013	0.956	0.956	0.940	0.956	1.013	1.039	1.014	1.000	0.950	06/01/95-15h/sab; geração: 2
123	1.000	1.047	1.000	0.985	0.970	0.971	0.985	1.013	1.034	0.985	0.985	0.940	0.985	1.030	1.052	1.007	1.000	0.950	06/01/95-19h/sab; geração: 2
124	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.013	1.026	0.971	0.971	0.940	0.971	1.026	1.043	1.007	1.000	0.950	06/01/95-23h/sab; geração: 2
125	1.000	1.034	0.971	0.956	0.970	0.956	0.971	1.008	1.008	0.971	0.971	0.940	0.956	1.008	1.004	0.978	1.000	0.950	07/01/95-02h/dom; geração: 2
126	1.000	1.030	0.971	0.956	0.970	0.956	0.971	1.004	1.008	0.971	0.971	0.940	0.956	1.008	1.004	0.978	1.000	0.950	07/01/95-06h/dom; geração: 2
127	1.000	1.047	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.008	1.017	0.971	0.971	0.940	0.971	1.017	1.008	0.978	1.029	0.950	07/01/95-15h/dom; geração: 2
128	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.008	1.017	0.971	0.971	0.940	0.971	1.017	1.017	1.000	1.043	0.950	07/01/95-19h/dom; geração: 2

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
97	0.958	1.193	1.193	0.626	0.442	0.895	0.458	0.781	0.270	0.090	0.707	0.638	0.424	0.381	0.887	0.965	0.700	0.543	carga: 1.15; geração: 2; contingência: 12
98	0.396	0.422	0.420	0.120	0.250	0.208	0.333	0.532	0.293	0.100	0.289	0.235	0.241	0.391	0.385	0.410	0.396	0.267	20/10/94-02h/qui; geração: 2
99	0.408	0.420	0.420	0.120	0.263	0.236	0.360	0.551	0.287	0.100	0.314	0.235	0.281	0.399	0.393	0.452	0.408	0.254	20/10/94-06h/qui; geração: 2
100	0.537	0.636	0.640	0.120	0.432	0.206	0.541	0.762	0.345	0.100	0.488	0.372	0.326	0.749	0.743	0.560	0.537	0.293	20/10/94-15h/qui; geração: 2
101	0.500	0.560	0.560	0.120	0.452	0.217	0.517	0.683	0.161	0.100	0.395	0.353	0.316	0.616	0.610	0.594	0.500	0.320	20/10/94-19h/qui; geração: 2
102	0.513	0.600	0.600	0.120	0.425	0.174	0.474	0.683	0.351	0.100	0.377	0.294	0.310	0.635	0.629	0.568	0.513	0.347	20/10/94-23h/qui; geração: 2
103	0.593	0.764	0.780	0.120	0.413	0.171	0.191	0.408	0.167	0.100	0.249	0.294	0.072	0.759	0.753	0.549	0.593	0.267	20/10/94-08h/qui; geração: 2; conting. 5
104	0.641	0.849	0.820	0.120	0.297	0.371	0.217	0.428	0.237	0.100	0.360	0.412	0.063	0.900	0.894	0.595	0.641	0.294	20/10/94-10h/qui; geração: 2; conting. 5
105	0.363	0.420	0.440	0.120	0.275	0.200	0.263	0.474	0.230	0.100	0.248	0.196	0.184	0.351	0.345	0.469	0.363	0.309	04/12/94-02h/dom; geração: 1
106	0.342	0.380	0.400	0.120	0.238	0.200	0.218	0.465	0.311	0.100	0.250	0.176	0.184	0.351	0.345	0.410	0.342	0.267	04/12/94-06h/dom; geração: 1
107	0.443	0.589	0.600	0.120	0.062	0.489	0.129	0.000	0.190	0.100	0.376	0.510	0.000	0.433	0.427	0.384	0.443	0.256	04/12/94-15h/dom; geração: 2; cont. A
108	0.438	0.501	0.500	0.120	0.313	0.200	0.260	0.541	0.310	0.100	0.297	0.254	0.208	0.333	0.327	0.494	0.438	0.294	04/12/94-19h/dom; geração: 1
109	0.459	0.520	0.520	0.120	0.375	0.200	0.331	0.614	0.322	0.100	0.346	0.255	0.267	0.421	0.415	0.555	0.459	0.334	04/12/94-23h/dom; geração: 1
110	0.379	0.322	0.340	0.120	0.146	0.432	0.174	0.451	0.305	0.100	0.259	0.156	0.220	0.300	0.294	0.477	0.356	0.147	11/12/94-02h/dom; geração: 1
111	0.318	0.380	0.400	0.120	0.177	0.432	0.174	0.438	0.287	0.100	0.238	0.196	0.120	0.338	0.332	0.316	0.318	0.121	11/12/94-06h/dom; geração: 1
112	0.280	0.583	0.000	0.120	0.225	0.381	0.300	0.496	0.265	0.100	0.300	0.294	0.180	0.353	0.347	0.310	0.279	0.120	11/12/94-15h/dom; geração: 2 cont. 13
113	0.352	0.321	0.320	0.120	0.071	0.515	0.143	0.469	0.300	0.100	0.274	0.196	0.224	0.290	0.284	0.483	0.352	0.121	11/12/94-19h/dom; geração: 1
114	0.442	0.404	0.420	0.120	0.178	0.600	0.236	0.573	0.296	0.100	0.338	0.235	0.297	0.452	0.466	0.644	0.442	0.160	11/12/94-23h/dom; geração: 1
115	0.369	0.521	0.520	0.120	0.275	0.208	0.360	0.545	0.260	0.100	0.283	0.274	0.215	0.500	0.454	0.372	0.369	0.147	13/12/94-02h/ter; geração: 2
116	0.374	0.520	0.540	0.120	0.275	0.230	0.372	0.537	0.260	0.100	0.298	0.274	0.224	0.421	0.415	0.388	0.374	0.133	13/12/94-06h/ter; geração: 2
117	0.547	0.835	0.800	0.120	0.446	0.263	0.530	0.734	0.278	0.100	0.560	0.451	0.240	0.612	0.606	0.611	0.547	0.147	13/12/94-15h/ter; geração: 2
118	0.460	0.625	0.620	0.120	0.366	0.246	0.479	0.646	0.129	0.100	0.378	0.372	0.234	0.476	0.468	0.566	0.460	0.133	13/12/94-19h/ter; geração: 2
119	0.548	0.761	0.740	0.120	0.426	0.244	0.502	0.709	0.265	0.100	0.399	0.333	0.297	0.600	0.556	0.644	0.550	0.174	13/12/94-23h/ter; geração: 2
120	0.331	0.291	0.300	0.110	0.103	0.629	0.194	0.497	0.265	0.100	0.256	0.196	0.243	0.251	0.352	0.400	0.331	0.215	06/01/95-02h/sab; geração: 2
121	0.332	0.203	0.300	0.110	0.067	0.606	0.179	0.461	0.322	0.100	0.287	0.196	0.281	0.190	0.294	0.440	0.332	0.181	06/01/95-06h/sab; geração: 2
122	0.471	0.538	0.540	0.067	0.215	0.549	0.316	0.693	0.322	0.100	0.448	0.353	0.243	0.294	0.556	0.501	0.471	0.215	06/01/95-15h/sab; geração: 2
123	0.425	0.402	0.420	0.038	0.159	0.629	0.334	0.600	0.183	0.100	0.356	0.294	0.310	0.284	0.449	0.600	0.425	0.190	06/01/95-19h/sab; geração: 2
124	0.429	0.408	0.420	0.057	0.150	0.600	0.321	0.587	0.282	0.100	0.343	0.235	0.349	0.273	0.434	0.583	0.429	0.270	06/01/95-23h/sab; geração: 2
125	0.296	0.247	0.260	0.124	0.088	0.600	0.191	0.461	0.293	0.100	0.268	0.196	0.266	0.262	0.385	0.368	0.295	0.181	07/01/95-02h/dom; geração: 2
126	0.301	0.267	0.260	0.124	0.103	0.600	0.186	0.448	0.247	0.100	0.248	0.196	0.253	0.263	0.372	0.396	0.301	0.165	07/01/95-06h/dom; geração: 2
127	0.369	0.329	0.340	0.048	0.112	0.600	0.185	0.523	0.345	0.100	0.294	0.235	0.261	0.351	0.453	0.494	0.369	0.165	07/01/95-15h/dom; geração: 2
128	0.421	0.365	0.380	0.048	0.115	0.600	0.235	0.587	0.362	0.100	0.341	0.255	0.323	0.331	0.484	0.599	0.421	0.220	07/01/95-19h/dom; geração: 2

estado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	Descrição
129	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.971	0.985	1.008	1.026	0.985	0.985	0.940	0.971	1.021	1.043	1.014	1.058	0.950	07/01/95-23h/dom; geração:2
130	1.000	1.034	0.985	0.971	0.970	0.956	0.971	1.008	1.017	0.971	0.971	0.940	0.971	1.017	1.021	1.014	1.043	0.950	08/01/95-02h/seg; geração:2
131	1.000	1.034	0.971	0.971	0.970	0.956	0.971	1.004	1.013	0.971	0.971	0.940	0.956	1.017	1.013	0.978	1.014	0.950	08/01/95-06h/seg; geração:2
132	1.000	1.021	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.004	1.008	0.971	0.971	0.940	0.956	1.013	1.017	0.978	1.029	0.950	08/01/95-15h/seg; geração:2
133	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.956	0.971	1.008	1.021	0.971	0.971	0.940	0.956	1.030	1.021	0.978	1.029	0.950	08/01/95-19h/seg; geração:2
134	1.000	1.030	0.971	0.971	0.970	0.971	0.971	1.004	1.017	0.971	0.971	0.940	0.956	1.017	1.013	0.985	1.014	0.950	08/01/95-23h/seg; geração:2
135	1.000	1.034	0.971	0.971	0.970	0.971	0.971	1.004	1.017	0.971	0.971	0.940	0.956	1.021	1.017	0.978	1.000	0.950	09/01/95-02h/ter; geração:2
136	1.000	1.034	0.971	0.971	0.970	0.971	0.971	1.004	1.017	0.971	0.971	0.940	0.971	1.026	1.047	0.971	1.029	0.950	09/01/95-06h/ter; geração:2
137	1.000	1.056	0.985	0.956	0.970	0.956	0.971	1.013	1.030	0.971	0.971	0.940	0.971	1.026	1.047	0.971	1.029	0.950	09/01/95-15h/ter; geração:2
138	1.000	1.039	0.985	0.971	0.970	0.971	0.985	1.013	1.026	0.985	0.985	0.940	0.971	1.021	1.034	1.007	1.043	0.950	09/01/95-19h/ter; geração:2
139	1.000	1.047	0.985	0.971	0.970	0.956	0.971	1.013	1.026	0.971	0.985	0.940	0.971	1.026	1.039	1.000	1.043	0.950	09/01/95-23h/ter; geração:2
140	1.000	1.034	0.971	0.956	0.970	0.956	0.971	1.008	1.017	0.985	0.971	0.940	0.971	1.017	1.026	0.992	1.000	0.950	10/01/95-02h/qu; geração:2
141	1.000	1.004	0.956	0.942	0.970	0.942	0.956	0.991	0.995	0.956	0.956	0.940	0.942	0.995	1.008	0.985	1.000	0.950	10/01/95-06h/qu; geração:2
142	1.000	1.047	0.971	0.942	0.970	0.942	0.956	1.000	1.017	0.971	0.971	0.940	0.971	1.017	1.043	1.000	1.029	0.950	10/01/95-15h/qu; geração:2
143	1.000	1.043	0.985	0.971	0.970	0.971	0.985	1.013	1.026	0.971	0.985	0.940	0.971	1.021	1.039	1.021	1.029	0.950	10/01/95-19h/qu; geração:2
144	1.000	1.047	0.985	0.971	0.970	0.971	0.971	1.008	1.026	0.971	0.985	0.940	0.971	1.026	1.034	1.014	1.029	0.950	10/01/95-23h/qu; geração:2
145	1.000	1.034	0.971	0.956	0.970	0.956	0.956	1.004	1.017	0.956	0.971	0.940	0.956	1.017	1.021	0.978	1.014	0.950	11/01/95-02h/qu; geração:2
146	1.000	1.026	0.971	0.956	0.970	0.956	0.956	1.000	1.004	0.956	0.956	0.940	0.956	1.008	1.013	0.971	1.000	0.950	11/01/95-06h/qu; geração:2
147	1.000	1.056	1.000	0.971	0.970	0.971	0.971	1.017	1.034	0.971	0.985	0.940	0.985	1.030	1.043	0.992	1.000	0.950	11/01/95-15h/qu; geração:2
148	1.000	1.043	1.000	0.971	0.970	0.971	0.985	1.013	1.030	0.985	0.985	0.940	0.985	1.026	1.047	1.007	1.000	0.950	11/01/95-19h/qu; geração:2
149	1.000	1.034	0.985	0.956	0.970	0.971	0.971	1.008	1.021	0.971	0.985	0.940	0.971	1.017	1.039	0.992	1.000	0.950	11/01/95-23h/qu; geração:2
150	1.000	1.034	0.985	0.971	0.970	0.956	0.971	1.004	1.021	0.971	0.971	0.940	0.956	1.021	1.030	0.985	1.000	0.950	12/01/95-02h/sex; geração:2
151	1.000	1.017	0.971	0.942	0.970	0.956	0.956	0.995	1.000	0.956	0.956	0.940	0.942	1.004	1.008	0.978	1.000	0.950	12/01/95-06h/sex; geração:2
152	1.000	1.052	0.985	0.956	0.970	0.942	0.956	1.008	1.021	0.956	0.971	0.940	0.971	1.021	1.043	0.992	1.000	0.950	12/01/95-15h/sex; geração:2
153	1.000	1.052	1.000	0.971	0.970	0.971	0.985	1.013	1.030	0.985	0.985	0.940	0.985	1.026	1.043	1.007	1.000	0.950	12/01/95-19h/sex; geração:2
154	1.000	1.043	0.985	0.956	0.970	0.956	0.971	1.008	1.021	0.971	0.971	0.940	0.971	1.021	1.030	1.014	1.000	0.950	12/01/95-23h/sex; geração:2
155	1.000	1.030	0.971	0.956	0.971	0.956	0.971	0.995	0.991	0.971	0.971	0.940	0.956	1.008	1.004	0.971	0.956	0.950	15/04/94-02h/sex; geração:2
156	1.000	1.026	0.971	0.956	0.971	0.956	0.956	0.987	0.987	0.971	0.971	0.940	0.956	1.004	1.004	0.971	0.956	0.950	15/04/94-06h/sex; geração:2
157	1.000	1.056	1.014	0.985	1.000	0.971	0.985	1.004	1.004	1.000	1.000	0.940	0.985	1.026	1.039	0.992	1.000	0.950	15/04/94-15h/sex; geração:2
158	1.000	1.043	1.000	0.971	0.985	0.971	0.985	0.995	0.991	1.000	0.985	0.940	0.985	1.013	1.026	0.992	1.000	0.950	15/04/94-19h/sex; geração:2
159	1.000	1.034	1.000	0.971	1.000	0.971	0.985	0.995	0.995	1.000	0.985	0.940	0.985	1.008	1.021	0.992	1.000	0.950	15/04/94-23h/sex; geração:2

estado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Descrição
129	0.385	0.322	0.280	0.033	0.101	0.628	0.236	0.469	0.322	0.100	0.314	0.215	0.323	0.351	0.419	0.560	0.385	0.299	07/01/95-23h/dom; geração:2
130	0.262	0.197	0.200	0.129	0.146	0.657	0.192	0.424	0.247	0.100	0.235	0.176	0.241	0.263	0.351	0.382	0.268	0.178	08/01/95-02h/seg; geração:2
131	0.267	0.209	0.200	0.107	0.139	0.628	0.143	0.416	0.287	0.100	0.221	0.156	0.223	0.272	0.351	0.382	0.267	0.147	08/01/95-06h/seg; geração:2
132	0.251	0.160	0.180	0.083	0.083	0.600	0.154	0.389	0.203	0.100	0.237	0.196	0.223	0.131	0.241	0.368	0.251	0.152	08/01/95-15h/seg; geração:2
133	0.298	0.180	0.200	0.067	0.079	0.601	0.179	0.458	0.247	0.100	0.262	0.196	0.260	0.172	0.259	0.402	0.297	0.191	08/01/95-19h/seg; geração:2
134	0.358	0.280	0.300	0.026	0.123	0.571	0.275	0.528	0.304	0.100	0.301	0.196	0.316	0.263	0.381	0.511	0.358	0.257	08/01/95-23h/seg; geração:2
135	0.234	0.160	0.140	0.136	0.118	0.601	0.194	0.383	0.213	0.100	0.220	0.176	0.228	0.177	0.251	0.325	0.234	0.164	09/01/95-02h/ter; geração:2
136	0.268	0.204	0.200	0.138	0.095	0.600	0.206	0.444	0.189	0.100	0.249	0.196	0.243	0.185	0.243	0.340	0.268	0.149	09/01/95-06h/ter; geração:2
137	0.445	0.481	0.480	0.076	0.213	0.543	0.379	0.680	0.270	0.100	0.405	0.274	0.272	0.405	0.527	0.483	0.445	0.185	09/01/95-15h/ter; geração:2
138	0.371	0.404	0.360	0.081	0.118	0.600	0.302	0.541	0.146	0.100	0.320	0.275	0.260	0.251	0.385	0.505	0.371	0.211	09/01/95-19h/ter; geração:2
139	0.432	0.451	0.420	0.057	0.160	0.600	0.329	0.635	0.243	0.100	0.349	0.274	0.335	0.294	0.454	0.556	0.432	0.270	09/01/95-23h/ter; geração:2
140	0.302	0.272	0.280	0.148	0.107	0.600	0.206	0.480	0.247	0.100	0.261	0.215	0.260	0.240	0.351	0.369	0.455	0.178	10/01/95-02h/qu; geração:2
141	0.300	0.267	0.280	0.146	0.084	0.601	0.192	0.461	0.265	0.100	0.270	0.196	0.272	0.218	0.332	0.396	0.438	0.152	10/01/95-06h/qu; geração:2
142	0.487	0.557	0.560	0.055	0.230	0.600	0.390	0.702	0.299	0.100	0.454	0.353	0.286	0.434	0.556	0.563	0.700	0.164	10/01/95-15h/qu; geração:2
143	0.428	0.400	0.420	0.059	0.160	0.628	0.375	0.600	0.164	0.100	0.361	0.294	0.316	0.273	0.415	0.590	0.573	0.204	10/01/95-19h/qu; geração:2
144	0.412	0.404	0.420	0.088	0.132	0.600	0.329	0.568	0.207	0.100	0.326	0.274	0.316	0.251	0.381	0.504	0.514	0.219	10/01/95-23h/qu; geração:2
145	0.293	0.263	0.260	0.155	0.090	0.629	0.214	0.463	0.230	0.100	0.254	0.215	0.223	0.218	0.297	0.353	0.414	0.136	11/01/95-02h/qui; geração:2
146	0.297	0.260	0.280	0.153	0.073	0.600	0.218	0.466	0.225	0.100	0.262	0.215	0.243	0.196	0.241	0.382	0.417	0.120	11/01/95-06h/qui; geração:2
147	0.456	0.514	0.520	0.067	0.194	0.572	0.348	0.662	0.242	0.100	0.391	0.333	0.260	0.419	0.541	0.501	0.667	0.149	11/01/95-15h/qui; geração:2
148	0.425	0.404	0.420	0.052	0.159	0.657	0.348	0.600	0.145	0.100	0.361	0.313	0.313	0.327	0.453	0.600	0.607	0.178	11/01/95-19h/qui; geração:2
149	0.428	0.424	0.440	0.057	0.150	0.600	0.312	0.604	0.242	0.100	0.341	0.274	0.323	0.327	0.453	0.532	0.575	0.219	11/01/95-23h/qui; geração:2
150	0.304	0.266	0.260	0.155	0.090	0.628	0.218	0.457	0.230	0.100	0.255	0.215	0.240	0.163	0.278	0.339	0.412	0.134	12/01/95-02h/sex; geração:2
151	0.315	0.303	0.300	0.131	0.067	0.600	0.211	0.470	0.230	0.100	0.277	0.235	0.240	0.190	0.276	0.368	0.430	0.121	12/01/95-06h/sex; geração:2
152	0.451	0.544	0.540	0.067	0.212	0.600	0.332	0.666	0.282	0.100	0.415	0.333	0.272	0.434	0.541	0.536	0.667	0.165	12/01/95-15h/sex; geração:2
153	0.420	0.407	0.420	0.050	0.150	0.629	0.329	0.604	0.145	0.100	0.361	0.313	0.313	0.317	0.453	0.600	0.593	0.210	12/01/95-19h/sex; geração:2
154	0.415	0.456	0.440	0.055	0.141	0.600	0.312	0.594	0.185	0.100	0.335	0.294	0.331	0.317	0.473	0.538	0.573	0.233	12/01/95-23h/sex; geração:2
155	0.320	0.266	0.280	0.064	0.112	0.514	0.182	0.477	0.294	0.100	0.272	0.196	0.240	0.142	0.225	0.072	0.328	0.107	15/04/94-02h/sex; geração: 2
156	0.337	0.305	0.320	0.067	0.101	0.514	0.218	0.480	0.236	0.100	0.276	0.215	0.263	0.122	0.225	0.085	0.346	0.107	15/04/94-06h/sex; geração: 2
157	0.495	0.635	0.560	0.164	0.225	0.606	0.289	0.595	0.225	0.100	0.484	0.372	0.272	0.209	0.405	0.082	0.503	0.139	15/04/94-15h/sex; geração: 2
158	0.582	0.569	0.560	0.186	0.275	0.631	0.388	0.648	0.182	0.100	0.507	0.372	0.407	0.163	0.448	0.161	0.569	0.204	15/04/94-19h/sex; geração: 2
159	0.464	0.461	0.440	0.069	0.133	0.602	0.239	0.544	0.345	0.100	0.406	0.274	0.325	0.186	0.426	0.107	0.462	0.147	15/04/94-23h/sex; geração: 2



INSTITUTO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
RUA DO MATÃO, 130
05508-900 - SÃO PAULO, SP

Telefone: (011) 3091-3100
Fax: (011) 3091-3101

ANEXO V

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Eu, abaixo assinado, declaro que sou o autor do trabalho em anexo, e que o mesmo é original e de minha autoria.

Assinatura do Autor: _____
Data: _____

Assinatura do Orientador: _____
Data: _____

ANEXO V

Procedimento para a obtenção de uma declaração de autoria de um trabalho científico, que é necessário para a publicação de um trabalho em uma revista científica ou em um livro.

A declaração de autoria de um trabalho científico é necessária para a publicação de um trabalho em uma revista científica ou em um livro.

DECLARAÇÃO DE AUTORIA - Declaração de autoria de um trabalho científico, que é necessária para a publicação de um trabalho em uma revista científica ou em um livro.

1.1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo principal a obtenção de uma declaração de autoria de um trabalho científico, que é necessária para a publicação de um trabalho em uma revista científica ou em um livro.

Este trabalho tem como objetivo principal a obtenção de uma declaração de autoria de um trabalho científico, que é necessária para a publicação de um trabalho em uma revista científica ou em um livro.

Este trabalho tem como objetivo principal a obtenção de uma declaração de autoria de um trabalho científico, que é necessária para a publicação de um trabalho em uma revista científica ou em um livro.

A declaração de autoria de um trabalho científico é necessária para a publicação de um trabalho em uma revista científica ou em um livro.

O presente trabalho tem como objetivo principal a obtenção de uma declaração de autoria de um trabalho científico, que é necessária para a publicação de um trabalho em uma revista científica ou em um livro.

Este trabalho tem como objetivo principal a obtenção de uma declaração de autoria de um trabalho científico, que é necessária para a publicação de um trabalho em uma revista científica ou em um livro.



XIII SNTPEE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

FL / GOP / 22
Florianópolis - SC / Brasil / 1995

GRUPO X OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS (GOP)

DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO DA CONDIÇÃO OPERACIONAL DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

Christina Courtouke dos Santos *
Companhia Paranaense de Energia - COPEL

Júlio César Tibúrcio
Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEI

RESUMO

Este artigo apresenta uma metodologia para diagnóstico em tempo real de um sistema em regime permanente para diversos estados e configurações, fornecendo informações suficientes para auxiliar o operador na adoção de medidas, efetuando assim uma operação preditiva.

Pretende-se avaliar, para cada estado operativo, qual a segurança do sistema e quais ações são adequadas para intensificação da segurança. Para tanto, técnicas de inteligência artificial são utilizadas.

A concepção funcional do sistema é mostrada, bem como os resultados preliminares de testes efetuados e esclarece ainda as etapas a serem vencidas para implementação prática.

PALAVRAS-CHAVE: análise de segurança, sistema elétrico de potência, centro de operação, inteligência artificial.

1.0 - INTRODUÇÃO

Em Centros de Operação e Controle com funções típicas de supervisão, a monitoração do estado operacional do sistema sob sua responsabilidade, de forma global, é uma tarefa difícil de ser realizada, tendo em vista o volume de dados que deve ser consultado e analisado pelo operador do sistema. Em

geral, ações são tomadas em caráter corretivo após o acionamento de alarmes.

Para efetuar um adequado gerenciamento operacional dos sistemas, pretende-se dotar estes Centros de ferramentas computacionais avançadas, como por exemplo, programas de análise de sistemas processados em tempo real, que podem subsidiar a adoção de medidas preventivas.

A conceituação formal de monitoração de segurança envolve não só o estado corrente do sistema como também a análise das contingências viáveis e mais severas, o que além de implicar numa elevada carga computacional gera um volume significativo de dados, onde nem todas as informações de interesse são evidenciadas, dificultando o diagnóstico.

O fato principal que caracteriza as decisões tomadas num Centro de Operação é o pouco tempo disponível para avaliação quando situações imprevistas ocorrem. Portanto, é desejável que os programas de análise sejam extremamente amigáveis. São de conhecimento público as dificuldades que as empresas enfrentam, ao implantar funções de tempo real complexas, demoradas e de resultados duvidosos.

Não desprezando a importância de metodologias para análise de segurança dinâmica, que é o anseio de quem trabalha em tempo real, este desenvolvimento está fundamentado inicialmente em análise para regime permanente.

*Rua Padre Agostinho, 3.500 - Curitiba - PR
CEP: 80.710-000
Tel.: (041)331-3107 - Fax: (041)335-7788

Este trabalho está sendo desenvolvido primeiramente com o objetivo de apresentação de dissertação de mestrado na Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEL, com dados do sistema da Companhia Paranaense de Energia - COPEL. Nesta fase, o conjunto de dados é previamente determinado e alterado de forma manual para testes. Acredita-se na viabilidade de sua implementação prática posteriormente, integrando-o com dados adquiridos em tempo real.

2.0 - EVOLUÇÃO DOS CENTROS DE OPERAÇÃO

Um Centro de Operação apresenta como uma de suas características típicas, o fato de concentrar um volume elevado de informações de naturezas distintas, quer sejam elétricas, energéticas, hidráulicas ou de telecomunicações, com finalidades diversas. Algumas são utilizadas apenas para registro, outras são necessárias para controle, coordenação ou decisão. Um grande desafio é estabelecer claramente seus interrelacionamentos.

As funções tradicionais que juntas permitem, a partir de dados telemedidos, efetuar análise de segurança estática são:

- configurador de rede;
- estimador de estado;
- fluxo de potência do operador com dados estimados;
- análise de contingências.

No Brasil em particular, até o presente, a capacidade computacional dos centros de controle tem limitado a implantação de funções de análise de segurança em tempo real. As empresas estão se preparando para isso. Algumas já com programas de fluxo de potência e análise de contingências em teste. Não há dúvida que num futuro breve estarão operacionais, cabendo ao pessoal de apoio incentivar, orientar e facilitar seu uso pelos operadores do sistema.

3.0 - ANÁLISE DE SEGURANÇA EM TEMPO REAL

3.1 Conceituação (3)

Segurança é estar livre de riscos ou perigo, o que para redes elétricas é impossível. Portanto, a segurança de um sistema é sempre relativa.

segurança de um sistema de potência → condição que varia continuamente no tempo e que reflete a robustez do sistema, relativamente a distúrbios iminentes.

monitoração de segurança → medidas em tempo real das variáveis que afetam a segurança e provêem as condições para formar o caso base para análise dos efeitos das contingências.

avaliação da segurança → avaliação dos dados provenientes da monitoração, para estimar a robustez relativa (nível de segurança) do sistema no presente estado.

intensificação da segurança → ações específicas adotadas em tempo real para aumentar a robustez do sistema.

Em geral, segurança tem sido considerada como a habilidade de um sistema manter os fluxos nos circuitos e tensões nas barras dentro de limites aceitáveis, com os recursos disponíveis, a despeito de mudanças de carga, e de suportar sem sérias consequências qualquer uma de uma lista de contingências possíveis. Isto pode ser uma forma enganosa de avaliação, pois está baseada num procedimento de classificação arbitrário.

As pesquisas neste assunto ainda não se esgotaram. Vários métodos e abordagens foram desenvolvidos e tiveram seu valor, mas a necessidade dos sistemas atuais e o desenvolvimento tecnológico levam à busca de mais qualidade nas funções relacionadas.

O EPRI - Electric Power Research Institute considera que análise de segurança é um dos aspectos na operação de sistemas que mais necessita de desenvolvimento e incentivo (1).

3.2 Aspectos práticos

É particularmente subjetivo o modo como os operadores monitoram o "estado" do sistema, em termos elétricos. Depende muito do que se espera que aconteça. Por exemplo, uma pequena violação pode ser suportada sem ações corretivas se a carga do sistema estiver decrescendo ou se está próxima uma variação programada favorável do intercâmbio. Numa outra situação, a mesma violação pode gerar uma ação imediata. O bom senso do operador de sistema no momento leva à decisão de correr ou não riscos.

- 3 -

Como um determinado estado operacional de um sistema elétrico de potência pode ser classificado como seguro? A segurança absoluta não existe, há sempre um risco associado. Será que a abordagem tradicional de que deve suportar sem sérias consequências eventuais distúrbios é adequada para uso prático? O que interessa realmente para a operação?

A informação de que os fluxos de potência e as tensões estão dentro de limites é suficiente?

Constata-se, em algumas regiões, que o sistema não suporta, em horários de carga elevada, o desligamento de um elemento sem racionamento. Portanto estaria numa situação insegura. Algumas causas desta possível insegurança são decorrentes de decisões tomadas a nível de planejamento da expansão ou de planejamento da operação e portanto a empresa está assumindo os riscos associados. Qual a utilidade desta informação em tempo real?

Para o operador de sistema, interessa mais estar preparado para enfrentar possíveis problemas nesta área do que somente saber que está numa situação insegura.

Um sistema de avaliação de segurança para ser reconhecido como de uso prático deve considerar as peculiaridades das empresas e seus critérios específicos

Por outro lado também, um sistema pode estar numa situação classificada como segura e, repentinamente, sofrer distúrbios severos que o levem ao colapso parcial ou total, por exemplo por efeitos de perturbações externas ou de situações atmosféricas adversas. Para estas situações, o assunto é outro. Um bom plano ou programa de restabelecimento é a ferramenta de auxílio ao operador.

3.3 Descrição do sistema concebido

Partindo de um conjunto de dados disponível, quer seja proveniente do sistema de supervisão e aquisição processado num estimador de estado ou definido arbitrariamente e previamente armazenado, utilizando programas como fluxo de potência e análise de contingências, pretende-se interpretar os resultados das simulações, detetando os problemas potenciais e respectiva localização, classificar o estado do sistema de forma global através de índices quantitativos e/ou qualitativos e sugerir ações que promovam uma melhoria na segurança operacional do sistema a serem

adotadas preventivamente ou corretivamente em situações de emergência.

Como uma ferramenta de auxílio, busca-se diminuir o fator subjetivo das decisões do operador de sistema, mas nunca eliminá-lo.

Pretende-se com este sistema fornecer periodicamente respostas para as seguintes questões:

- Caso existam, quais são as atuais violações de segurança no estado corrente do sistema de potência e quais são as melhores ações operacionais para aliviar estas violações?
- Quais contingências ou variações de potência causariam violações de segurança, se for o caso, e, para cada uma delas, quais as melhores ações corretivas para aliviar estas violações? Todas as contingências nocivas são gerenciáveis com ações corretivas ou algumas delas requerem ações preventivas?
- Para todas as contingências nocivas que requerem ação preventiva, quais são as melhores ações que as tornam gerenciáveis?

A Figura 1, a seguir sintetiza o interrelacionamento dos módulos funcionais que compõem o sistema.

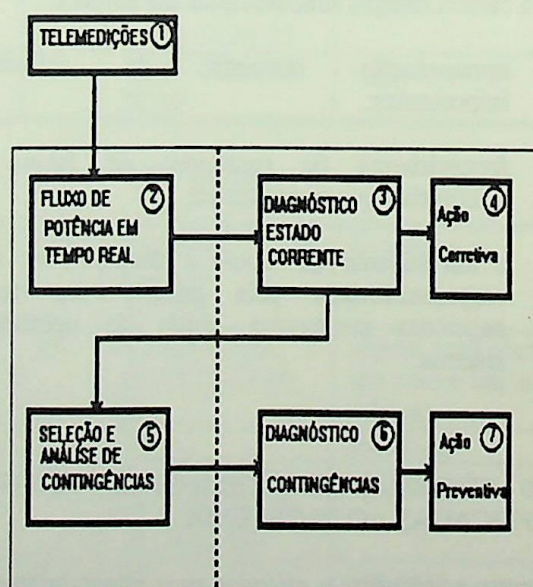


FIGURA 1
Estrutura funcional para análise de segurança

- 4 -

Os módulos 1, 2 e 5 são os tradicionais e os módulos 3, 4, 6 e 7 são os produtos que se quer obter com este desenvolvimento.

Módulo 3 - Diagnóstico do sistema corrente - A partir dos resultados do fluxo de potência representativo do estado corrente, classifica este estado, segundo critérios e métodos específicos, descritos no próximo item.

Módulo 4 - Ação Corretiva - Caso a classificação do sistema tenha resultado não favorável, informa quais as possíveis ações que seriam eficientes para intensificar a segurança do sistema corrente.

Módulo 6 - Diagnóstico de contingências - efetua o diagnóstico de cada uma das contingências simuladas, de forma similar ao módulo 3, considerando agora os critérios de emergência.

Módulo 7 - Ação preventiva - para as contingências que tenham como resultado da classificação não serem gerenciáveis, isto é, caso aconteçam, as ações possíveis não serão suficientes para contorná-las, sugere quais ações, se adotadas preventivamente, poderão torná-las gerenciáveis.

São características fundamentais do sistema:

- apresentação somente de informações importantes;
- fornecimento de resultados de forma mais qualitativa que quantitativa;
- é um sistema de "apoio à decisão", ou seja, a responsabilidade pela adoção das medidas sugeridas permanece sendo do operador do sistema.

4.0 - TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADAS AO PROBLEMA

Dentre as técnicas e métodos para equacionamento do problema, para os módulos de diagnóstico, optou-se pela utilização da técnica de redes neurais com aprendizado não supervisionado, descrita a seguir.

4.1 Formulação do problema de diagnóstico

- Problema: efetuar o diagnóstico de estados operativos
- Entradas: configuração do sistema, medidas de grandezas monitoradas ou calculadas.
- Conhecimento necessário: limites adotados, restrições e critérios operativos.
- Saídas: classificação qualitativa e/ou quantitativa apontando pontos vulneráveis.

4.2 Redes neurais com aprendizado não supervisionado

Este tipo de abordagem conexionista efetua a auto-organização de padrões de entrada em categorias de reconhecimento, proposta em (6) e (7).

Padrões são representados como vetores de comprimento fixo, onde as situações são codificadas na forma de uma sequência de números reais. Pode-se então inferir as regras de classificação a partir dos padrões e descobrir, adaptativamente, quais das características são importantes e quais são irrelevantes.

A partir de um conjunto de padrões de entrada, uma associação destes padrões em grupos semelhantes ("cluster") é efetuada.

Para agrupar os vetores padrão, é necessário efetuar uma escolha da métrica adequada para medição da distância entre os padrões. Estão sendo realizados testes com a utilização da distância euclidiana.

Este algoritmo é apresentado esquematicamente na Figura 2, onde N é o número de características de entrada, P o número de padrões no conjunto de treinamento, K o número de grupos (clusters) a serem formados, x_{ip} a i-ésima característica do padrão de entrada p ($i=1, \dots, N$; $p=1, \dots, P$), b_{ki} o centro do grupo k ($i=1, \dots, N$), ρ o parâmetro de vigilância e r o número de padrões que pertencem ao grupo k ($k=1, \dots, K$).

Se o padrão p muda o grupo de k (o antigo) para j (o novo), então os parâmetros do centro do grupo j são adaptados de acordo com a expressão:

$$b_{ji}(r) = [(r+1) b_{ki}(r+1) - x_{ip}] / r$$

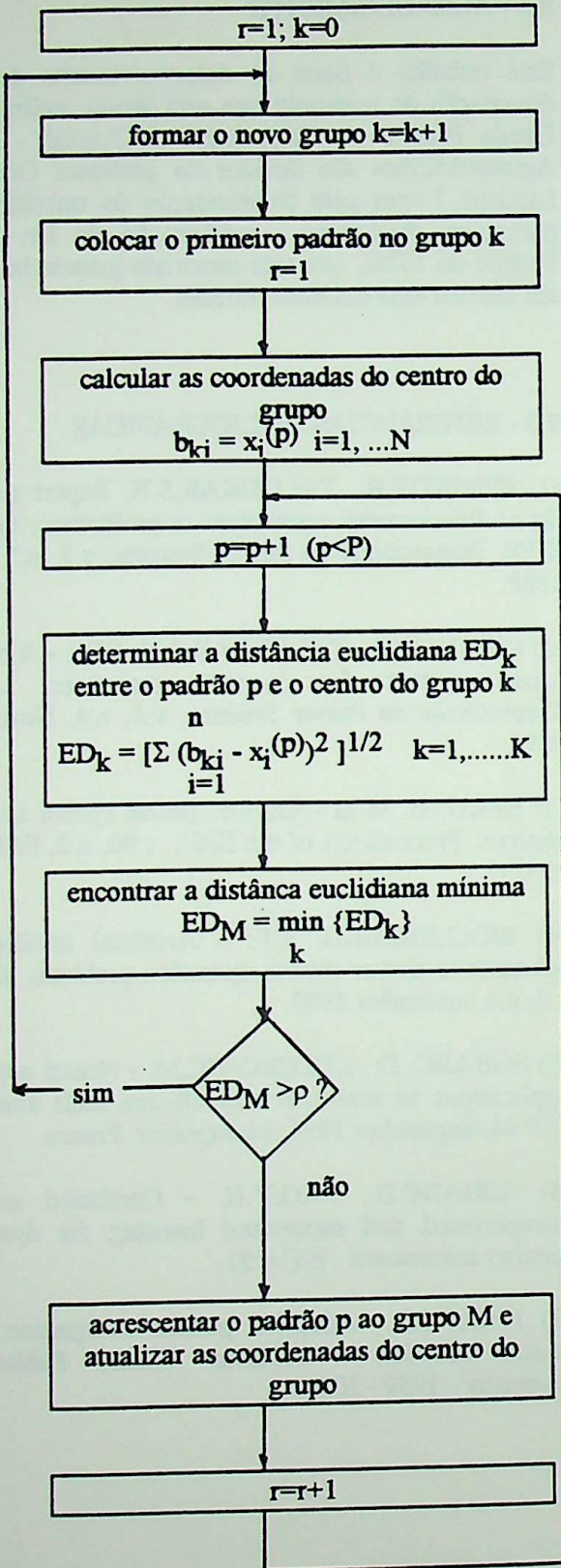


FIGURA 2

Algoritmo do processo de aprendizado não supervisionado

5.0 - RESULTADOS DOS TESTES

Até o momento está em teste o método de diagnóstico.

Para tanto utilizou-se um sistema reduzido (com 66 barras e 204 circuitos) extraído do sistema real que alimenta a região metropolitana de Curitiba

Foram efetuadas diversas simulações, variando a situação de carregamento, configuração e geração, obtendo-se assim os padrões de estado para treinamento através do programa de aprendizado não supervisionado para formação de grupos semelhantes.

O parâmetro de vigilância foi variado e os grupos formados foram avaliados para escolha do mais coerente.

TABELA 1 - Resultado de uma simulação para agrupamento de padrões

(a) Característica: carregamento (MVA)

Nó	Qtd.	Números dos padrões $\rho=0,4$	Diagnóstico
0	9	0,1,2,3,6,16,17,18,22	seguro com carregamento elevado (alerta)
1	5	4,5,19,20,21	inseguro - violação de limites
2	11	7,8,9,10,11,12,23,24,25,26,27	seguro
3	7	13,14,15,28,29,30,31	seguro

(b) Característica: tensão

Nó	Qtd.	Números dos padrões $\rho=0,05$	Diagnóstico
0	13	0,1,2,3,4,6,16,17,18,22,23,24,25	seguro com tensões um pouco baixas (alerta)
1	2	5,20	inseguro
2	15	7,8,9,10,11,12,13,14,15,26,27,28,29,30,31	seguro
3	1	19	inseguro
4	1	21	inseguro

Para cada grupo, o vetor com os valores representativos (centróide) é calculado.

8.0 - AGRADECIMENTO

Um vetor representando um novo estado do sistema, que não foi submetido ao processo de agrupamento pode então ser classificado pela sua semelhança com o grupo que melhor corresponde às suas características.

6.0 - PERSPECTIVAS FUTURAS

Após constatada a potencialidade do método, serão efetuados testes com o sistema completo, gerando um número maior de padrões.

Para implementação prática é necessário associar programas utilizando algoritmos numéricos tradicionais com técnicas de inteligência artificial.

Atenção deve ser dada aos aspectos de observabilidade, modelagem do sistema externo, utilização de programas de simulação confiáveis com o modelo completo do sistema e seleção das contingências de forma criteriosa para otimizar o tempo de processamento

Para os módulos de escolha de ações preventivas e corretivas vislumbra-se a utilização de análise de sensibilidade associada ao uso de técnicas de sistemas especialistas que permitem a introdução de informações decorrentes dos critérios operativos peculiares da empresa, de características específicas de equipamentos e da experiência de especialistas.

7.0 - CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma metodologia que pretende-se utilizar para diagnóstico e caracterização operacional de sistemas elétricos de potência.

Esta metodologia associa técnicas de inteligência artificial com algoritmos numéricos tradicionais.

O diagnóstico é feito através do reconhecimento e comparação do estado de um sistema com padrões, previamente auto-organizados em categorias ("clusters")

Os resultados preliminares dos testes efetuados com um sistema real que abastece a região metropolitana de Curitiba mostram-se bastante promissores.

Este trabalho é parte do desenvolvimento de uma dissertação de mestrado que está sendo realizada na Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEI. Agradecimentos são devidos ao professor Germano Lambert Torres pela co-orientação do trabalho. Em particular, destaca-se a colaboração do Dr. Dejan Sobajic do EPRI, que tem mostrado grande interesse em auxiliar esse desenvolvimento.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CHRISTIE, R., TALUDKAR, S.N. Expert systems for on-line security assessment- a preliminary design. IEEE Transactions on Power Systems, v.3, n.2, May 1988.
- (2) CHRISTIE, R., TALUDKAR, S.N. CQR - A hybrid expert system for security assessment. IEEE Transactions on Power Systems, v.5, n.4, November 1990.
- (3) BALU, N. et al - On-line power system security analysis. Proceedings of the IEEE, v.80, n.2, February 1992.
- (4) WOLLENBERG, B.F. - Artificial intelligence solutions to power system operation problems. IEEE, v.2, n.4, november 1987.
- (5) SOBAJIC, D., KEZUNOVIC, M. - Neural network applications to real-time and off-line fault analysis. IAP 94, September 1994, Montpellier, France.
- (6) SOBAJIC, D., PAO, Y.H. - Combined use of unsupervised and supervised learning for dynamic security assessment. PICA 91.
- (7) PAO, Y.H. - Adaptive pattern recognition and neural network. Addison Wesley Publishing Company - 1989 - EUA.

