



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO



*Dissertação de Mestrado*

**GERENCIAMENTO PRÓ-ATIVO DISTRIBUÍDO  
BASEADO EM LÓGICA DIFUSA**

por

*Ernesto Vasconcelos Carvalho*

Orientador: Prof. Dr. José Neuman de Souza

Co-orientador: Prof. Dr. Arnaldo Dias Belchior

**Universidade Federal do Ceará**  
Centro de Ciências  
Departamento de Computação  
Mestrado em Ciências da Computação

**Ernesto Vasconcelos Carvalho<sup>1</sup>**

**Gerenciamento Pró-Ativo Distribuído  
baseado em Lógica Difusa**

Dissertação submetida  
à Universidade Federal do Ceará  
como requisito parcial  
para a obtenção do grau de  
Mestre em Ciência da Computação

**Orientador: Prof. Dr. José Neuman de Souza**  
**Co-orientador: Prof. Dr. Arnaldo Dias Belchior**

**Fortaleza, 22 de novembro de 1999**

---

<sup>1</sup> Financiado pela CAPES

**Universidade Federal do Ceará**  
Centro de Ciências  
Departamento de Computação  
Mestrado em Ciências da Computação

**Ernesto Vasconcelos Carvalho**

**Gerenciamento Pró-Ativo Distribuído  
baseado em Lógica Difusa**

**Examinadores:**

---

**Prof. Dr. José Neuman de Souza - UFC (Orientador)**

---

**Prof. Dr. Arnaldo Dias Belchior – UNIFOR (Co-Orientador)**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Teresa de Castro Martins – UFC**

---

**Prof. Dr. Joaquim Celestino Júnior - UECE**

---

**Prof. Dr. Joberto Sérgio Barbosa Martins - UNIFACS**

**Fortaleza, 22 de novembro de 1999**

Dedico esta dissertação a meus pais,

José Carlos de Carvalho e Lenira de Vasconcelos Carvalho

Que sempre me apoiaram na realização dos meus sonhos

E a Deus, fonte de tudo o que é bom.

## SALMO 22

O Senhor é meu pastor, nada me faltará.  
Em verdes pastagens ele me faz repousar,  
Conduz-me junto às águas refrescantes,  
Restaura as forças de minha alma.  
Pelos caminhos retos ele me leva,  
Por amor do seu nome.  
Ainda que eu atravessasse o vale escuro.  
Nada temerei, pois estais comigo.  
Vosso bordão e vosso báculo são o meu amparo.  
Preparais para mim a mesa  
A vista de meus inimigos.  
Unges minha cabeça com óleo,  
Transborda a minha taça.  
A vossa bondade e misericórdia hão de seguir-me  
Por todos os dias da minha vida,  
E habitarei na casa do Senhor  
Por dias sem fim.

## AGRADECIMENTOS

Tudo que era fantasia, um dia se fez sonho com o meu ingresso no mestrado. Tudo que se fez sonho, agora é realidade dando espaço a novos interesses. Fantasias se transmutam em sonhos que amadurecem rumo à realidade. E o ciclo continua!

Neste dia, uma página da minha vida é passada dando lugar a outra. Uma página em branco que ainda hei de preencher. Assim, o presente se faz passado e o que antes era futuro, evolui ocupando agora o seu espaço.

Muitos contribuíram para a concretização deste momento presente, passado. Direta ou indiretamente, vários ajudaram na realização deste fato incentivando-me ao longo desta caminhada. A elas dedico este meu momento de alegria.

Meus pais, José Carlos de Carvalho e Lenira de Vasconcelos Carvalho, os grandes precursores a apregoarem este acontecimento. Meus maiores incentivadores! Gostaria de lembrar também de meu irmão e irmãs, pois eles também compartilham desta alegria e de minha avó e tios com os quais resido atualmente.

Agradeço ao Prof. José Neuman pela confiança em mim depositada e pelos vários momentos de orientação. Ao Prof. Arnaldo Belchior, eu agradeço pela dedicação despendida a esta dissertação. Considero este, um verdadeiro trabalho de equipe tendo como idealizador o Prof. Joaquim Celestino através do seu envolvimento durante o início deste.

Aos professores e funcionários do programa, meu profundo agradecimento pelos conhecimentos transmitidos e pelo auxílio recebido. Particularmente ao Prof. Augusto Creto Vidal por acreditar na minha determinação e empenho quando ainda era aluno de graduação nesta mesma instituição.

À CAPES e FUNCAP pelo apoio financeiro.

Teço agradecimentos a instituição POP-RNP/CE, na pessoa de Ricardo Novais, por ter cedido a infra-estrutura deste setor e pela forma agradável com a qual fui recebido para a implementação deste trabalho. Agradeço também à pessoa de Paulo Benício e Otávio Fontenele, pelas dúvidas esclarecidas durante o aprendizado de Java.

Agradeço aos meus amigos Marcelo Bezerra, e Akemi Adachi e a toda a minha turma de mestrado que sempre estiveram próximos me apoiando e incentivando. E a todos os meus amigos e amigas com os quais compartilhei ótimos momentos de lazer e descontração, cito meus amigos eternos do Colégio Cearense e também Lília Martins, Aretusa Lopes e meu primo Walter Sales.

A **Deus**, Uno e Trino, minha fortaleza, meu refúgio, confiança e gratidão. À Maria, **Nossa Senhora Rainha da Paz**, pelas graças derramadas e bênçãos recebidas. Obrigado Jesus, Maria e José!

Obrigado a todos aqueles cujos nomes não são citados aqui, mas que guardo junto a meu coração!

# Conteúdo

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice</b> .....	<b>vi</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>ix</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>x</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	<b>xi</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>xii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>01</b>
1.1 Objetivos do Trabalho .....	02
1.2 Organização do Trabalho .....	03
<b>2. GERÊNCIA DE REDES E SISTEMAS</b> .....	<b>05</b>
2.1 Funções do Gerenciamento de Redes .....	06
2.2 Paradigma de Gerenciamento Gerente/Agente .....	07
2.3 Modelo de Gerência .....	08
2.3.1 Modelo de Gerência OSI .....	09
2.3.1.1 O Protocolo CMIS .....	10
2.3.1.2 Gerência de Desempenho .....	11
2.3.1.3 Gerência de Falhas .....	12
2.3.1.4 Gerência de Contabilização .....	13
2.3.1.5 Gerência de Configuração .....	13
2.3.1.6 Gerência de Segurança .....	14
2.3.2 Modelo de Gerenciamento Internet .....	16
2.3.2.1 Métodos de Acesso as Informações da MIB .....	18
2.3.2.1.1 Polling .....	18
2.3.2.1.2 Traps .....	18
2.3.2.2 Management Information Base (MIB) .....	19
2.3.2.3 O Protocolo SNMP .....	22
2.3.2.4 Segurança no SNMP .....	23
2.3.2.5 O SNMPv2 .....	24
2.3.2.6 O SNMPv3 .....	24
2.3.3 Outros Modelos de Gerência .....	25
2.3.3.1 Modelo de Gerenciamento DMTF .....	26
2.3.3.2 Modelo de Gerenciamento JMAPI .....	26
2.4 Avaliação Crítica dos Modelos de Gerência .....	27
<b>3. GERÊNCIA PRÓ-ATIVA</b> .....	<b>30</b>
3.1 Monitoramento Remoto de Redes .....	33
3.2 Objetivos do Monitoramento Remoto .....	35
3.3 Controle dos Dispositivos de Monitoração Remoto .....	37
3.4 Grupos da RMoN I MIB .....	38
3.5 Grupos da RMoN II MIB .....	39
3.6 Informações utilizadas no Gerenciamento de Redes de Computadores .....	41
3.6.1 etherStatsPkts/etherStatsOctets .....	41
3.6.2 etherStatsBroadcastPkts/etherStatsMulticastPkts .....	41

3.6.3 etherStatsCRCAlignErrors .....	43
3.6.4 etherStatsUndersizePkts/etherStatsFragments .....	43
3.6.5 etherStatsOversizePkts/etherStatsJabbers .....	44
3.6.6 etherStatsCollisions .....	44
3.6.7 etherStatsDropEvents .....	45
3.6.8 Monitoramento de outros parâmetros .....	45
3.7 Baseline ou Perfil da Rede .....	46
3.8 Estado Atual dos Sistemas de Gerenciamento Pró-Ativos .....	46
3.8.1 Sistema Olho-Vivo .....	46
3.8.2 Agente 6 .....	47
3.8.3 Modelo [Franceschi96] .....	48
3.8.4 Modelo [Watzko97] .....	49
3.9 Considerações .....	50
<b>4. LÓGICA DIFUSA .....</b>	<b>51</b>
4.1 Conceituação Formal .....	53
4.2 Conceitos Básicos com Conjuntos Difusos .....	56
4.3 Operações com Conjuntos Difusos .....	58
4.3.1 Operações t-norm, t-conorm e s-norm. ....	60
4.3.2 Operações Algébricas com Conjuntos Difusos .....	62
4.4 Medidas de Similaridade .....	63
4.5 Números Difusos LR .....	64
4.6 Variável Lingüística .....	65
4.6.1 Modificadores .....	66
4.7 Relação Difusa .....	67
4.7.1 Regra Composicional max-min .....	68
4.7.2 Regra Composicional de Inferência .....	69
4.7.3 Projeção Cilíndrica / Extensão Cilíndrica .....	71
4.8 Princípio da Extensão .....	71
4.9 Distribuição Probabilística x Distribuição Possibilística .....	72
4.10 Sistemas Difusos .....	73
4.10.1 Desfuzificação.....	75
4.10.2 Sistemas Especialistas.....	76
4.10.3 Sistemas Especialistas Difusos .....	78
4.10.4 Controladores Difusos .....	80
<b>5. O MODELO DE GERENCIAMENTO DIFUSO .....</b>	<b>82</b>
5.1 A Comunicação em Ambientes Distribuídos .....	82
5.1.1 CORBA em Sistemas de Gerenciamento de Redes .....	86
5.1.2 A Linguagem JAVA .....	87
5.2 Uma Metodologia para a Gerência Pró-Ativa Distribuída .....	88
5.3 A Diagnose da Rede .....	92
5.4 O IDL do Modelo Distribuído .....	94
5.5 Sistema de Verificação Global .....	102
5.6 A MIB Difusa .....	104
5.7 BTNG .....	107

<b>6. ANÁLISE DE UM SEGMENTO MONITORADO POR MEIO DA TEORIA DIFUSA .....</b>	<b>108</b>
6.1 Projeto de um Sistema Difuso .....	109
6.2 Motor de Inferência Difuso .....	115
6.3 Controladores Difusos .....	116
6.4 Fundamentação Lógica do Sistema Difuso .....	122
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>127</b>
<b>7.1 TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>129</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>130</b>
Apêndice A – ASN.1 da MIB DIFUSA	
Apêndice B - Instância de Objetos da MIB DIFUSA	
Apêndice C – Definição das Regras aplicadas no Modelo Proposto	
Apêndice D – Perfil do Comportamento da Rede RNP/POP-CE	
Apêndice E – Resultados Inferidos pelo Sistema Difuso	

## Lista de Figuras

2.1 – Modelo Estação de Gerência/Agente (Cliente/Servidor).....	08
2.2 – Quebras de Segurança .....	14
2.3 – Modelo Cliente/Servidor do Gerenciamento SNMP.....	16
2.4 – Arquitetura de um Agente Procurador.....	18
2.5 – Representação da MIB em Árvore .....	20
2.6 – Estrutura da Gerência INTERNET.....	22
2.7 – Formato de uma mensagem SNMPv3 .....	25
2.8 – O <i>Manageability Stack</i> DMTF .....	26
3.1 – Associação entre a Tabela de Controle e de Dados.....	36
3.2 – Grupos das MIBS RMoN1 E RMoN2.....	39
3.3 – Sistema OLHO-VIVO .....	46
3.4 – Arquitetura do Sistema AGENTE 6.....	48
3.5 – Modelo [FRANCESCHI96].....	49
3.6 – Modelo [WATZKO97] .....	49
4.1 – Função de Pertinência das Mulheres de Meia Idade.....	55
4.2 – Números Difusos Pontual, Triangular, Trapezoidal e Gaussiano.....	56
4.3 – União e Interseção dos Conjuntos Difusos A e B.....	60
4.4 – Potenciação de Conjuntos Difusos.....	63
4.5 – Número Difuso Triangular e Número Difuso Trapezoidal do Tipo LR.....	65
4.6 – Termos Lingüísticos da Variável Lingüística Idade.....	66
4.7 – Sistema de Lógica Difusa.....	75
4.8 – Estrutura Geral de um Sistema Especialista [SCHNEIDER96] .....	79
5.1 – Arquitetura CORBA.....	85
5.2 – Modelo de Gerenciamento Pró-Ativo Distribuído.....	89
5.3 – Verificação da Situação Temporal da Rede.....	102
5.4 – Módulo de Configuração do Sistema de Verificação Global.....	104
5.5 – Estrutura Hierárquica da MIB Difusa .....	105
5.6 – Fluxo de Execução do Modelo .....	107
6.1 – Variável Lingüística OVERSIZE.....	114
6.2 – Variável Lingüística Utilização da Rede.....	114
6.3 – Variável Lingüística Situação da Rede.....	114
6.4 – Modelo Geral de um Motor de Inferência Difuso.....	117
6.5 – Conjunto Difuso Resultante da Cláusula Conclusiva da Regra 01.....	118
6.6 – Conjunto Difuso Resultante da Cláusula Conclusiva das Regras 02 e 03.....	119
6.7 – Conjunto Difuso Resultante da Cláusula Conclusiva da Regra 04.....	119
6.8 – Conjunto Difuso Resultante da União de todos os Conjuntos Anteriores.....	119

## **Lista de Tabelas**

4.1 – Distribuição de Possibilidade do Termo Lingüístico VELHO.....	73
4.2 – Distribuição de Probabilidade do Termo Lingüístico VELHO.....	73

## Lista de Abreviaturas

ARP	<i>Address Resolution Protocol</i>
ASN.1	<i>Abstract Syntax Notation 1</i>
BOA	<i>Basic Object Adapter</i>
BTNG	<i>Beholder - The Next Generation</i>
CORBA	<i>Common Object Request Broker Architecture</i>
CSMA/CD	<i>Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection</i>
DCE	<i>Distributed Computing Environment</i>
DII	<i>Dinamic Invocation Interface</i>
DMTF	<i>Desktop Management Task Force</i>
DSI	<i>Dinamic Skeleton Interface</i>
FDDI	<i>Fiber Distribution Data Interface</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GIOP	<i>General InterOrb Protocol</i>
ICMP	<i>Internet Control Message Protocol</i>
IDL	<i>Interface Definition Language</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IIOB	<i>Internet InterORB Protocol</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
ISO	<i>International Standardization for Organization</i>
ISO ODP	<i>ISO Open Distributed Processing</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
M2M	<i>Manager-to-Manager</i>
MIB-2	<i>Management Information Base Two</i>
NMF	<i>Network Management Forum</i>
OID	<i>Object Identifier</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
ORB	<i>Object Request Broker</i>
OSF	<i>Open Software Foundation</i>
OSI	<i>Open System Interconnection</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PDU	<i>Protocol Data Unit</i>
RARP	<i>Reverse Address Resolution Protocol</i>
RFC	<i>Request for Comments</i>
RMoN	<i>Remote Monitoring Network</i>
SMF	<i>System Management Function</i>
SMI	<i>Structure of Management Information</i>
SNM	<i>SunNet Manager</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>

## Resumo

Devido aos novos requisitos de complexidade e flexibilidade inerentes às redes de computadores e de telecomunicações atuais, são indispensáveis sistemas de gerência de redes mais eficientes e flexíveis. O gerenciamento pró-ativo de redes vem-se adequar a este novo paradigma. Com base nisto, sistemas devem ser capazes de prever de forma inteligente, todas as situações previsíveis de degradação do desempenho da rede e das aplicações por ele suportadas, antes que as falhas venham a ocorrer.

O presente trabalho explora o uso da lógica difusa na modelagem de um sistema, que adquira a visão do especialista de gerência de redes, sintetize os conhecimentos e as condições existentes, e diagnostique as situações a partir deste, tratando com uma visão lingüística as incertezas inerentes ao processo de gerência de redes. Para isso, regras de um controlador difuso e de um sistema especialista difuso são aplicadas de forma distribuída sobre a rede como um todo, e sobre cada dispositivo gerenciado.

Uma experimentação do modelo proposto foi desenvolvida nas dependências do Ponto de Presença da Rede Nacional de Pesquisa no Ceará (RNP-POP/CE).

## **Abstract**

Due to the new complexity and flexibility requirements inherent to nowadays computer and telecommunications networks, more efficient and flexible network management systems are mandatory. Pro-active network management systems come in handy with respect to this new paradigm. Therefore, systems must be able to intelligently predict all possible situations of performance degradation of both the network and the applications that it supports before a failure may occur.

This work is motivated by the interest in exploring and proposing a model for fuzzy logic usage for dealing with a network management system. Such model incorporates an expert's vision, synthesizing the knowledge and the existing conditions in order to diagnose possible degrading situations. The decisions are made through a linguistic (formal) vision of the uncertainties inherent to the management process. To achieve this, fuzzy controller rules and fuzzy expert systems are applied in a distributed way to the whole network as well as to each and every managed device.

A testbed of the model herein proposed was implemented at the Point of Presence of the National Research Network Backbone in Ceará, Brazil (RNP-POP/CE).

# CAPÍTULO 1

## 1 Introdução

Os meios de comunicações têm exercido um papel importante na história da humanidade. A evolução no uso de máquinas processadoras de dados teve um grande impulso a partir da II Guerra Mundial onde organizações científicas e militares despertaram para o uso de computadores de grande porte (*mainframes*), cujo processamento era feito a válvulas. Neste contexto, os *mainframes* eram usados como uma melhor forma de codificar informações para as bases aliadas e como meio de automatizar a decodificação de informações secretas e militares de dados dos inimigos.

Com a evolução tecnológica ocorrida ao longo das últimas quatro décadas e a diminuição dos custos computacionais, tornou-se cada vez mais atraente a troca de informações através dos módulos processadores localizados em diversos pontos de uma organização ou em locais geograficamente distantes. A necessidade de interconexão desses módulos processadores, para permitir o compartilhamento de recursos de *hardware* e *software* e a troca de informações entre seus usuários, criou o ambiente propício para o desenvolvimento das redes de computadores.

Nos últimos anos, as redes de computadores e telecomunicações têm sido indispensáveis nas atividades desempenhadas em organizações nacionais e internacionais. Muitos protocolos de comunicação foram projetadas, sendo necessário uma gerência que forneça mecanismos de controle e administração mais eficientes.

Os sistemas de gerência foram projetados para monitorar as informações e auxiliar na solução dos problemas manifestados pelas redes de computadores. Tais sistemas são baseados na abordagem reativa, pois os problemas só são resolvidos após terem ocorrido,

ou seja, ocorre um problema, o sistema identifica e alerta o gerente que fica encarregado de solucioná-lo. Em contrapartida, vem sendo discutido uma outra abordagem: o gerenciamento pró-ativo.

O Gerenciamento Pró-Ativo objetiva identificar situações que possam levar a um mal funcionamento do sistema e tentar corrigi-las antes que o desempenho do sistema seja degradado. Dessa forma, busca-se manter o funcionamento normal da rede que é caracterizada pelo seu perfil de funcionamento.

As empresas estão se conscientizando da importância de se anteciparem aos problemas futuros da rede, cada vez mais pressionando os fabricantes de equipamentos a oferecerem produtos que viabilizem a gerência pró-ativa.

A notável capacidade do ser humano de tomar decisões em ambientes complexos, repletos de incerteza e imprecisão, pode em grande parte, ser atribuída a sua maneira de raciocinar explorando a “tolerância à imprecisão” [Zadeh 94] na análise de problemas. Segundo Zadeh [Zadeh 65], lógica difusa (ou lógica nebulosa) é uma extensão da lógica clássica (booleana) para tratar o conceito de verdade parcial, isto é, valores verdade entre “completamente falso” e “completamente verdade”. Ela permite interpretar o comportamento da rede em termos do senso comum presente nas interpretações humanas com uma forte abordagem matemática e uma semântica mais rica que os Sistemas Especialistas Convencionais. A lógica difusa foi aplicada neste trabalho objetivando a identificação do funcionamento normal da rede e de situações indesejáveis ao seu desempenho.

Objetivando um monitoramento mais minucioso ao longo dos recursos gerenciados, este trabalho busca distribuir as informações ao longo da rede pelo uso da plataforma CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*). Para tal, uma base de informações foi modelada a fim de armazenar as informações específicas das regras em questão.

## 1.1 Objetivos do Trabalho

Este trabalho se propõe a realizar um estudo na área de gerenciamento de redes, especificamente a gerência pró-ativa, dando um enfoque especial no uso da lógica difusa como uma solução para o tratamento das incertezas inerentes ao processo de verificação do estado da rede. O seu principal objetivo é apresentar um paradigma distribuído para a aná-

---

lise pró-ativa fazendo uso da lógica difusa como ferramenta matemática para a verificação e diagnose da rede. Os objetivos específicos dessa dissertação são:

- Fazer uma explanação e uma avaliação crítica comparativa das principais arquiteturas de gerenciamento;
- Dar uma visão geral dos Sistemas Especialistas Difusos e Controladores Difusos, tendo comentários sobre os aspectos históricos que levaram ao surgimento desses sistemas e aspectos técnicos intrínsecos à sua implementação;
- Apresentar um modelo que faça o gerenciamento pró-ativo distribuído sobre toda a rede;
- Explicar o paradigma de distribuição no diagnóstico das possíveis falhas apresentado nesse trabalho;
- Fazer a modelagem por meio de uma IDL que caracterize o fluxo de distribuição dos dados do modelo;
- Modelar uma base de informações capaz de armazenar informações específicas para o monitoramento pró-ativo da rede fazendo uso da lógica aplicada;
- Apresentar um estudo de caso mostrando os aspectos práticos de como usar a lógica difusa no gerenciamento pró-ativo.

Este trabalho contribui para a área de Redes de Computadores com um texto didático e sintético. No âmbito da gerência pró-ativa, este trabalho contribui:

- Definindo um modelo geral para o gerenciamento de redes que trata a gerência pró-ativa de forma distribuída possibilitando a gerência de várias redes simultâneas ou mesmo fazendo uso de múltiplos gerentes;
- A formulação de uma especificação em IDL que caracterize o fluxo de informações do modelo proposto;
- O novo paradigma de gerenciamento fazendo uso da lógica difusa;
- Um estudo de caso que demonstre a validação do modelo feito sobre as dependências do Ponto de Presença da Rede Nacional de Pesquisa do Estado do Ceará (RNP-POP/CE).

## 1.2 Organização do Trabalho

---

O presente trabalho está organizado em oito capítulos cuja estrutura é apresentada abaixo.

O Capítulo 2 apresenta os principais conceitos envolvidos na gerência de redes. Apresenta as principais metas buscadas pela gerência de redes e como estas metas podem ser alcançadas.

O Gerenciamento Pró-Ativo de Redes é discutido no Capítulo 3. Este capítulo conceitua a gerência pró-ativa, mostra os passos de sua evolução dando uma visão de como o monitoramento remoto tem sido feito sobre uma ou várias redes.

O Capítulo 4 explana sobre a lógica difusa. Seus conceitos, paradigmas e áreas de aplicação são discutidos e também a diferença entre: possibilidade, termo muito usado na Teoria Difusa, e probabilidade, comumente estudado na matemática clássica. Este capítulo também explora as técnicas adotadas pelos Sistemas Especialistas Difusos para o seu processo de inferência.

O Capítulo 5 mostra como a lógica difusa pode ser aplicada no gerenciamento de redes, expondo o modelo elaborado para a realização do mesmo. Uma modelagem em IDL também é mostrada.

O Capítulo 6 mostra um estudo de caso e o Capítulo 7 conclui esta dissertação.

---

# CAPÍTULO

# 2

## 2. Gerência de Redes

Há pouco tempo atrás as ferramentas de gerência de redes eram bastante limitadas, não dispunham de facilidades existentes hoje, como por exemplo, a gerência de equipamentos de diferentes fabricantes, a visualização de mapas de redes e a compatibilidade dos dados coletados com softwares de banco de dados dominantes no mercado.

Na década de 70 começou a surgir a necessidade de padronização na troca de informações. Dezenas de documentos de padronização foram definidos pela ISO, IEEE, IETF e outros. Este último, representado pelo *Internet Activity Board* (IAB) é responsável pela publicação de recomendações denominadas de RFC (*Request for Comments*). Atualmente, existem mais de 2000 RFCs definidas.

O objetivo deste capítulo não é esgotar o assunto sobre gerência, mas fornecer uma visão geral do processo de gerenciamento de redes, bem como disponibilizar referências sobre o assunto.

A gerência de redes engloba métodos para planejar, supervisionar, monitorar e controlar qualquer atividade da rede. O propósito da gerência é permitir aos provedores e usuários que a rede e seus componentes sejam utilizados com eficiência, buscando manter a qualidade de serviço oferecida.

À proporção em que se diversifica o número de tecnologias de sistemas operacionais, de protocolos de rede e de elementos necessários à interconecção destes ambientes, a atividade de gerência se torna mais importante e complexa. A rápida evolução na tecnologia de redes aumenta a frequência com que surgem novos elementos agregados à rede corporativa, constituindo-se em novos elementos de rede a serem gerenciados.

Conceitualmente, um nó gerenciado é qualquer dispositivo como:

- Estações de trabalho, servidores de terminais ou impressoras;
- Um sistema de roteamento (roteadores);
- Um dispositivo de interconexão de rede como pontes, *hubs*<sup>2</sup> ou multiplexadores;
- E mais especificamente em alguns casos, sistemas de software.

A solução para possibilitar a gerência integrada dos elementos de diferentes tecnologias e de diferentes fabricantes em uma rede passa pela utilização de uma arquitetura aberta de gerência de rede. Uma arquitetura aberta especifica um conjunto de protocolos não proprietários. Com isso, um mesmo sistema de gerência pode coletar e tratar informações de maneira uniforme, consistente e executar operações sobre um determinado elemento de rede, não importando o seu tipo ou seu fabricante. Novos elementos podem ser incorporados obedecendo as especificações previstas a fim de que novos recursos sejam adicionados aos já existentes, permitindo uma administração mais eficaz.

Três considerações são relevantes para a gerência de uma rede [Franceschi96]:

- o administrador deve manter os vários elementos de rede operando eficientemente, considerando os diversos tipos de protocolos usados para conectá-los em diferentes segmentos;
- deve manter, também, o funcionamento normal da rede para uma população de usuários, a qual cresce normalmente e é modificada constantemente; e,
- deve manter seu projeto sempre atualizado e garantir a satisfação dos seus usuários.

## 2.1 Funções do Gerenciamento de Redes

As funções do gerenciamento de redes podem ser agrupadas nas seguintes categorias:

- **Monitoramento.** Função de leitura onde são coletadas informações sobre os elementos de rede gerenciados;

---

<sup>2</sup> Hubs são componentes de interconectividade que provêem uma conexão comum entre computadores em uma topologia fisicamente estrela.

---

- **Análise.** Inferência dos dados coletados da rede a fim de permitir a tomada de decisões;
- **Controle.** Função de escrita permitindo a alteração da configuração dos componentes da rede.

## 2.2 Paradigma de Gerenciamento Gerente/Agente

Dois ou mais processos podem associar-se para prover uma aplicação de gerenciamento. As interações entre tais processos são modeladas por meio de operações e notificações de gerenciamento. Segundo a especificação [ISO/IEC DIS 10040-91], os processos envolvidos na aplicação podem assumir os seguintes papéis:

- **Gerente.** Envia operações a serem realizadas pelos agentes sobre os seus respectivos elementos gerenciados. Múltiplos gerentes podem cooperar e assim permitir uma gerência integrada entre uma ou várias redes.
- **Agente.** Tem como finalidade prover uma interface entre o gerente e um conjunto de objetos gerenciados. O processo agente executa as operações de gerenciamento emitidas pelo processo gerente fornecendo uma visão dos objetos gerenciados através da emissão de uma notificação ao gerente. Em síntese, sua principal função é esperar por um evento e responder a um ou mais gerentes.

O Paradigma de Gerenciamento Gerente-Agente está geralmente organizado de um modo distribuído, com relação aos agentes espalhados ao longo da rede e centralizado em relação ao gerente, aproximando-se muito do conceito cliente/servidor [Tanenbaum92]. De acordo com este modelo, um único gerente pode controlar diversos agentes, ou mesmo um agente pode desempenhar o papel de cliente quando ele próprio solicita um serviço a outro dispositivo.

Conforme pode ser visto na figura 2.1, o Gerente é o processo de aplicação de um sistema de processamento, com a finalidade de coletar informações dos agentes espalhados pela rede e tratá-las no seu conjunto para análise e apresentação visando a solução de problemas ou tomadas de decisão. Ao gerente cabe o envio de operações a serem realizadas pelos agentes sobre os elementos gerenciados.

---

O Agente é o processo de aplicação que é implementado em cada elemento de rede, que tem por finalidade prover uma interface com o elemento a ser gerenciado para coletar as informações relativas ao seu funcionamento no mundo real.

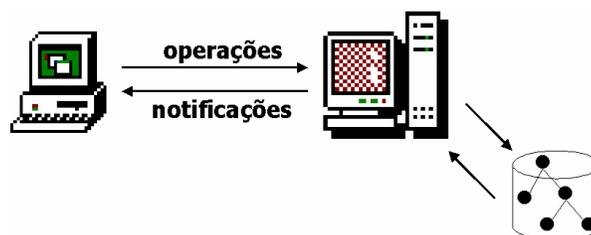


Figura 2.1. Modelo Estação de Gerência/Agente (Cliente/Servidor)

Todo o código de interface com o usuário é contido no lado do gerente. Uma vez obtidos os dados de vários agentes ou até mesmo outros gerentes, o gerente trata o dado e apresenta-o ao usuário. O gerente também é conhecido como aplicação de gerência. Todo sistema de gerência é intrinsecamente distribuído.

Uma desvantagem do modelo Gerente-Agente, é o fato de ele não ser adequado ao desenvolvimento e execução de aplicações distribuídas [Redlich98], por causa de sua natureza tipicamente estática e hierárquica.

## 2.3 Modelos de Gerência

O gerenciamento de uma rede de computadores necessita de uma base de dados para o armazenamento dos objetos gerenciados. Assim, um componente fundamental em um sistema de gerenciamento é a Base de Informações de Gerenciamento ou MIB [ISO/IEC 7498-4] a qual é um repositório destes objetos. Quando um gerente solicita a um agente informações relativas a um determinado elemento gerenciado, o agente responde à consulta enviando um relatório baseado no conteúdo de sua MIB.

Um objeto gerenciado é a abstração de um recurso sujeito a gerência a qual representa as propriedades do objeto. Objetos Gerenciados OSI são definidos em termos de:

- **Atributos.** Propriedades atribuídas aos objetos gerenciados;
- **Operações.** O conjunto de operações cujos objetos gerenciados estão submetidos;

- **Notificações.** Informações emitidas pelos agentes aos gerentes, informando sobre a ocorrência de algum evento previamente configurado nos objetos gerenciados; e
- **O relacionamento entre os objetos gerenciados.**

Acreditou-se que através de padrões abertos seria possível adquirir, operar e interoperar plataformas de diversos fornecedores. Poder-se-ia, por exemplo, ter uma ferramenta de distribuição de software compartilhando dados com ferramentas de diversas plataformas de gerência através da implementação de uma gerência de configuração de sistemas corporativos. Infelizmente os produtos atuais não suportam esse tipo de interação, principalmente no que diz respeito a integração com as diversas plataformas de hardware e software utilizadas.

Existe uma quantidade relativamente alta de grupos trabalhando em padrões para a área de gerência. E muitos deles estão trabalhando na mesma área sem que haja qualquer tipo de coordenação entre eles. Em virtude disto, aparece uma diversidade de modelos para gerência (ISO, IETF, DMTF, NMF, OSF). Esta variedade de padrões fez com que alguns deles fossem utilizados em áreas de problemas específicos.

### 2.3.1 Modelo de Gerência OSI

O *Open System Interconnection Reference Model* (RM-OSI) é definido pelos padrões [ISO/IEC 7498-4] e [ISO/IEC DIS 10040-91]. Elaborado pela *International Organization for Standardization*<sup>3</sup> (ISO), ele fornece uma base comum que permite o desenvolvimento coordenado de padrões para a interconexão de sistemas.

Conforme [Soares95], o RM-OSI não define a arquitetura de uma rede. Isso acontece porque ele não especifica com exatidão os serviços e protocolos de cada camada. Ele simplesmente "diz o que cada camada deve fazer". Entretanto a ISO produziu, e continua produzindo, documentos que definem com precisão os serviços e protocolos de cada uma das camadas do RM-OSI. Esses documentos são publicados como padrões internacionais.

---

<sup>3</sup> Os membros da ISO são os órgãos de padronização internacional dos 89 países membros, do qual o Brasil faz parte através da ABNT.

---

A arquitetura de gerência OSI é constituída por um conjunto de ferramentas e serviços necessários para controlar e supervisionar as atividades de gerência em recursos gerenciados.

De modo similar ao modelo proposto neste trabalho, o modelo OSI baseia-se na arquitetura cliente/servidor onde um dos elementos assume o papel de agente e o outro, gerente. Estes elementos trocam informações através de operações de gerência geradas pelo gerente e notificações emitidas pelo agente. O modelo proposto neste trabalho utiliza a divisão em áreas funcionais de gerência proposta pela gerência OSI na definição de um modelo geral de gerenciamento.

### 2.3.1.1 O Protocolo CMIS<sup>4</sup>

O CMIS provê um conjunto de operações para a troca de mensagens entre os gerentes e agentes com o intuito de manipular a(s) MIB(s). Essas operações são as seguintes:

1. **M-Get.** A estação de gerência solicita o valor de um objeto ao agente.
2. **M-Cancel-Get.** Cancela o M-Get anterior. Pode ser usado caso o M-Get consuma muitos recursos.
3. **M-Set.** Modifica os atributos de um objetivo gerenciado.
4. **M-Action.** Realiza alguma ação em um objetivo gerenciado.
5. **M-Create.** Cria uma nova instância de um objetivo gerenciado.
6. **M-Delete.** Remove uma instância de um objeto gerenciado.
7. **M-Event-Report.** Informa a ocorrência de algum tipo de evento.

As primeiras seis primitivas definem operações de iniciativa do gerente. A primitiva M-Event-Report define uma notificação, ação de iniciativa do agente. Todas as primitivas são utilizadas com confirmação, no entanto as primitivas M-Set, M-Action e M-Event-Report podem também ser utilizadas sem confirmação.

A comunicação é realizada pelo protocolo *Common Management Information Protocol* (CMIP) através de um conjunto de serviços de gerência oferecidos pelo CMIS.

---

<sup>4</sup> O *Common Management Information Service* (CMIS) é responsável pela transmissão das mensagens de gerência no modelo OSI.

---

O ambiente de gerência OSI pode ser particionado em domínios de gerência. Este particionamento pode ser feito com base em requisitos funcionais (por exemplo segurança, contabilização, falhas), mas também por outros requisitos (por exemplo localização geográfica, tecnologia).

Para uma melhor qualidade nos serviços oferecidos pela rede, a ISO dividiu a gerência de redes em cinco áreas funcionais, também chamadas *System Management Functions* (SMF): gerência de desempenho, gerência de falhas, gerência de configuração, gerência de contabilidade, e gerência de segurança [ISO/IEC 7498-4].

### 2.3.1.2 Gerência de Desempenho

A Gerência de Desempenho inclui o controle contínuo por meio da coleta e análise dos dados coletados da rede, tais como, taxa de erros, *throughput*<sup>5</sup>, tempo de resposta e taxa de utilização da interface, e por fim o acionamento de outras funções de gerenciamento, tais como a gerência de configuração para ajuste do problema ou gargalo detectado e gerência de contabilização para o cálculo dos custos envolvidos no funcionamento eficiente da rede.

Através de estatísticas de desempenho, pode-se promover ações para antecipar-se a problemas que venham a ocorrer pela degradação crescente dos tempos de resposta, motivadas por problemas ou por saturação da capacidade dos equipamentos ou dispositivos da rede. O sistema deve possibilitar o estabelecimento de limiares permitidos para cada elemento gerenciável, de forma que sejam emitidas notificações para motivar a uma ação caso estes valores sejam atingidos.

Com relação aos dados de desempenho, eles geralmente se enquadram em uma dentre duas possibilidades: ou são dados estáticos, ou são dados que sofrem constantes atualizações. Com isto, a atividade de coleta de dados também apresenta características distintas: ou coletam-se os dados apenas uma vez, ou então a atividade de coleta é realizada continuamente. Quando realizando a coleta de informações, deve-se levar em conta algumas considerações:

- o início e o encerramento da coleta de informações devem ser flexíveis;
- a coleta pode envolver um elemento, um conjunto de elementos ou mesmo todos os elementos que compõem um sistema;

---

<sup>5</sup> *Throughput* é a porção da largura de banda que está sendo utilizada pelos dados.

- a atividade de coleta algumas vezes necessita ser monitorada remotamente;
- os dados coletados devem ter informações sobre o instante no qual foram levantados (*timestamp*), o que leva a necessidade de funções de sincronização;
- deve-se fazer uma análise de utilização dos recursos de rede, pois existe ocupação da mesma quando se efetua transferência de informações de gerência entre os agentes e os gerentes;
- o acesso aos dados de gerência deve ser restrito.

### 2.3.1.3 Gerência de Falhas

O principal objetivo da gerência de falhas é determiná-la tão rápido quanto possível e identificar sua causa de forma a minimizar o trabalho de reparo. Portanto a gerência de falhas envolve três etapas: detecção, isolamento e correção. A seguir são catalogados alguns problemas relacionados à detecção de falhas:

- **Falhas não observadas.** Alguns problemas são difíceis de serem detectados localmente. Por exemplo, a existência de *deadlock* entre processos cooperativos distribuídos.
- **Falhas parcialmente observadas.** Falhas em um nó de gerenciamento podem ser observadas, mas a observação pode não ser suficiente para determinar precisamente o que está acontecendo. Por exemplo, um nó pode estar com problemas de desempenho devido a algum protocolo de baixo nível.
- **Falhas em observação.** Mesmo quando observações detalhadas são possíveis, elas podem ser incertas e mesmo inconsistentes, quando associadas com a observação. Por exemplo, a falta de resposta de um determinado dispositivo remoto pode significar que o dispositivo está com mal funcionamento ou que a rede está lenta, o que está causando um atraso na resposta.

É importante isolar a falha quando detectada para que se possa consertar o problema. A seguir são catalogados alguns problemas relacionados ao isolamento das falhas [Stalling97]:

- **Múltiplas causas.** Os pontos potenciais e os tipos de falhas são maiores quando múltiplas tecnologias são envolvidas. A correlação dessas falhas é importante para a interpretação de sua(s) causa(s).
-

- **Interferência entre diagnose e procedimentos locais de recomposição.** Procedimentos locais para o conserto de falhas podem destruir evidências da natureza da falha, eliminando a possibilidade de uma diagnose.
- **Ausência de ferramentas automáticas.** Testar e isolar falhas, sem as ferramentas adequadas pode despende muito tempo e dificultar o trabalho do administrador.

O principal benefício para o gerenciamento de falhas é o aumento da confiabilidade da rede, dando ao engenheiro ferramentas para a detecção de falhas tão logo elas ocorram.

Muitos métodos para automatizar a identificação de falhas tem sido utilizados. Dentre eles, o mais comum chama-se correlação de eventos<sup>6</sup> ou de alarmes.

As técnicas de correlação de eventos buscam identificar padrões ou tendências nos alarmes gerados de forma que múltiplas manifestações de uma única falha possam ser tratadas como uma unidade [Freira98]. Uma das razões de se utilizar técnicas de correlação de eventos é diminuir o número de informações redundantes apresentadas ao gerente da rede.

#### 2.3.1.4 Gerência de Contabilização

A Gerência de Contabilização envolve a medida do uso de recursos da rede usados por um usuário ou grupos de usuários com o objetivo de estabelecer medidas de consumo, cotas e cobrança dos serviços.

Em suma, a Gerência de Contabilização é o processo de coletar estatísticas sobre a rede. Tais informações são úteis para a alocação de recursos da rede como, espaço em disco, uso de CPU, uso de impressora, etc.

O principal benefício da Gerência de Contabilização é a capacidade de relatar informações de contabilidade ou uso dos recursos permitindo assim utilizar tais informações no processo de planejamento de capacidade da rede, políticas de segurança, *design* da rede, etc.

#### 2.3.1.5 Gerência de Configuração

---

<sup>6</sup> A Correlação de Eventos consiste na interpretação de múltiplos eventos gerados na rede tratando esse conjunto de eventos como uma unidade, com um novo significado.

---

A Gerência de Configuração diz respeito à inicialização, manutenção, e desligamento de componentes individuais e sub-sistemas lógicos dentro de uma configuração de máquinas e recursos [Stalling97].

Os principais benefícios da gerência de configuração é que ele permite ao gerente da rede ter um maior controle sobre a configuração dos dispositivos de rede, este controle é alcançado devido ao acesso rápido às informações de configuração dos dispositivos distribuídos fazendo uso de comparações entre a configuração atual da rede com outras previamente armazenadas no sistema.

A modificação de certos atributos que representam um determinado nó gerenciado é responsável por uma determinada ação a ser tomada na rede. Desta forma, o gerente da rede, fazendo uso dos recursos de monitoração, pode determinar o que deve ser modificado em um nó de rede para que uma determinada ação seja tomada.

### 2.3.1.6 Gerência de Segurança

Com a evolução dos computadores, redes e sistemas distribuídos, cresceu a necessidade de ferramentas automáticas para a proteção de arquivos e outras informações. A gerência de Segurança é responsável por proteger as informações encontradas nos dispositivos de redes<sup>7</sup>, bem como as que trafegam nas redes de computadores.

O Fluxo Normal de uma informação vai de uma origem, que pode ser um arquivo ou uma região de memória principal, para um destino, que pode ser um outro arquivo ou um usuário. Em [Stalling97] podem ser encontradas diversas categorias de quebra de segurança, ilustradas através dos diversos cenários (b) a (e) da Figura 2.2.

- **Interrupção.** A informação não consegue chegar ao seu destino devido à interrupção do fluxo normal de informações.
- **Interceptação.** Alguém não autorizado ganha acesso ao sistema e consegue “escutar” a comunicação.
- **Modificação.** Alguém não autorizado ganha acesso ao sistema e modifica a informação recebida, retransmitindo-a ao seu destino.

---

<sup>7</sup> Dispositivos de Comunicação são Computadores Hospedeiros (terminais, estações de trabalho, PCs, etc.) que estão nas pontas das redes e Equipamentos de Comunicação, dispositivos utilizados para interligar diferentes redes.

---

- **Mascaramento.** Alguém não autorizado simula ser parte do sistema, gerando a sua própria informação para o destino.

O esquema de segurança deve tentar prevenir os ataques acima mencionados por meio da manutenção da segurança da informação através do controle de acesso a recursos e o controle do processo de criptografia.

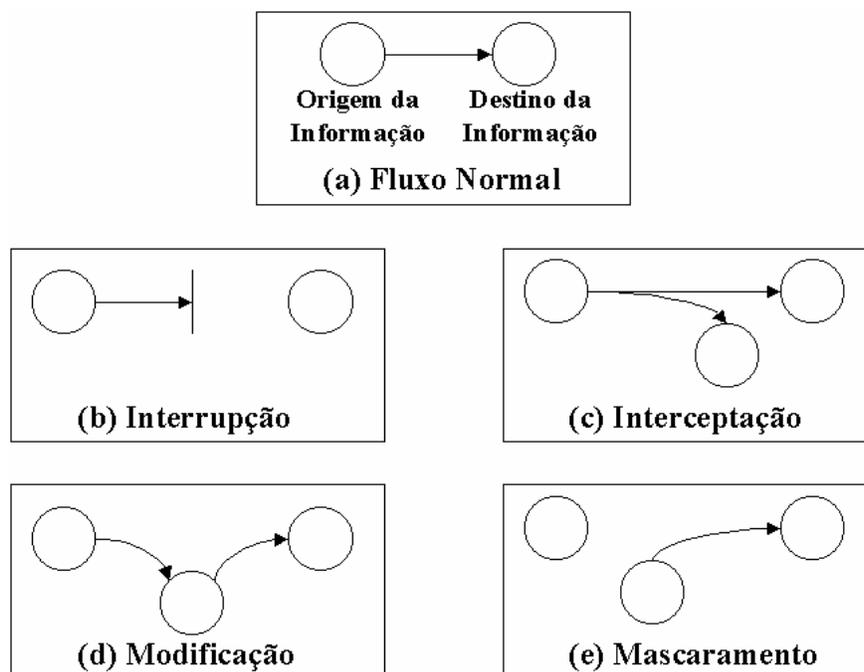


Figura 2.2 Quebras de Segurança

O Controle de Acesso diz respeito à identificação das entidades (origem/destino), autenticação<sup>8</sup> e autorização para a utilização dos serviços. Enquanto isso, o processo de criptografia envolve os chamados algoritmos de criptografia, além da distribuição e do estabelecimento de chaves públicas e privadas; garantindo assim, que a informação não poderá ser decifrada por terceiros.

Outra modelo de gerenciamento bastante difundido é provido pela Arquitetura Internet. Com o amadurecimento da pilha de protocolos TCP/IP, o Modelo de Gerenciamento Internet garante a interoperabilidade entre os computadores. Foram empregados novos

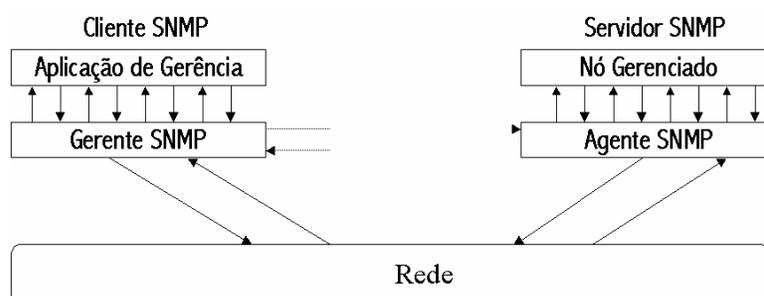
<sup>8</sup> A autenticação depende da origem que deve incluir em qualquer mensagem uma informação que garanta que a origem é autêntica.

esforços para o desenvolvimento de um protocolo simples e básico que resolvesse os problemas de gerência dessas redes, surgindo então, o SNMP como protocolo de gerência para ambientes de redes TCP/IP.

### 2.3.2 Modelo de Gerenciamento Internet

O protocolo SNMP foi introduzido pelo IETF em 1988 como padrão internet. Desde então, tem-se tornado a base para a gerência de dispositivos heterogêneos em redes locais ou WANs. Ele foi criado para suprir as necessidades de gerência que vinham aumentando com o crescimento da Internet [Stevenson95] e a demora nas especificações de gerência definidas pela ISO.

O modelo utilizado pelo SNMP é definido em [RFC 1157] como sendo o modelo agente/estação de gerência. Ele é um modelo essencialmente cliente/servidor onde agentes e estação de gerência utilizam o protocolo SNMP para uma comunicação padronizada entre as partes. A figura 2.3 mostra o relacionamento entre agentes SNMP e a estação de gerência.



2.3 Modelo Cliente/Servidor do Gerenciamento SNMP

Nos últimos anos, o padrão SNMP e a especificação da MIB-II têm se apresentado como mecanismo dominante para o gerenciamento de equipamentos de rede. Agentes de software presentes nestes equipamentos coletam informações sobre o tráfego de rede. Enquanto que o Gerente, de posse destas informações tem conhecimento sobre o volume de tráfego que entra e sai em cada dispositivo monitorado, mas desconhece o comportamento deste tráfego na rede local como um todo.

Um agente SNMP é um *software* que normalmente reside no sistema gerenciado, como um servidor de arquivo ou um *hub*. Esta entidade é responsável por receber pedidos

de gerenciamento e interpretá-los, executando-os sobre o sistema gerenciado<sup>9</sup> e retornando com a resposta apropriada. Adicionalmente, o agente pode informar ao gerente através de operações de *trap*, situações que foram pré-definidas como sendo situações anormais do sistema.

O protocolo SNMP foi o primeiro protocolo de gerenciamento não proprietário, público, fácil de ser implementado e que possibilita o gerenciamento efetivo de ambientes heterogêneos. O modelo de gerenciamento SNMP é um esquema centralizado, isto é, uma estação é configurada como gerente e os demais elementos da rede desempenham o papel de agentes ou *proxy* agentes, que servem como procurador para aqueles equipamentos que não implementam o SNMP [Sloman96].

Seguindo a evolução do protocolo SNMP, o SNMPv2 admite a existência de um gerenciamento distribuído, com estações configuradas para exercerem o papel de gerentes e agentes e com possibilidade de comunicação entre gerentes para a troca de informações de gerência. Tal modelo de distribuição é útil em redes corporativas onde um gerente corporativo é capaz de centralizar informações obtidas por outros gerentes departamentais.

Já uma estação de gerência é um sistema com uma ou mais aplicações que interagem com o gerente através de um protocolo de gerência. O protocolo provê o mecanismo para o gerenciamento, enquanto que as aplicações determinam a política usada para esse gerenciamento [Rose91].

O protocolo de gerência SNMP é utilizado para transferir informações entre a estação de gerência e os diversos agentes distribuídos pela rede. Ele utiliza o paradigma de depuração remota (*Remote Debugging*), no qual a estação de gerência pode inspecionar ou alterar variáveis sobre uma base de dados do sistema gerenciado.

Não é difícil encontrar máquinas gerenciadas através do protocolo SNMP, uma vez que a maioria possui a pilha de protocolos TCP/IP que se tornou um padrão de fato nas grandes redes. Mas para dispositivos que não implementam SNMP, tais como modems, é empregado o conceito de *proxy* (ou procurador). Neste esquema um agente procurador é responsável por fazer o mapeamento entre a pilha de protocolos UDP/IP e o protocolo de gerência proprietária presente na máquina proprietária, conforme visto na figura 2.4 [Sloman96]. Isto permite a comunicação entre o gerente e qualquer dispositivo presente na re-

---

<sup>9</sup> Sistema Gerenciado corresponde a um conjunto de nós gerenciados.

---

de, assim o agente não mantém o dispositivo localmente mas age como uma interface para o objeto gerenciado.

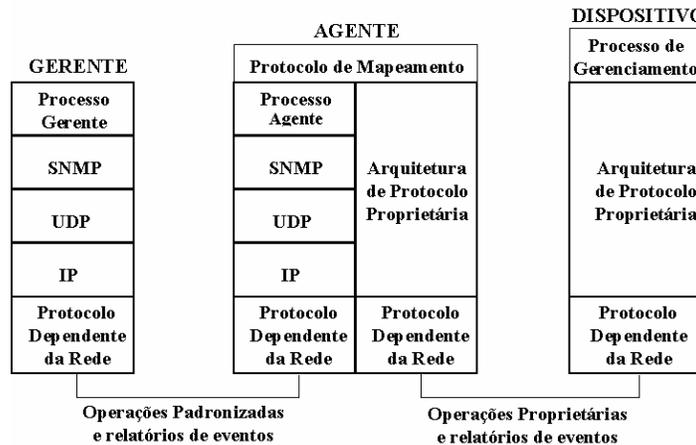


Figura 2.4 Arquitetura de um Agente Procurador

A seguir são discutidos dois métodos de acesso às informações que são peças chave na manipulação das bases de dados de informação de gerência ou simplesmente MIBs.

### 2.3.2.1 Métodos de Acesso às Informações da MIB

Basicamente, existem duas formas de coletar informações dos agentes. A primeira delas é o *polling*, que é uma interação do tipo pedido/resposta entre o gerente e o agente SNMP. Outra forma é o *trap*, que é uma comunicação iniciada pelo agente onde o gerente assume o papel de ouvinte, recebendo informação sobre o estado corrente do agente.

#### 2.3.2.1.1 Polling

A fim de limitar a emissão de *traps* pelos agentes, a maioria das informações recebidas pelo gerente é transmitida através de *polling*. Para evitar que o *polling* seja feito apenas no momento da inicialização ou em resposta a um *trap* é importante definir uma política que estabeleça sua frequência de emissão. Esta política está relacionada ao tamanho da rede e o número de agentes que podem ser efetivamente gerenciados pela estação de gerência.

#### 2.3.2.1.2 Traps

Se uma estação é responsável por vários agentes, e cada agente mantém diversos recursos, torna-se impraticável para a estação colher informações dos agentes para todo objeto sendo gerenciado. Para contornar esse problema é usada a técnica de *trap-direct polling* ou *event report*.

No *trap-direct polling* a estação de gerência fica aguardando notificações dos agentes sobre qualquer evento não usual. Cabe aos agentes informar tais eventos às estações de gerência quando os mesmos ocorrem.

A gerência SNMP é composta por três componentes:

- a estrutura de informações de gerência (*Structure of Management Information – SMI*) [RFC1155],
- A base de informações de gerência (*Management Information Base – MIB*) [RFC1212] e [RFC1213],
- Protocolo para gerência de rede (*Simple Network Management Protocol – SNMP*) [RFC1157].

### 2.3.2.2 *Management Information Base (MIB)*

A Base de Informação de Gerenciamento (MIB) é um modelo que define precisamente as informações que estão acessíveis utilizando um protocolo de gerência. Usando uma estrutura hierárquica, conforme vista na figura 2.5, a MIB modela através de variáveis, cada dispositivo sendo gerenciado.

A MIB é definida segundo um conjunto de regras chamado *Structure of Management Information (SMI)*, definida em [RFC1155]. O SMI define como as informações de gerência são agrupadas e nomeadas, as operações e tipos de dados permitidos e a sintaxe para a definição das MIBs.

No SNMP um nó gerenciável é representado por meio da linguagem *Abstract Syntax Notation 1 (ASN.1)* cuja função é:

- Definir o formato das informações trocadas pelo protocolo de gerência;
- Definir as estruturas de dados que representam os nós gerenciados.

Em essência, um modelo de informação é composto pelos seguintes elementos [Soloman96]:

- Modelo para estruturação da informação;
  - Modelo para representação de nomes;
-

- Modelo para representação dos dados;
- Modelo para representação de relacionamentos.

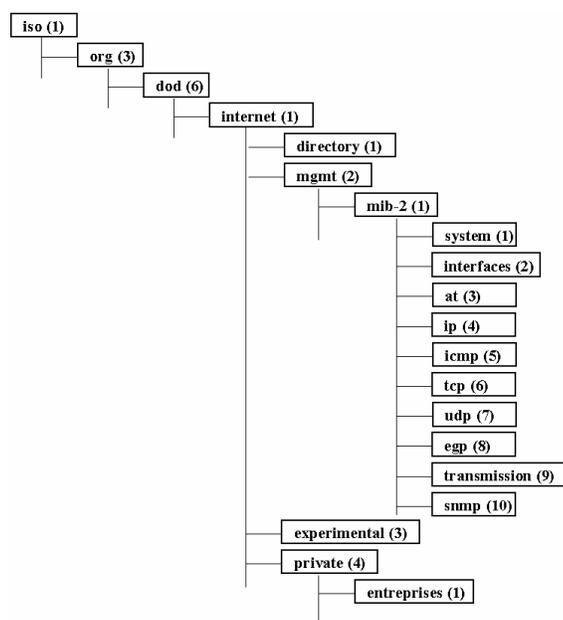


Figura 2.5. Representação da MIB em árvore

As MIBs apresentam os três modelos de representação e o gerente se encarrega de implementar o modelo de estruturação da informação.

Neste contexto, o Modelo para a Estruturação da Informação busca proporcionar uma organização na forma de como a informação está disposta. Já os nomes dos objetos identificam a origem e o destino para as operações de gerência e para as notificações. Com isto é importante que um nome identifique de modo distinto cada um dos recursos que fazem parte do sistema.

Na gerência OSI e Internet utiliza-se a ASN.1 como forma de definição dos tipos de dados associados com os atributos e parâmetros. A gerência OSI além da ASN.1, ainda utiliza uma sintaxe para a organização das classes dos objetos, descritas em *Guidelines for Definition of Managed Objects - GDMO* [ISO/IEC DIS101654-91]. GDMO é a linguagem de *templates* utilizada para definir as características de objetos gerenciados.

A vantagem no uso de ASN.1 é a não dependência de plataforma. Em ASN.1 as informações são distribuídas segundo um modelo baseado em árvore. Cada objeto<sup>10</sup> nessa árvore contém as seguintes informações:

- Um identificador de objeto (OID).
- Um texto curto que define este objeto.

Identificadores de Objetos (OIDs) são uma seqüência de inteiros, não negativos, separados por um ponto, representando a posição do objeto na hierarquia da árvore [Perkins93]. OIDs são escritos em uma das seguintes formas:

Sintaxe:

```
“{ { { <nome> [ “(“ <número> “)” ] } | [ <nome> “(“ <número> ”)” ] ... “}”  
ou <número> [ “.” <número> ] ...
```

```
Exemplo: { iso org(3) dod(6) internet(1) mgmt(2) mib-2(1) interfaces(2) }  
ou 1.3.6.1.2.1.2.
```

Em ASN.1 este identificador é declarado da seguinte forma:

```
Interfaces OBJECT IDENTIFIER ::= { iso org(3) dod(6) internet(1) mgmt(2) mib-  
2(1) 2 }.
```

Um objeto da MIB é uma abstração com sintaxe e semântica própria. A sintaxe define uma instância do objeto enquanto que a semântica define o comportamento do objeto naquele momento [WWW04]. Os objetivos são estáticos, compilados a partir de uma linguagem de descrição para um formato binário que agentes e aplicações de gerência podem compreender. Um objeto instanciado é também conhecido como variável. O valor de uma variável é a menor unidade que apresenta alguma informação de gerência.

A MIB-I explica e define informações necessárias ao monitoramento e controle das redes baseadas em TCP/IP [RFC 1156]. Sua segunda versão veio com a MIB-II [RFC1213] que estende as informações definidas na MIB-I.

Cada nó a ser gerenciado é modelado como um objeto e armazenado na MIB. A idéia é que, em cada nó gerenciado se tenha uma MIB que será uma abstração deste nó sen-

---

<sup>10</sup> Um objeto SNMP é uma estrutura de dados identificada unicamente por um OID (*Object Identifier*) e representa um nó gerenciado.

do gerenciado. Por exemplo, as informações contidas em um computador modelam os seus estados naquele momento. Uma estação de gerência poderá monitorar estes nós lendo os valores na MIB, e controlando-os pela modificação de seus valores.

### 2.3.2.3 O Protocolo SNMP

O protocolo SNMP está constituído sobre o protocolo sem conexão da família Internet (*User Datagram Protocol* – UDP) utilizando as portas de comunicação 161 (para emitir operações de gerência aos agentes) e 162 (para emitir alarmes aos gerentes).

O SNMP provê um conjunto de operações simples para a troca de mensagens entre os gerentes e agentes com o intuito de manipular a(s) MIB(s). Em SNMP, as operações permitem alteração ou inspeção de variáveis da MIB. Elas são as seguintes:

- **Get.** A estação de gerência solicita o valor de um objeto ao agente.
- **Set.** A estação de gerência solicita a modificação do valor de um objeto ao agente. Uma característica importante do operador *set* é a unicidade, já que se pode alterar valores de mais de uma variável em um único comando. Logo, se o *set* falhar para alguma variável, as outras não serão alteradas.
- **Trap.** Permite ao agente enviar uma mensagem ao gerente, em situações pré-definidas. Esta operação também tem a capacidade de adicionar novos tipos de *traps* em adição aos já definidos pelo protocolo.
- **GetNext.** A estação solicita ao agente da MIB o próximo objeto na ordem lexicográfica<sup>11</sup>.

As PDU's (*Protocol Data Unit*) SNMP e toda a informação de gerência internet estão definidas de acordo com um subconjunto da sintaxe ASN.1. Desta forma, para sua operação, o protocolo necessita de funções de codificação imediatamente acima da camada de transporte (UDP). Essas funções de codificação operam de acordo com um conjunto de regras básicas de codificação, conhecidas como *Basic Encoding Rules* (BER), conforme visto na Figura 2.6 extraído de [Busmann98].

---

<sup>11</sup> A ordem lexicográfica permite a Estação de Gerência percorrer toda a estrutura da MIB sem a necessidade de conhecer o OID do objeto. Basta para isso, fornecer um identificador de instância para um objeto e solicitar o próximo objeto na ordem.

---

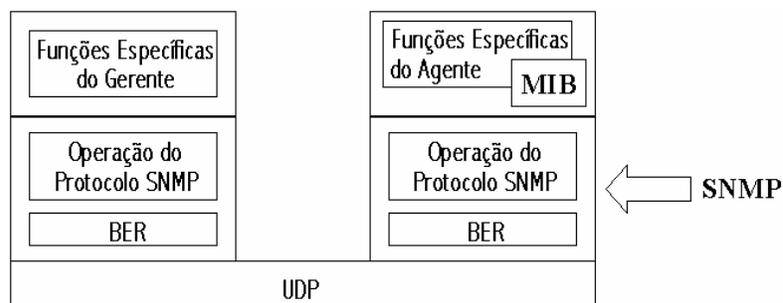


Figura 2.6 Estrutura da Gerência Internet

O número simplificado de comandos SNMP, facilitam enormemente a implementação de aplicações; por outro lado, fraquezas como a segurança limitam o escopo no desenvolvimento destes softwares de gerenciamento.

#### 2.3.2.4 Segurança no SNMP

O SNMP possui uma capacidade limitada para tratar segurança [RFC 1157]. Para isso ele utiliza o conceito de comunidade.

A comunidade é um nome único dentro de cada agente, que define o relacionamento entre um agente SNMP e uma ou mais estações de gerência. Enfim, define características de acesso, autenticação e *proxy* [Stalling97]. Sempre que uma estação (gerente) necessitar realizar alguma operação com a MIB deste agente, ela deve conhecer previamente a comunidade configurada.

A gerência de redes é uma aplicação distribuída onde estações de gerência e agentes são interligados pelo protocolo SNMP. Para que isso seja possível, existe toda uma política de deliberação de informações, caracterizada nos seguintes aspectos:

1. Serviço de autenticação. Autenticar é ter a certeza de que o gerente é quem ele realmente diz ser. A autenticação é tomada pelo campo de comunidade presente em toda mensagem SNMP<sup>12</sup>.
2. Política de acesso. Com o uso de várias comunidades o agente disponibiliza diferentes formas de acesso a MIB às diversas estações.
3. Serviço de *proxy*. O agente pode agir como um *proxy* para outras estações de gerência.

<sup>12</sup> Uma mensagem SNMP consiste de um identificador de versão, o nome da comunidade SNMP, e uma Unidade de Dados de Protocolo (PDU).

No SNMP, quem possuir o nome da comunidade estará ao mesmo tempo identificado, autenticado e autorizado.

A fim de sanar algumas deficiências do SNMP, como por exemplo, a segurança, surgiu o SNMPv2 através da [RFC 1442], editada em abril de 93 e complementadas em janeiro de 96 com a [RFC 1902].

### 2.3.2.5 O SNMPv2

Em 1993 foi produzido um novo padrão: o SNMPv2. No entanto o SNMPv2 tornou-se muito mais complexo do que já era o SNMPv1. Com isto, observa-se uma grande resistência por parte dos fabricantes na implementação deste.

Os principais tópicos tratados pelo SNMPv2 são a melhoria no desempenho e funcionalidade do protocolo, segurança e a possibilidade de construir uma hierarquia de gerentes.

Foram definidas duas novas PDUs: GetBulkRequest e InformRequest. A primeira aumenta a eficiência do protocolo, por permitir que o Gerente obtenha grandes blocos de dados de uma só vez. É por meio da PDU InformRequest que um Gerente envia notificações a outro gerente.

Com relação à segurança, o SNMPv2 faz uso de criptografia e do conceito de SNMPv2 *party* para garantir a autenticidade e o controle de acesso. A troca de informações entre entidades é realizada entre *parties*, garantindo a segurança das informações.

A MIB M2M (*Manager-to-Manager*) suporta a comunicação Gerente-Gerente, fazendo com que um Gerente intermediário desempenhe o papel de monitor remoto de informações de tráfego de uma sub-rede.

Tal protocolo não foi muito bem aceito pelos fabricantes devido a sua complexidade na execução de seus processos. A IETF decidiu lançar uma adaptação do SNMPv2, onde parte da segurança baseada em *parties* é removida, voltando a fazer uso do mecanismo de *community* do SNMPv1. Esta versão é conhecida como SNMPv2C, isto é, SNMPv2 baseado em *community*.

### 2.3.2.6 SNMPv3

---

A terceira versão do SNMP ainda está em fase de definição pelo IETF e está especificada nas seguintes RFCs:

- [RFC 2271]. Descreve uma arquitetura para a definição de ambientes de gerenciamento SNMP.
- [RFC 2272]. Descreve o processamento e o envio de mensagens.
- [RFC 2273]. Especifica várias aplicações SNMPv3.
- [RFC 2274]. Descreve o USM (*User-based Security Model*) que provê autenticação e privacidade das mensagens.
- [RFC 2275]. Descreve o VACM (*View-based Access Control Model*) que define mecanismos de controle de acesso sobre os Objetos Gerenciados na MIB.

O SNMPv3 inclui mecanismos de segurança (autenticação e criptografia). As mensagens SNMP contém campos para dados globais (tais como a versão do SNMP, o identificador da mensagem, o tamanho máximo da mensagem, o modelo de segurança e o nível de segurança), campos para as informações de segurança e campos para o escopo dos nomes (identificador de contexto e nome) e finalmente a PDU, conforme pode ser visto na figura 2.7 [Cherkaoui98].

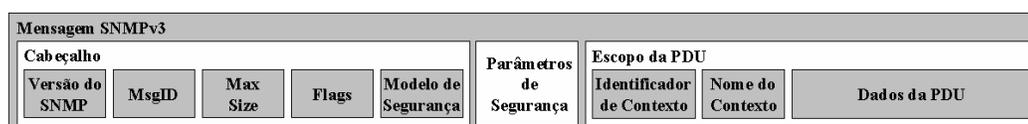


Fig. 2.7 Formato de uma mensagem SNMPv3

### 2.3.3 Outros Modelos de Gerência

Existe uma bibliografia vasta que trata do assunto comunicação entre processos.

[Gray97] discute, com detalhes, mecanismos como *pipes*, *message queues*, *semaphores*, *shared memory*, *sockets* e *remote procedure call* - RPC. [Rosenberry93] descreve os conceitos básicos do ambiente para computação distribuída (*Distributed Computing Environment* - DCE) da *Open Software Foundation* - OSF. [Sieg96] descreve os fundamentos do *Common Object Request Broker Architecture* - CORBA. Em [Bussmann96] tem-se uma discussão comparativa entre mecanismos de comunicação baseados em *sockets*, RPC, *message queues*, DCE e CORBA. [Orfali97] trata da programação em ambientes cliente/servidor utilizando Java e CORBA.

Em Sistemas de Gerência, os mecanismos de comunicação mais comuns utilizados são o *Simple Network Management Protocol* - SNMP [Feit95][Rose95][Rose96][RFC 1157][Stalling96] e o *Common Management Information Protocol* - CMIP [ISO/IEC 7498-4][Stalling97][Sloman96][Udupa96]. [Pras95] faz uma excelente comparação entre estes modelos de gerência.

Entretanto, alguns modelos emergentes como o *Desktop Management Interface* - DMI [DMTF96] e o *Java Management API* - JMAPI [JMAPI96] tem proposto outros modelos para a gerência de sistemas.

### 2.3.3.1 Modelo de Gerenciamento DMTF

O *Desktop Management Task Force* (DMTF) é um grupo de trabalho constituído pelo consórcio de diversos fabricantes e tem como principal objetivo prover um modelo para a gerência do ambiente de PCs.

O DMTF propôs um modelo conhecido como *Desktop Management Interface* (DMI) [DMTF96], o qual instancia uma pilha de protocolos de gerência chamada *Manageability Stack* (MS), visto na figura 2.8. O MS gerência tanto ambientes locais quanto remotos.

A proposta DMI descreve um conjunto de API's de suporte ao desenvolvimento de aplicações de gerência e de agentes. A troca de mensagens entre os processos é baseada em RPC [Gray97].

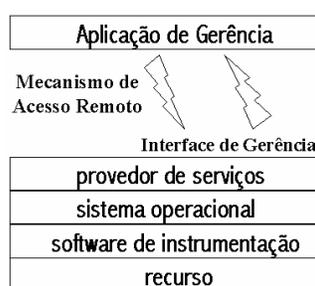


Figura 2.8 O *Manageability Stack* DMTF

### 2.3.3.2 Modelo de Gerenciamento JMAPI

A Sun Microsystems propôs a utilização da plataforma JAVA como infra-estrutura de suporte a gerência [JAVA97]. Para isso foi criada a *Java Management API* (JMAPI)

que é baseada em recursos já existentes, como os *browsers*, procurando assim minimizar a quantidade de infra-estrutura a ser implementada.

Seguindo os mesmos paradigmas de JAVA, o modelo JMAPI foi desenvolvido para permitir que a arquitetura proposta fosse escalável nos diversos tipos de plataformas existentes em um ambiente corporativo.

O JMAPI descreve um modelo de interface com o usuário e apresenta API's de suporte ao seu desenvolvimento. A utilização de RMI (*Remote Method Invocation*) como mecanismo de troca de informações entre os elementos do sistema de gerência apresenta-se como um avanço em relação aos outros modelos avaliados.

A versão 2.0 do JMAPI<sup>13</sup> é baseada em JavaBeans para o gerenciamento. O JMAPI 2.0 é um padrão de especificação para o gerenciamento sobre a plataforma Java, enquanto o JavaBean é um componente de programa reusável que pode ser manipulado dentro de um ambiente de desenvolvimento de aplicações.

A arquitetura JMAPI cria *smart* agentes e aplicações de gerenciamento que podem ser integradas através das várias plataformas de gerenciamento existentes, seguindo os princípios da filosofia de Java.

## 2.4 Avaliação Crítica dos Modelos de Gerência

Avaliando a gerência OSI pode-se chegar a algumas conclusões importantes:

- Na gerência OSI existem diversos conceitos novos e difíceis de compreender. Além disto existem diversas normas para esta gerência;
- O processo de normalização levou muito tempo, abrindo espaço para outras abordagens, como por exemplo o SNMP;
- Apesar dos fabricantes declararem suporte para a gerência OSI, apenas alguns poucos realmente oferecem implementação;
- Sistemas de gerência baseados em OSI são mais caros que os baseados em SNMP e DMI.

A gerência Internet tem também alguns problemas peculiares:

---

<sup>13</sup> Nunca houve uma versão anterior. O JMAPI 0.8 era apenas um esboço que nunca foi finalizado.

---

- Não foram produzidas normas para definir uma arquitetura para a gerência Internet. Para que se possa ter um bom entendimento dos conceitos arquiteturais envolvidos na Gerência Internet, deve-se derivar o significado a partir dos conceitos das normas do protocolo.
- A falta de uma estrutura funcional que permita classificar as milhares de variáveis de gerência, faz com que o administrador se depare com uma lista enorme de variáveis.
- As recomendações para a gerência Internet mostram como as operações devem ser realizadas. No entanto, elas não especificam a seqüência na qual essas operações devem ser realizadas para resolver um determinado problema. A gerência Internet mostra apenas como deve ser o acesso as variáveis de gerência.

Apesar de apresentar um conjunto de API's de suporte ao desenvolvimento e utilizar API's de comunicação amplamente conhecidas e aceitas, o DMTF ainda não apresentou recomendações sobre como resolver problemas específicos de gerência. Não são apresentadas recomendações de como cada uma das funções das API's propostas poderiam ser utilizadas para desenvolver aplicações enquadradas em cada uma das áreas funcionais de gerência. Com isto pode-se dizer que o modelo DMI ainda não provê um "mecanismo de suporte a gerência".

A arquitetura proposta pelo DMTF é consistente mas apresenta alguns pontos negativos, principalmente no que diz respeito a segurança (não existe nenhum mecanismo de autenticação, autorização ou mesmo de controle de acesso).

A abordagem JMAPI apresenta algumas características novas se comparadas com os outros modelos avaliados. No entanto estas características apresentam-se também como pontos de questionamento:

- A dominação Java. Para se fazer o *download* do código Java o ambiente operacional deve suportar a máquina virtual JAVA. E isto, atualmente, não é uma realidade e não parece que venha a se tornar viável a curto prazo. Os aplicativos e agentes devem ser desenvolvidos em Java, tendo em vista que o modelo RMI é na verdade um barramento de objetos desenvolvidos pela *Sun Microsystems* como ambiente de suporte a Java.
-

- Interface Java para o protocolo SNMP. A JMAPI não recomenda uma forma de mapeamento entre Java e as MIBs SNMP.

Apesar de o JMAPI propor um conjunto de API's para a comunicação, criação da interface com o usuário e acesso ao banco de dados, não existe nenhuma recomendação sobre como estas API's devem ser utilizadas para resolver problemas comuns de gerência. Além disto a utilização de RMI, apesar de conceitualmente interessante, pressupõe a utilização de linguagem Java.

Algumas arquiteturas como JMAPI e DMTF recomendam algum tipo de interoperabilidade, nenhuma descreve como esta pode ser alcançada.

Conforme visto, a importância das redes de computadores está na capacidade de fornecer acesso a informações de forma excepcionalmente rápida e eficiente. Hoje, dependemos tanto das redes de computadores que a inoperância em uma rede pode significar a desestruturação em uma empresa, resultando em insatisfação dos usuários ou clientes, demora na recepção de dados críticos para a empresa ou possível perda de lucros. Portanto, manter a rede de computadores funcionando é um fator crítico. É por causa disso que se pode e se deve pensar em Gerência Pró-Ativa como forma de antecipação sobre estes estados falhos da rede.

---

# CAPÍTULO

# 3

## 3 Gerenciamento Pró-Ativo

Com o crescimento das redes de computadores e com o aumento crescente de sua utilização, o número de interrupções nos serviços pode ocasionar uma parada na produtividade da instituição afetada.

As ferramentas e os protocolos de gerência têm evoluído com o objetivo de reduzir os custos empresariais advindos da dificuldade do pessoal de administração de redes não conseguirem mais controlar uma rede corporativa pelo simples uso do protocolo ICMP (*Internet Common Management Protocol*) utilizado pela ferramenta PING que, durante os anos 70 e metade dos anos 80, foi satisfatória para os requisitos de administração existentes.

Até recentemente, o processo de contabilização do tráfego era realizado de forma precária através da contagem manual. O tráfego de entrada e saída era observado sobre cada dispositivo de rede, contabilizando o número de portas, conexões e usuários. Este método além de gerar muito tráfego de gerenciamento, apresenta resultados bastante imprecisos [Engel98].

Na evolução das MIB's SNMP, foi criada a especificação de uma nova MIB que habilitasse informações de uma rede como um todo e não somente dos dispositivos individuais. Essa especificação é chamada de RMON [RFC 1757] cujo agente reporta informações do comportamento da rede, diminuindo o tempo de operação na localização do problema [3COM97].

O crescimento das redes de computadores e de telecomunicações tem tornado essas redes mais complexas exigindo maior flexibilidade nos protocolos de comunicação e uma gerência mais eficaz. Por esse motivo, o uso de Inteligência Artificial parece ser promissor

uma vez que o conhecimento é complexo e há deficiências na experiência dos administradores de redes.

A abordagem comumente utilizada no gerenciamento de redes é a Reativa. O gerenciamento reativo trata problemas já notificados por algum processo de observação ou escuta. Frequentemente, o processo de monitoração é o próprio usuário! Como não existe automatização, todas as medidas corretivas são tomadas logo após a reclamação do usuário, acarretando atrasos e prejuízos aos envolvidos. O que se busca é uma gerência mais eficaz que seja capaz de se antecipar aos possíveis problemas advindos.

Na grande maioria das redes, as cinco áreas funcionais de gerência implementadas através de sistemas de gerenciamento, têm sido aplicadas como forma de fazer a gerência reativa, emitindo alarmes e eventos apenas quando a rede já se encontra com algum problema de degradação. A visão pró-ativa vem sendo empregada mais recentemente podendo ser encontrada nos seguintes trabalhos: [Franceschi96],[Artola96] e [Watzko97].

Problemas de desempenho são caros, difíceis de detectar e de corrigir – especialmente em tempo real. Um estudo de 1989 com 1000 companhias lotéricas mostra que elas perdiam uma média anual de \$3.5 milhões em produtividade bruta devido ao tempo perdido na detecção desses problemas, causando uma perda de \$800,000 em lucros [Wilkinson92]. As ferramentas de gerenciamento representam a única forma de garantir um aumento desses serviços maximizando os objetivos da empresa e controlando os custos. Não somente aquelas que automatizam tarefas redundantes de gerenciamento mas principalmente as que garantem ao administrador informações mais úteis, tais como os dados de utilização de cada recurso que influem no desempenho da rede para assim poder prever situações futuras. Tais ferramentas oferecem mais valor que aquelas cujo único propósito é garantir o gerenciamento de falhas e configuração.

Como pode ser visto, o comportamento reativo não resolve as questões de interrupção de serviços ou de degradação de desempenho. É preciso gerenciar proativamente a rede, como forma de antecipação aos problemas advindos.

Neste contexto se enquadra o gerenciamento pró-ativo onde o desempenho da rede é medido pela disposição e pelo comportamento dos recursos distribuídos ao longo dos vários segmentos, reduzindo ao máximo os problemas de modo que os administradores possam dedicar seu tempo e recursos as tarefas de gerenciamento que minimizem os problemas futuros.

---

As empresas estão se conscientizando da importância de se anteciparem aos problemas futuros da rede, cada vez mais pressionando os fabricantes de equipamentos a oferecerem produtos que viabilizem a gerência pró-ativa. Esses produtos buscam oferecer implementações da MIB RMON que é responsável por disponibilizar o monitoramento remoto. Em [Jander93] são relacionados equipamentos, como, monitores de redes, analisadores de protocolos e *smart hubs*, que estão embutindo facilidades para o desenvolvimento da gerência pró-ativa de redes.

A Gerência Pró-Ativa consiste em detectar desvios no comportamento normal da rede, tentando evitar a ocorrência de problemas mais sérios. Quanto mais cedo forem detectados e solucionados as anomalias, menor será o impacto delas nas atividades dos usuários.

O gerenciamento pró-ativo consiste na tomada das seguintes ações:

- O estabelecimento de uma *baseline* da operação normal da rede, ou seja, de parâmetros importantes sobre um período suficientemente longo;
- O monitoramento constante da rede, confrontando o perfil obtido com o perfil normal ao qual foram definidos limiares para esses últimos; e,
- Detectada alguma mudança no perfil normal da rede, acionar o diagnóstico da anomalia.

Portanto a gerência pró-ativa tem como objetivo identificar situações que caracterizam estados que possam vir a degradar os serviços oferecidos pela rede [Jander93] [Rocha96][Stevenson95][Watzko96]. É fundamental observar um comportamento anormal da rede, coletar seus sintomas e diagnosticar corretamente um problema maior antes que possa vir a ocorrer e até mesmo cadastrar anomalias, para assim ligar o acontecimento a um possível problema conhecido.

A mentalidade dos administradores ainda é muito "reativa"! A medida que os sistemas pró-ativos forem se popularizando, espera-se que essa situação seja revertida. Afinal, assuntos importantes devem ser tratados antes que eles se tornem emergenciais!

Segundo [Cesar98], comentando sobre [Jander93] diz que, o gerenciamento pró-ativo deve ser mais do que apenas um relatório de tendências, devendo considerar os diferentes horários e dias da semana do monitoramento ao longo de um período estendido.

---

Com a Gerência Pró-Ativa cresceu a importância do uso de *hubs*, que usualmente só reportavam estatísticas de suas portas, agora podem levantar dados dos segmentos da LAN [Matlack95].

Em muitos sistemas que tratam a gerência pró-ativa, a comunicação com o administrador acontece via e-mail. Isso porque, os problemas sinalizados são ainda potenciais, ou seja, há tempo para o administrador ler a mensagem e tratar a ação corretiva.

Nas entrevistas com os especialistas, notou-se que eles sabem o que fazer em situações de falha e não sabem ao certo, o que fazer em situações de degradação.

O escopo de ação diagnóstica é mais limitado quando o problema se encontra em um microcomputador e principalmente quando este não possui agente SNMP instalado.

Por meio da MIB II, o gerenciamento é feito utilizando informações puramente locais aos dispositivos individuais que contenham agente SNMP. É verdadeiramente difícil obter informação confiável do tráfego na rede como um todo. Portanto, é nesse contexto que a MIB RMON se enquadra.

### 3.1 Monitoramento Remoto de Redes

O gerenciamento via RMON foi um dos passos mais importantes dados a fim de disponibilizar o Gerenciamento de Redes Internet. A MIB RMON disponibiliza à MIB II informações sobre as características do tráfego entre redes.

A especificação RMON é a definição de uma MIB que foi incorporada como sub-árvore da MIB II (mib 2 16).

A especificação RMON é essencialmente a definição de uma MIB. Os esforços para a sua padronização iniciaram em 1990 com a criação do grupo de trabalho RMON do IETF. O padrão proposto [RFC 1271] foi publicado em novembro de 1991. A primeira RFC estava voltada especificamente a redes Ethernet. Mais tarde, em 1993, o grupo de trabalho propôs extensões para redes Token Ring através da [RFC 1513]. Devido ao crescente interesse do mercado, diversos fabricantes passaram a implementar soluções considerando-a realmente como um padrão futuro. Em 1995, com a sedimentação e interoperabilidade das implementações existentes até então, a MIB RMON foi padronizada (RFC1757). As especificações para o Monitoramento Remoto de Redes (RMON) estão descritas nos seguintes documentos:

---

- RFC 1513 (Setembro/1993) - *Token Ring Extensions to the Remote Network Monitoring MIB*
- RFC 1757 (Fevereiro/1995) - *Remote Network Monitoring Management Information Base*
- RFC 2021 (1996) - *Remote Network Monitoring Management Information Base II*

Analisadores de Rede, *Probes* ou Monitores de Rede são dispositivos que estudam o tráfego da rede. Estes monitores operam em modo promíscuo, visualizando todos os quadros que trafegam ao longo da rede. Para o propósito do gerenciamento em um ambiente internet é necessário um monitor por segmento. O monitor pode ficar em um dispositivo *stand alone*, cujo único propósito é o monitoramento, ou sobre um dispositivo qualquer como, uma *workstation*, um servidor ou um roteador.

O monitor pode coletar estatísticas de erros e de desempenho, além de contabilizar e armazenar quadros ou partes destes para análise futura. Como estas informações necessitam ser reportadas a uma estação de gerenciamento central então o monitor é chamado de Monitor Remoto.

Os agentes RMoN não residem apenas nos dispositivos dedicados à tarefa de monitoração. Podem ser encontrados em outros agentes equipamentos de rede como *hubs*, *switches* e roteadores.

Segundo [Gaspar98], a MIB RMoN provê:

- Estatísticas de tráfego para um segmento de rede, para uma estação específica em um segmento de rede e entre pares de estações;
- Um mecanismo versátil de alarmes e eventos, que permite a configuração de limiares e a notificação do gerente sobre mudanças no comportamento da rede;
- Facilidades para a captura de *pacotes*, através de filtros, que podem alimentar protocolos analisadores.

Um especialista em um ponto central pode trabalhar em diversos problemas requisitando informações de diversos *probes* em diferentes pontos. Ou ainda, diversos especialistas podem cooperar na resolução de um problema em um segmento de rede, requisitando informações do *probe* presente naquele segmento.

---

A possibilidade do agente RMoN coletar e armazenar valores de quaisquer objetos definidos tanto na MIB-2 como na própria MIB RMON permite que estas informações sejam repassadas ao gerente de uma única vez, quando requisitadas por ele. Esta decisão no projeto do padrão contribui tanto para a redução de tráfego SNMP na rede como para a diminuição do processamento realizado pela estação de gerenciamento.

A utilização das especificações RMoNv1 e RMoNv2 tem aumentado a eficiência e diminuído os custos na monitoração remota de redes e na análise de protocolos. Enquanto a RMoNv1 busca a identificação de problemas físicos na rede, visualizando o fluxo de quadros de roteador a roteador, a RMoNv2 monitora padrões de uso da rede, observando o conteúdo dos pacotes de protocolos de alto nível e aplicações.

### 3.2 Objetivos do Monitoramento Remoto

A RFC 1757 lista os seguintes objetivos para o monitoramento remoto:

- Operação *Off-line*;

Limita ou interrompe a operação de *polling* de um monitor para um gerente. Isto pode diminuir os custos de comunicação especialmente quando se tratar de linha discada. O processo de *polling* pode ser interrompido em caso de falha na linha de comunicação ou na estação de gerenciamento e isto não prejudica o processo de coleta de informações da rede que é realizado continuamente. Mais tarde, o gerente pode vir a atualizar suas informações assim que reiniciado.

- Monitoração Preemptiva;

Permite a monitoração contínua caso o monitor tenha recursos suficientes. Isto não degrada o funcionamento da rede, mas pode retardar qualquer outra aplicação que execute sobre este dispositivo. Em caso de falhas na rede, o monitor pode reportar à estação de gerenciamento e prover informações para o diagnóstico.

- Detecção e registro de problemas;

O monitor pode ser configurado para reconhecer passivamente, ou seja, sem *polling* para o gerente, certas condições como, por exemplo, erros e congestionamentos. O monitor pode ser configurado para checar continuamente tais condições através do grupo *filter*, dis-

---

cutido mais adiante no tópico 3.4. Quando tais condições ocorrem o monitor pode registrá-las e informá-las a estação de gerenciamento.

- Valorização dos dados adicionados;

O monitor pode executar análises específicas sobre as informações coletadas em sua sub-rede, poupando a estação de gerenciamento de mais esta responsabilidade. Como por exemplo, os grupos hostN e hostTopN podem determinar quais *hosts* geram mais tráfegos ou erros sobre a sub-rede.

- Múltiplos gerentes.

O monitor pode ser configurado para lidar com mais de uma estação de gerenciamento concorrentemente.

No caso de um probe RMON compartilhado, os seguintes problemas são observados:

Pedidos concorrentes para um mesmo recurso podem exceder a capacidade do monitor;

Uma estação de gerenciamento pode bloquear recursos do monitor por um longo período de tempo;

Uma estação de gerenciamento pode cair sem liberar os recursos bloqueados no monitor.

Na figura 3.1, associado a cada tabela de controle está um objeto coluna que identifica o dono de uma linha particular na tabela. Esta é a característica embutida na MIB RMON para suportar os problemas acima mencionados.

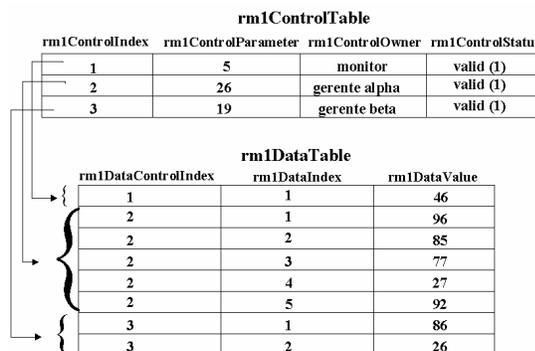


Figura 3.1 Associação entre a Tabela de Controle e de Dados

### 3.3 Controle dos Dispositivos de Monitoração Remota

Um monitor remoto pode ser implementado ou sobre um dispositivo dedicado ou como uma funcionalidade disponível sobre um sistema que dedica parte de seu processamento e recursos de memória a esta atividade.

Em muitos casos, as funções disponíveis nos dispositivos de monitoração remota requerem a configuração de parâmetros para a operação de coleta de dados para assim, dar início ao processo de monitoramento.

A configuração desses parâmetros dita o tipo e a forma de dados a ser coletada. A MIB RMON é organizada em vários grupos funcionais. Dentro de cada um deles pode haver uma ou mais tabelas de controle e uma ou mais tabelas de dados. As tabelas de controle são tipicamente de leitura/escrita responsáveis pela configuração dos dados a serem coletados nas tabelas de dados, ao qual é somente para a leitura.

### 3.4 Grupos da RMON I MIB

A MIB RMON I (vista na Figura 3.2) está organizada nos seguintes grupos básicos:

#### *statistics*

Registra estatísticas de tráfego coletadas pelo *Probe* junto a cada segmento de rede monitorado. Este grupo é formado por uma só tabela: a *etherStatsTable*.

Vê-se que o grupo *statistics* possui subsídios para uma avaliação dos vários problemas que podem acontecer em uma rede. Uma monitoração adequada sobre estes valores poderia evitá-los.

#### *history*

Contém um conjunto de amostragens que caracterizam o histórico de tráfego das subredes. Formado pelas tabelas: *historyControlTable* que especifica as sub-redes e detalhes da função de amostragem e *etherHistoryTable*, que armazena os dados amostrais para cada segmento.

#### *host*

---

Pela monitoração promíscua de todos os pacotes que trafegam no segmento, o *probe* analisa o endereço de origem e destino de cada pacote bom e, através do grupo *host*, compõe estatísticas individuais de cada uma das estações.

#### *hostTopN*

Mantém estatísticas dos N *hosts* com maior valor para uma dada variável previamente selecionada, onde N é um valor anteriormente configurado. Por exemplo, as sete estações que mais transmitem pacotes com erros de CRC.

#### *matrix*

Armazena informações sobre o tráfego entre pares de estações em uma sub-rede. A informação é armazenada na forma de uma matrix. Este grupo é composto por três tabelas: a *matrixControlTable*, que controla o dimensionamento das matrizes; a *matrixSDTable*, que contém estatísticas sobre o tráfego da estação S para o estação D; e a *matrixDSTable*, que contém as mesmas estatísticas que o anterior só que agora no sentido inverso, da estação D para o estação S.

#### *alarm*

Permite que limiares sejam definidos para algumas variáveis. Esses limites podem caracterizar um valor máximo ou mínimo em que esta variável não pode ultrapassar. Um alarme gerado pode reportar um *trap* para a estação central ou ser escrito em um arquivo de *log*.

#### *filter*

Permite que pacotes sejam capturados segundo uma expressão de filtro arbitrária. Um canal é formado pelos pacotes que validam um certo conjunto de expressões de filtros.

#### *Capture*

Os filtros apenas contabilizam pacotes, enquanto isto, o grupo *capture* se responsabiliza pela captura desses pacotes. Para tanto, o grupo *filter* tem que estar configurado.

#### *event*

---

A tabela *eventTable* descreve os parâmetros do evento que pode ser disparado caso uma dada variável venha a gerar um alarme por meio do grupo *alarm*.

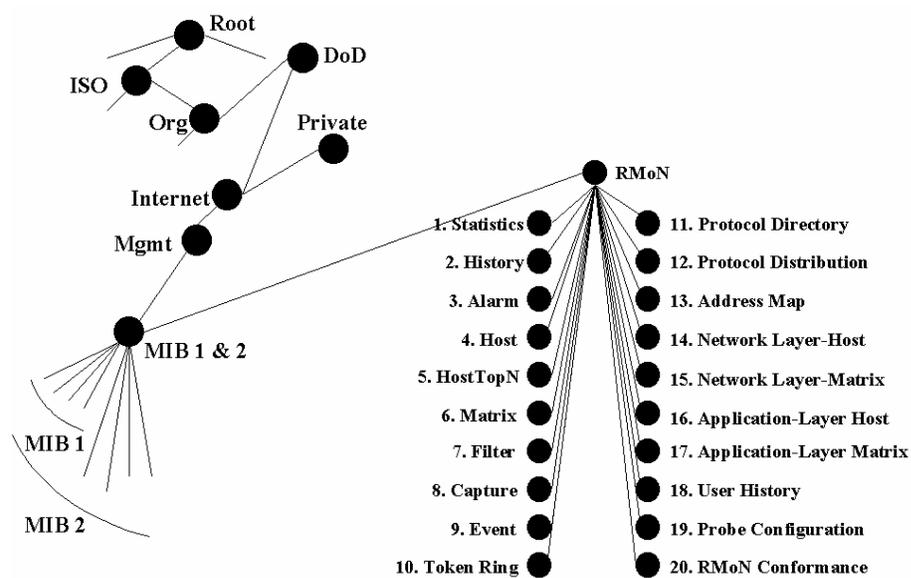


Figura 3.2 Grupos das MIBs RMONv1 e RMONv2

Um *probe* RMON pode capturar todos os quadros relativos à sub-camada MAC (*Medium Access Control*) do nível de enlace e ler os endereços MAC fonte e destino dos mesmos. Deste modo, ele é capaz de prover informações detalhadas sobre o tráfego de quadros enviados e recebidos por cada estação em cada LAN associada. Contudo, se um roteador está ligado a uma destas LANs, não há como determinar a fonte do tráfego que chega por ele, tampouco o destino de quadros que saem do segmento via este roteador [Stallings96]. O padrão RMONv2 soluciona esta limitação.

### 3.5 Grupos da RMON II MIB

Em janeiro de 97 foi emitida a RFC2021 surgindo assim uma nova definição de RMON: o RMONv2, coletando informações sobre os níveis de rede e aplicação para análise dos fluxos entre as partes da rede da empresa.

A MIB RMoNv2 opera com protocolos acima do nível de enlace, provendo informações necessárias para a monitoração de aplicações cliente-servidor e comunicações fim-a-fim. Essas informações viabilizam a gerência de negócios de uma rede, possibilitando aos administradores ter uma visão do comportamento das aplicações e dos protocolos de alto nível sendo executados, da taxa de utilização dos recursos envolvidos e dos usuários que mais os consomem. Isso possibilita a redefinição do fluxo de tráfego da rede, buscando uma melhor utilização destes recursos.

Os novos grupos definidos pela MIB RMoNv2 (conforme visto na Figura 3.2) são os seguintes:

- *protocol directory* (protocolDir): indica todos os protocolos que o *probe* é capaz de interpretar.
- *protocol distribution* (protocolDist): contém estatísticas sobre o volume de tráfego de cada protocolo dos vários segmentos da rede local.
- *address map* (addressMap): associa cada endereço da rede ao respectivo endereço MAC.
- *network-layer host* (nlHost): contém estatísticas sobre o tráfego de entrada e de saída das estações com base no endereço do nível de rede.
- *network-layer matrix* (nlMatrix): contém estatísticas sobre o tráfego entre pares de estações com base no endereço do nível de rede.
- *application-layer host* (alHost): contém estatísticas sobre o tráfego de entrada e de saída das estações com base no endereço do nível de aplicação.
- *application-layer matrix* (allMatrix): contém estatísticas sobre o tráfego entre pares de estações com base no endereço do nível de aplicação.
- *user history collection* (usrHistory): coleta periodicamente objetos definidos especificamente pelo usuário (gerente) e armazena as informações coletadas de acordo com parâmetros definidos também pelo usuário.
- *probe configuration* (probeConfig): define parâmetros de configuração padrões para probes RMoN.
- *rmon conformance* (rmonConformance): define requisitos de conformidade para a MIB RMoNv2.

### 3.6 Informações Utilizadas no Gerenciamento de Redes de Computadores

---

Qualquer técnica de inteligência artificial preocupa-se em automatizar sistemas computacionais que tomem ações de decisão. Tais técnicas precisam extrair conhecimento da rede de forma a inferir um comportamento sobre ela. Esses conhecimentos são colhidos através da verificação do estado de um conjunto de variáveis selecionadas das mibs presentes.

Abaixo estão alguns parâmetros (ou variáveis) do grupo `statistics`, presente na RMoNv1, com uma explanação dos problemas que afetam o comportamento de cada uma destas variáveis. Tais variáveis foram usadas na implementação do trabalho proposto nesta dissertação (ver Capítulo 6).

### 3.6.1 `etherStatsPkts/etherStatsOctets`

Essas variáveis fornecem, respectivamente, o número de quadros e octetos que trafegam em uma rede. São úteis para a avaliação da taxa de utilização do segmento monitorado.

Sempre que limiares normais são ultrapassados, é necessário investigar quais os processos em execução, quais as estações que geram mais tráfego e a partir daí redefinir um novo perfil para a rede, caso a nova situação não seja uma situação problemática e sim uma alteração no perfil do tráfego.

Segundo [Cesar98], em uma rede ethernet a taxa de utilização percentual não deve ultrapassar 35 a 40% da capacidade do segmento. Qualquer ponto acima deste valor pode corresponder a uma situação de saturamento do segmento. Já [Artola96] considera 55% como o nível de pico máximo para a taxa de utilização de um segmento e 40% como o limite de médio máximo. Segundo [Gonsalves88], há um ponto em que o aumento da carga da rede, não mais corresponde proporcionalmente a um aumento de sua vazão.

### 3.6.2 `etherStatsBroadcastPkts/etherStatsMulticastPkts`

O custo de transmissão de um datagrama *Broadcast* é alto, visto que todas as estações processam este tipo de informação. Em volume muito alto, esses datagramas saturam os sistemas antes de saturarem a capacidade do meio de transmissão [Bosack88]. Isto é o que acontece quando tem-se uma Tormenta (ou Tempestade) Broadcast, que acontece quando vários pacotes enviados ao endereço broadcast em um volume suficientemente alto, causam problemas para as estações em questão.

---

Em seguida, tem-se algumas das situações que ocasionam uma tempestade broadcast:

- O endereço *broadcast* na versão BSD 4.2 do UNIX está definido com o campo que identifica os hosts com os bits em "zero". Enquanto isso, todas as suas versões posteriores tem esses bits em "um".

Suponha estações em um mesmo segmento configuradas com as versões 4.2 (estação A) e 4.3 (estação B) do BSD. Se por acaso, a estação A envia um pacote para o endereço broadcast (bits em zero), a estação B achará aquele endereço desconhecido e portanto enviará uma requisição ARP ao endereço *broadcast* (na estação B configurado com valor um) para tentar identificar a existência da máquina em questão.

- Estações *diskless* e máquinas que estejam sendo configuradas necessitam de informações como o seu próprio endereço IP, o endereço do gateway, máscara de rede, etc, e, para isso, utilizam o protocolo *Reverse Address Resolution Protocol* (RARP).

Nos casos em que é necessário apenas obter a máscara da rede, pode-se usar o protocolo ICMP, permitindo ao host solicitar a máscara ao endereço *broadcast*, através da mensagem "Address Mask Request". O problema ocorre quando todos os hosts respondem através de "Address Mask Reply" para o endereço *broadcast*! Em geral, isso acontece quando não se conhece o IP do solicitante. Caso a máscara não seja armazenada a tempestade broadcast ocorrerá a cada *boot*.

- Alguns softwares utilizam o endereço *broadcast*, e não o endereço multicast, para se comunicarem com parceiros ao longo da rede. Assim, por exemplo, um jogo sendo executado em 2 estações faz com que todos os *hosts* do segmento "joguem" também!

É importante que os fabricantes de equipamentos disponibilizem recursos para endereçamento *multicast* em suas máquinas para que assim se reduza os softwares que transmitem via endereçamento *broadcast*. Mesmo assim, é importante monitorar o nível de pacotes multicast.

Segundo [Artola96] é aceitável que o número de pacotes *broadcast* e multicast seja de até 8% do total de pacotes.

---

### 3.6.3 etherStatsCRCAlignErrors

O CRC é formado pelos últimos 32 bits contidos em um quadro/frame e é utilizado para a detecção de erros de transmissão. O cálculo do campo de CRC é feito usando um algoritmo matemático aplicado sobre o conteúdo do quadro ethernet transmitido e verificado na máquina receptora garantindo que erros de transmissão sejam detectados.

Erros de alinhamento e erros de CRC são registrados como o mesmo tipo de erro porque ambos indicam um problema de alinhamento de bytes na transmissão [Nasser94].

O desempenho da rede é afetado quando o número de pacotes com erros de CRC é da ordem de 3% ou mais da taxa de utilização do segmento.

A Reflexão de Sinais, Ruído elétrico e Transceivers com voltagem e/ou frequência inadequada podem dar origem à corrupção física de um quadro.

A Reflexão de Sinais se dá quando pulsos que viajam no fio não encontram o fim do cabo, com resistência para a absorção da voltagem refletindo de volta no cabo aberto. Cabos com impedâncias diferentes, ou que excederam a curvatura máxima recomendada também geram reflexão de sinais.

Nos Ruídos Elétricos os quadros são segmentados em tamanho aleatório.

Em problemas de CRC/Alignment, deve-se checar cabeamento, repetidores e hubs de uma ou mais estações envolvidas, podendo o problema ser originado ou na estação transmissora ou ao longo da interface de rede.

### 3.6.4 etherStatsUndersizePkts/etherStatsFragments

Alguns problemas podem gerar quadros muito pequenos, menores que 64 bytes.

Um certo nível de quadros curtos é aceitável, podendo ser resultado do número de colisões normais no segmento. Caso esse nível fique elevado, deve-se verificar o nível de colisões. Se o nível de colisões for baixo então o problema é em alguma máquina específica.

Em [Artola96], foi considerado um limite máximo de 2% da taxa de utilização do segmento ethernet 10BaseT para as variáveis etherStatsUndersizePkts e etherStatsFragments pelo emprego de um Sistema Especialista Convencional. Já neste trabalho, foi considerado um limite máximo de 3% para a variável etherStatsUndersizePkts e 2% para a variável etherStatsFragments. Tais limites máximos exigem o tratamento da rede pelo admi-

---

nistrador, considerados como valores altos pelo emprego da lógica difusa, discutida a partir do capítulo seguinte.

### 3.6.5 etherStatsOversizePkts/etherStatsJabbers

Quadros longos são aqueles maiores que 1518 bytes.

Os quadros longos também podem ser gerados por algum problema físico, todavia o mais provável é que o problema esteja em alguma máquina específica.

EtherStatsJabbers são quadros com mais de 1518 bytes e com erros de CRC. São gerados quando bits de dados são emitidos de forma contínua.

Em [Artola96], foi considerado um limite máximo de 2% para as variáveis etherStatsOversizePkts e etherStatsJabbers pelo emprego de um Sistema Especialista Convencional. Já neste trabalho, foi considerado um limite máximo de 3% para a variável etherStatsUndersizePkts e 2% para a variável etherStatsJabbers. Tais limites máximos exigem o tratamento da rede pelo administrador, considerados como valores altos pelo emprego da lógica difusa, discutida a partir do capítulo seguinte.

### 3.6.6 etherStatsCollisions

O problema do excesso de colisões pode ser consequência da sobrecarga de utilização. Se a taxa de utilização for alta, como consequência o número de colisões aumenta exponencialmente. Segundo [Cesar98], taxas normais de colisão são inferiores a 2% do seu tráfego.

Altas taxas de colisão sem altas taxas de utilização indicam defeitos de hardware. Assim, primeiramente, deve-se identificar as estações com maior número de erros. Se mais de uma estação tiver alta taxa de colisão, então o problema pode estar em elementos comuns às estações, tais como, *hubs*, repetidores ou cabos.

Em [Artola96], foi considerado um limite máximo de 1% para a variável etherStatsCollisions através do emprego de um Sistema Especialista Convencional. Já neste trabalho, foi considerado um limite máximo de 2% para a variável etherStatsCollisions. Esse valor exige o tratamento da rede pelo administrador, considerado como valor alto pelo emprego da lógica difusa, discutida a partir do capítulo seguinte.

### 3.6.7 etherStatsDropEvents

---

A variável `etherStatsDropEvents` indica o número de quadros que não puderam ser tratados pelo agente, muitas vezes por insuficiência de recursos como por exemplo, pouca memória.

Neste caso, deve-se instalar o Agente RMoN em uma outra estação com mais memória, ou reduzir o tamanho das matrizes ou desativar grupos específicos.

Este trabalho considerada um limite máximo de 10% para a variável `etherStatsDropEvents`. Esse valor exige o tratamento da rede pelo administrador, considerados como valor alto pelo emprego da lógica difusa, discutida a partir do capítulo seguinte.

### 3.6.8 Monitoramento de outros parâmetros

Também outros parâmetros, não pertencentes ao grupo RMoN, podem ser confrontados com uma baseline para também auxiliar na manutenção de um estado normal da rede.

Alguns desses parâmetros podem ser a identificação do uso de CPU e do uso de disco rígido. Atividade com altíssimas taxas de CPU, pode não estar conseguindo responder todas as tarefas solicitadas. Discos excessivamente ocupados não conseguem executar normalmente.

É possível definir um limiar aceitável de espaço em disco abaixo do qual a base de conhecimento seria ativada.

Vários fabricantes têm proposto soluções estendendo suas MIBs para a adição desses parâmetros, embora eles não sejam padronizados.

A identificação do uso de CPU e do uso de disco rígido não foi tratado neste primeiro momento, ficando sua verificação para trabalho futuro.

## 3.7 Baseline ou Perfil da Rede

*Baseline* (ou Perfil da Rede) é uma amostragem durante intervalos definidos onde o desempenho normal da rede é obtido por meio de médias ponderadas e cálculos estatísticos. Podem ser obtidas várias amostras em um dia durante vários dias conforme a determinação do administrador. Os dados de monitoramento devem ser revisados regularmente para se adequar melhor as mudanças nos padrões de tráfego e assim tentar evitar falhas antes imprevisíveis.

## 3.8 Estado atual dos Sistemas de Gerenciamento Pro-Ativos

---

Neste item, algumas ferramentas são analisadas. Elas foram desenvolvidas como apoio as atividades de gerência pró-ativa.

### 3.8.1 Sistema Olho-Vivo

O Sistema Olho Vivo [Artola96] coleta informações da rede, observando os indicadores de degradação de desempenho que disparam um conjunto de resoluções para a solução desses problemas. O sistema faz uso de um agente RMoN conhecido como BTNG e de um módulo inteligente formado por um Sistema Especialista Convencional.

O agente RMoN BTNG (visto no item 5.7) implementa a MIB RMoN versão 1 e alguns grupos da MIB-2. O BTNG constitui-se de um conjunto de coletores; onde cada um deles é responsável pela coleta de informações de uma particular configuração de um dos grupos.

A arquitetura do sistema é vista na figura 3.3.

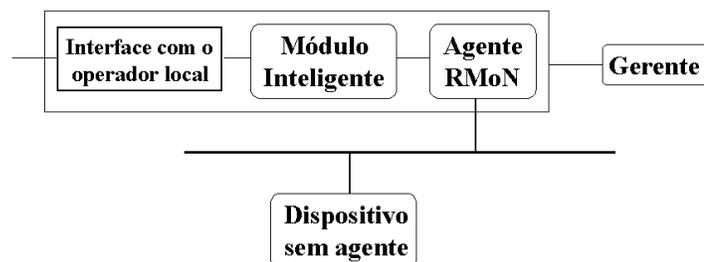


Figura 3.3 Sistema Olho-Vivo

O módulo inteligente analisa os dados coletados pelo monitor e emite sugestões ao administrador da rede sobre certos parâmetros que podem causar problemas no desempenho da rede.

No sistema Olho Vivo é utilizado o gerente *SunNet Manager* (SNM) que acessa a MIB RMoN do BTNG.

A comunicação do sistema com o administrador da rede é através de e-mail. Quando uma das regras é verdadeira, é emitido um *mail* descrevendo o problema identificado.

Mesmo apresentando muitas funcionalidades, este sistema utiliza como gerente uma ferramenta proprietária, analisando apenas variáveis da MIB RMoN e não corrige qualquer problema de forma automática uma vez que as variáveis referem-se ao estado da rede como um todo. Esses objetos não fazem parte da gerência de configuração.

### 3.8.2 Agente 6

O Sistema Agente 6 [Marco97] foi criado como forma de analisar o congestionamento em um barramento ethernet por meio da monitoração do volume de tráfego e da quantidade de erros.

O Agente 6 opera em dois modos básicos: monitoração de dados e monitoração de eventos.

Pela monitoração de dados o agente fica continuamente fazendo consulta a base de informação. Os dados recuperados são enviados ao SNMP que permite a geração de gráficos e também o armazenamento do histórico da rede.

A monitoração de eventos não tem a finalidade de mostrar ao usuário, valores ou gráficos dos dados recuperados, mas apenas determinar eventos sobre esses dados. Esses eventos são gerados quando os dados monitorados ultrapassam um determinado *threshold* (limiar).

Inicialmente, uma *baseline* dessa rede é construída. O módulo de inferência aciona regras cada vez que a medida lida esteja fora dos parâmetros padrões contidos no *baseline*. Caso se trate de um problema de queda de desempenho, tomam-se atitudes para a correção do problema, reportando ao administrador da rede, via e-mail ou pela interface, as anomalias encontradas sugerindo procedimentos corretivos.

O Sistema foi elaborado com todas as características de um sistema especialista. O conhecimento está representado por fatos e regras. Os fatos são gerados a partir dos arquivos de monitoração e da *baseline*. Já a implementação foi feita usando a linguagem Prolog.

A arquitetura do sistema (Figura 3.4) é mostrada abaixo.

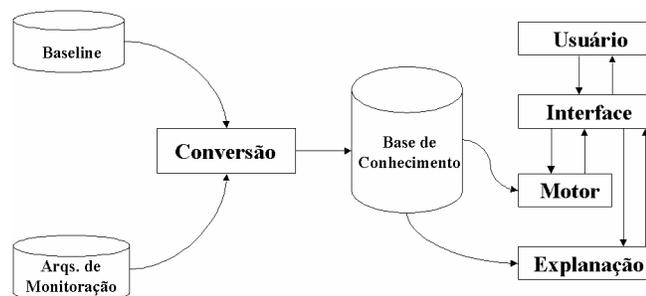


Figura 3.4 Arquitetura do Sistema Agente 6

O módulo de conversão recebe os arquivos de monitoração e da *baseline*, convertendo-os para o formato de fatos Prolog. Esses fatos formam a base de conhecimentos.

Através da interface, o administrador da rede recebe as informações do sistema bem como as sugestões para a resolução dos problemas.

Este sistema também depende de uma plataforma proprietária: o SunNet Manager. Apesar de fornecer diagnósticos sobre o estado da rede, o sistema limita-se a informar ao administrador as possíveis soluções, sendo incapaz de resolver os problemas.

### 3.8.3 Modelo [Franceschi96]

[Franceschi96] apresenta a definição de um modelo para o gerenciamento pró-ativo composto pelos seguintes componentes:

- **Módulo de Gerência Pró-Ativa.** Responsável pela monitoração e análise da rede, visando verificar as tendências de degradação da rede. Caso alguma tendência seja verificada, uma notificação deve ser gerada.
- **Baseline.** Contém o comportamento normal da rede.
- **Agente Remoto.** Coleta informações sobre os objetos gerenciados RMoN.
- **Serviço de Verificação.** Verifica as tendências de degradação da rede fazendo uso das informações do Agente Remoto e da *Baseline*.
- **Plataforma de Gerência de Redes.** recebe as notificações e executa as ações corretivas. A ferramenta adotada também foi o *SunNet Manager*.
- **Serviço de Comunicação.** Interconecta o Módulo de Gerência Pró-Ativa e a Plataforma de Gerência através do protocolo SNMP.

A figura 3.5 ilustra estes componentes.

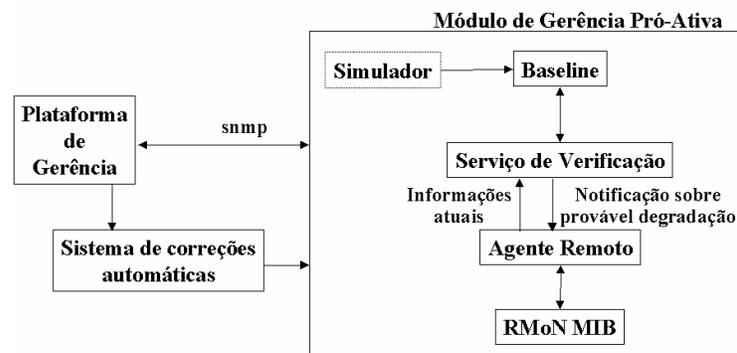


Figura 3.5 Modelo [Franceschi96] (extraído de [Watzko97])

### 3.8.4 Modelo [Watzko97]

Visando complementar o modelo [Franceschi96] foi incluído neste modelo facilidades para o tratamento de informações a nível de aplicação. O Serviço de Verificação faz uso da Técnica de Séries Temporais na análise da *baseline* e novas funções para o Módulo Sistema de Correção Automática.

Com o objetivo de distribuir o gerenciamento da rede, o Sistema de Correção Automática passou a fazer parte do Módulo de Gerenciamento Pró-Ativo.

A figura 3.6 ilustra o Modelo de Gerenciamento Pró-Ativo [Watzko97].

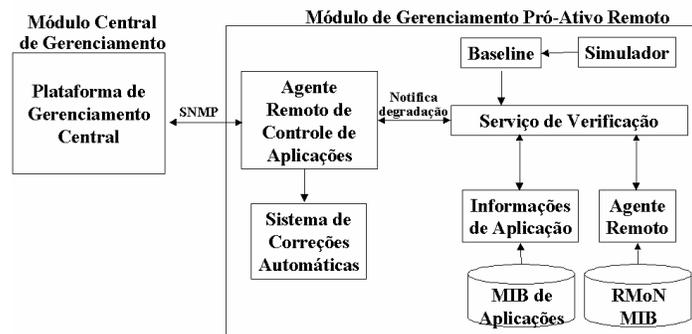


Figura 3.6 Modelo [Watzko97]

### 3.9 Considerações

O crescente aumento da quantidade e complexidade de aplicações e protocolos executados sobre redes de computadores tem dificultado o trabalho de seus administradores. Estes precisam justificar os investimentos cada vez maiores realizados na aquisição de equipamentos de rede e na locação de canais de comunicação.

Essas ferramentas de Gerência de Redes não cobrem todos os aspectos das cinco áreas funcionais mencionadas no capítulo anterior, elas não abrangem todos os diversos problemas de uma rede e das aplicações por ela suportadas, e portanto essas ferramentas nem sempre são convenientemente usadas nas organizações. É importante que outros mecanismos de gerência sejam utilizados para suprir as carências mais evidentes destas.

A atuação da gerência Pró-Ativa deve ser feita através da automatização do conhecimento por meio de métodos, técnicas e ferramentas. Essa automatização é indispensável em setores com escassez de pessoal, como forma de minimizar as freqüentes queixas das organizações.

É necessário cobrir ações particulares sobre as redes de computadores com ferramentas de gerência ou módulos de software, que não estão atualmente disponíveis, mas que conferem a cada organização as particularidades que diferenciam sua rede de outras, facilitando a tarefa de gerenciá-las [Rocha96].

A Lógica Difusa permite a interpretação do comportamento da rede em termos do senso comum com uma forte abordagem matemática e uma semântica mais rica que os Sistemas Especialistas Convencionais, devido a maior facilidade na construção das regras que é inerente ao próprio processo lingüístico.

---

# CAPÍTULO

# 4

## 4 Lógica Difusa

A Lógica Ocidental tem sido binária desde os tempos de Aristóteles, isto é, uma declaração é verdadeira ou falsa, não podendo ser, ao mesmo tempo parcialmente verdadeira e parcialmente falsa. O pensamento ocidental é baseado na lei da não contradição e da premissa de que " $U$  e não  $U$ " cobrem todas as possibilidades.

A Lógica Clássica, também chamada de Lógica de Aristóteles [Sousa95], fundamenta o conceito formal de conjuntos clássicos, também chamados de "*crisp*", no qual um conjunto é definido como uma coleção de elementos distintos, finitos ou não, que podem ser descritos como uma enumeração,  $A = \{1, 2, 3, 4\}$ , ou através de uma condição de pertinência,  $A = \{x \mid 0 < x \leq 4 \wedge x \in \mathbb{Z}\}$ .

A Teoria Clássica dos Conjuntos, oriunda da Lógica Ocidental, baseia-se na premissa de que um elemento pertence ou não pertence ao universo de discurso (ou domínio de discurso) do referido conjunto. Outros dois exemplos de conjuntos "*crisp*" são:

- *conjunto dos números naturais;*
- *conjunto dos caracteres ascii.*

Dado um caracter qualquer, pode-se afirmar claramente se este caracter pertence ou não pertence ao conjunto dos caracteres ascii. Existe uma fronteira bem definida, que separa os caracteres ascii dos caracteres não ascii. O mesmo acontecendo no caso dos números naturais.

Embora essa abordagem seja suficiente para estabelecer uma separação inequívoca entre os elementos do mundo real de acordo com uma vasta gama de propriedades, como as exemplificadas acima, não obteremos o mesmo resultado se tentarmos formar conjuntos a partir de outras propriedades menos definidas, tais como, conjunto das pessoas altas,

conjunto dos carros velhos, conjunto das mulheres bonitas, conjunto dos adeptos de um dado esporte, etc. Claramente, nestes casos, muitos elementos existirão, para os quais qualquer definição sobre pertinência ou não pertinência não será claramente definida. Os limites de definição do conjunto não são mais inequívocos, mas sim, imprecisos, difusos.

A restrição por trás da teoria clássica é que muitas experiências humanas não podem ser tratadas simplesmente como verdadeiras ou falsas, sim ou não, certo ou errado. Como por exemplo, aquele homem é gordo ou magro? Aquela moça é bonita ou feia? Uma resposta sim ou não deixa estes questionamentos em aberto, incompletos.

A Lógica Difusa (*fuzzy*) e seus conjuntos apresentam uma teoria matemática formal para a representação de incertezas [Dubois91]. A incerteza está presente no gerenciamento de sistemas reais como, por exemplo, a verificação de salubridade presente em uma substância depende da quantidade de sal por  $\text{mm}^3$  da substância, de forma que se esse valor for superior a um dado número, a substância pode ser considerada salobra. Mas, qual é o ponto exato no qual uma substância pode ser considerada salobra? Uma medição, cujo resultado dê exatamente este limite do intervalo, pode realmente ser considerada salobra? Em gerência de redes, quando será que se pode dizer que uma dada medição representa verdadeiramente uma instância, em que a rede encontra-se congestionada? Ou onde os pacotes colididos são verdadeiramente maiores que os permitidos? Ou mesmo quando o nível de pacotes *broadcast* passa a interferir em uma utilização normal da rede?

"Entre a certeza de ser e a certeza de não ser existem infinitos graus de incerteza..."

Diferentemente da lógica clássica (onde a expressão “ $A$  e não  $A$ ”, é sempre falsa, visto que  $A$  e o complementar de  $A$  são conjuntos disjuntos), na lógica difusa, o conceito de contradição está presente dizendo que algo pode e deve coexistir com o seu oposto, fazendo-a parecer mais natural.

Introduzida por volta de 1965 pelo Dr. Lotfi Zadeh do University College – Berkeley, como um meio para modelar as incertezas da linguagem natural [Zadeh65], a Lógica Difusa é uma extensão da Lógica Clássica (*booleana*) para tratar o conceito de verdade parcial.

Para um Conjunto Difuso, a pergunta mais apropriada a ser colocada não é se um elemento é membro de um dado conjunto, mas quanto ele é membro desse conjunto. A pertinência à classe passa a ser uma questão de gradação.

Tradicionalmente, usa-se um intervalo contínuo  $[0, 1]$ , para representar a gradação de pertinência de um elemento a um conjunto difuso. O grau de pertinência "1" é atribuído, normalmente, aos elementos que pertencem plenamente ao conjunto difuso e o grau "0", àqueles que, absolutamente, não pertencem ao conjunto [Turksen91]. Os elementos com pertinência intermediária recebem valores intermediários entre "0" e "1", de tal maneira que o grau de pertinência seja tão maior quanto mais o elemento pertença ao conjunto, ou seja, quanto mais o elemento apresente propriedades mais aderentes à propriedade descritiva do conjunto.

Os três exemplos, a seguir, representam conjuntos difusos:

- *conjunto dos números inteiros positivos muito maiores do que zero;*
- *conjunto dos homens simpáticos;*
- *conjunto das mulheres altas.*

A determinação do conjunto das mulheres altas não é tão simples assim. Por exemplo, uma mulher com 1,73m de altura pode ser considerada uma mulher alta? E uma de 1,75m? Como pode ser visto, não existe uma fronteira bem definida, que separe as mulheres consideradas altas daquelas não altas. Este conjunto é claramente caracterizado como difuso.

Com o advento dessa teoria, obteve-se substanciais instrumentos, para a representação de várias facetas cognitivas humanas [Yager91]. Ela provê ferramentas robustas para a aplicação do conhecimento, da experiência e do pensamento humano em muitos sistemas industriais [Suzuki93], de tráfego, ciência médica, entre outros como, engenharia de software abordado em [Belchior97]. A Lógica Difusa é uma ferramenta capaz de capturar informações vagas, descritas em linguagem natural, e convertê-las para um formato numérico, que pode ser manuseado pelo computador.

#### 4.1 Conceituação Formal

Na teoria clássica dos conjuntos, dado qualquer conjunto  $S$  de um universo de discurso  $U$ , e qualquer elemento  $x$ , pertencente a  $U$ , existe uma função característica:

---

$$f_S: U \rightarrow S \quad \text{tal que:} \quad \begin{cases} f_S(x) = 1 & \text{se } x \in S \\ f_S(x) = 0 & \text{se } x \notin S \end{cases}$$

Na teoria dos conjuntos difusos, um conjunto difuso  $F$  de um conjunto  $S$ , aqui chamado função de pertinência (*membership function*), pode ser definido como um conjunto de pares ordenados da forma  $(x, \mu_F(x))$ , onde o primeiro elemento pertence ao conjunto  $S$  e o segundo encontra-se no intervalo  $[0,1]$ , com exatamente um único par ordenado, para cada elemento de  $S$  sobre a função  $F$ , ou seja,

$$F: S \rightarrow [0,1]$$

A função  $F$  da equação anterior define um mapeamento entre elementos do conjunto  $S$  e valores no intervalo  $[0,1]$ . O valor 0 (zero) é usado para representar que não há relacionamento, já o valor 1 (um) representa um relacionamento total, e os valores entre esses dois extremos representam graus de relacionamento intermediários. O conjunto  $S$  simboliza o Universo de Discurso do conjunto difuso  $F$ . O valor semântico da sentença ‘ $x$  está em  $F$ ’ é determinado achando-se o par ordenado  $(x, \mu_F(x))$ . O Grau de Pertinência (ou Grau de Verdade) da sentença é dado pelo segundo elemento ( $\mu_F$ ) do par ordenado e indica o quanto um elemento  $x$  pertence ao conjunto difuso. Na prática, os termos “Função de Relacionamento” e “Conjunto Difuso” são usados similarmente.

Para a definição de um conjunto "crisp", uma lista contendo seus elementos é suficiente, isto é,  $A = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$  ou

$$A = \sum_{i=1}^n x_i$$

Caso o conjunto represente um intervalo contínuo, como por exemplo o conjunto dos números reais maiores que 5 e menores

que 10, estes são representados da seguinte forma:  $A = \int_5^{10} x$ .

Os símbolos  $\sum$  e  $\int$  aqui representam os operadores de união lógica ao invés de somatório e integração.

Um conjunto difuso é definido por seus membros, todos eles tendo uma dada propriedade em comum. A partir da propriedade de identificação de um conjunto, é possível determinar se um dado elemento é ou não é membro deste conjunto.

A lógica difusa, fundamentada nos conjuntos difusos, tem-se tornado uma generalização à lógica multi-valor<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> A Lógica Multivalor buscava ser uma generalização da lógica clássica de dois valores (0, 1). A mais conhecida de todas é a lógica trivalor, onde um terceiro estado é representado por  $\frac{1}{2}$ .

Existem diferentes notações para a representação de um conjunto difuso. Através de um conjunto de pares ordenados, onde o primeiro elemento do par denota o objeto do universo de discurso, e o segundo elemento o grau de pertinência deste objeto no conjunto difuso, ou seja,

$$A = \{(x, \mu_A(x)), x \in U\}$$

Uma outra notação, proposta por [Zadeh88], tem a seguinte forma

$$A = \mu_A(x_1) / x_1 + \dots + \mu_A(x_n) / x_n = A = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i) / x_i$$

Resumindo, um conjunto difuso é representado por meio do conjunto de pares ordenados  $(x, \mu(x))$  que podem ser descritos da seguinte forma:

$$A = \{\mu_1/x_1, \mu_2/x_2, \dots, \mu_n/x_n\} \quad \text{ou} \quad A = \sum_{i=1}^n \mu_i / x_i \quad \text{ou}$$

caso o universo de discurso seja contínuo, tem-se que  $A = \int_U \mu_A(x) / x$ .

A figura 4.1 mostra uma das possíveis Funções de Pertinência para a representação do conjunto das mulheres de meia idade. Como pode ser visto, as mulheres com idade em torno dos 50 anos recebem um valor próximo a 1, indicando que essas mulheres são, definitivamente, de meia idade. Já aquelas menores ou iguais a 20 e superiores a 70 anos indicam o contrário. Qualquer outra idade é questionável, intermediando o resultado entre 0 e 1.

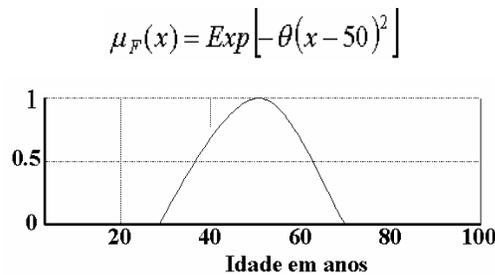


Figura 4.1 Função de Pertinência das Mulheres de Meia Idade

A figura 4.2 mostra quatro funções de pertinência, respectivamente nesta ordem: *singleton* (ou pontual), triangular, trapezoidal, *gaussiana*. Onde a função *singleton* representa uma extensão da lógica clássica para a lógica difusa e as três outras função são consideradas por [Sousa95] as mais utilizadas na literatura.

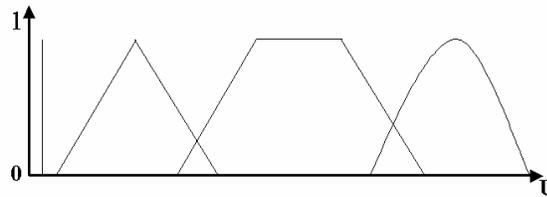


Figura 4.2 Números Difusos Pontual, Triangular, Trapezoidal e Gaussiano

Os Conjuntos Difusos constituem um ponto de partida para a construção de um arcabouço conceitual, que lide com problemas nos quais a fonte de imprecisão é a ausência de critérios bem definidos acerca de pertinência a classes, diferente das variáveis aleatórias presentes na Lógica Probabilística [Zadeh65]. A Teoria dos Conjuntos Difusos é, portanto, uma teoria de classes com limites não precisos.

A notável capacidade do ser humano de tomar decisões em ambientes complexos, repletos de incerteza e imprecisão, pode, em grande parte, ser atribuída a sua maneira de raciocinar explorando a "tolerância à imprecisão" na modelagem de problemas [Zadeh94]. É essa tolerância a imprecisão e a incerteza que permitem ao ser humano reconhecer formas e padrões destorcidos, estacionar um veículo em uma vaga, operar manualmente uma complexa planta industrial ou tomar decisões em um ambiente de incertezas e imprecisões.

Segundo afirmações de Zadeh [WWW01], a teoria difusa não deve ser tratada como uma teoria simples, porque o processo de *fuzificação* pode ser considerado como uma metodologia que generaliza qualquer teoria especificada com valores discretos para uma forma contínua.

O item que se segue, define operações fundamentais sobre conjuntos difusos, seguindo o estabelecido por Zadeh em seu clássico artigo "Fuzzy Sets" [Zadeh65] e alguns conceitos complementares relacionados em [Zimmermann91][Klir95][Fuhrmann90][Dubois80].

## 4.2 Conceitos básicos com Conjuntos Difusos

Sejam  $A$  e  $B$  conjuntos difusos definidos no universos de discurso  $U$ , com função de pertinência  $\mu_A(x)$  e  $\mu_B(x)$  respectivamente, então:

- **Altura**

A altura de um conjunto difuso é denotada por  $hgt(A) = \text{SUP}_{x \in U} [\mu_A(x)]$ , onde SUP significa SUPREMO, isto é  $\text{SUP} \mu_A(x)$  é o maior valor da função de pertinência  $\mu_A(x)$ .

Se  $hgt(A) = 1$ , este conjunto é dito Normalizado. Caso contrário, para normalizá-lo é só aplicar a equação  $\mu'_A(x) = \mu_A(x)/hgt(A)$ .

Confirmando-se  $m$  como sendo um valor único para o qual  $\mu_A(m)=1$ , obtém-se um Número Difuso Plano. Um Número Difuso Plano é um número difuso  $A$  tal que  $\exists(m_1, m_2) \in R, m_1 < m_2$  e  $\mu_A(X) = 1, \forall X \in [m_1, m_2]$ . Um conjunto difuso plano pode modelar um intervalo difuso, ou seja, um intervalo cujos limites não sejam abruptos.

Um número difuso  $A$  é dito positivo, se sua função de pertinência for tal que  $\mu_A(X) = 0, \forall x < 0$ . Já se  $\forall x > 0, \mu_A(X) = 0$  então este número difuso é dito negativo.

• **Conjunto  $\alpha$ -cut**

Quando se quer denotar que um elemento  $x \in U$  tipicamente pertence a um conjunto difuso  $A$ , pode-se demandar que seu valor de pertinência seja maior que um determinado limiar  $\alpha$ . O *conjunto de corte  $\alpha$*  ou *conjunto de nível  $\alpha$*  é o conjunto ordinário dos elementos que pertencem ao conjunto difuso  $A$  pelo menos com a intensidade  $\alpha$ , ou seja, que tenham grau de pertinência maior ou igual a um determinado limiar  $\alpha$ ,

$$A_\alpha = \{x \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$$

A função de pertinência de um conjunto difuso  $A$  pode ser expressa em termos da função característica de seus cortes  $\alpha$  de acordo com a seguinte fórmula:

$$\mu_A(x) = \text{SUP}_{\alpha \in ]0,1]} \min[\alpha, \mu_\alpha(x)], \text{ com } \mu_\alpha(x) = \begin{cases} 1 & \text{sse } x \in A_\alpha \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Os Conjuntos Difusos de Nível de um conjunto difuso  $A$  são definidos como os conjuntos difusos  $\tilde{A}_\alpha = \{(x, \mu_A(x)), x \in A_\alpha\}$ . O operador *min* é definido na próxima seção.

Cada Conjunto Difuso de Nível representa o conjunto difuso definido apenas em parte do suporte original, nomeadamente, a parte mais significativa e vai de encontro à necessidade de economizar-se custo computacional em aplicações práticas.

• **Suporte**

O Suporte de um conjunto difuso  $A$  é o conjunto " $\alpha$ -cut" onde  $\alpha = 0$ , ou seja,

$$\text{Sup}_A = \{x \in X, \mu_A(x) > 0\}$$

- **Singleton**

Um conjunto difuso Singleton é um conjunto cujo suporte é um único ponto em  $U$ .

$$A_S = \{\mu_{A_S}(x)/x \mid \forall x \in U, \mu_{A_S}(x) = 0 \text{ exceto em } x_i \text{ onde } \mu_{A_S}(x_i) = 1\}$$

- **Conjunto Convexo**

Um conjunto difuso é dito convexo se e somente se:

$$\mu_A(kx_1 + (1-k)x_2) \geq \min(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)) \quad \forall x_1, x_2 \in U \text{ e } k \in [0,1]$$

- **Cardinalidade**

A cardinalidade de um conjunto difuso é proporcional ao tamanho do conjunto difuso.

$$Card(A) = \sum_U \mu_A(x) \text{ ou } |A| = \sum_{x \in X} \mu_A(x)$$

Quando  $A$  é reduzido a um conjunto clássico, a cardinalidade de  $A$  é igual ao número de elementos de  $A$ .

A cardinalidade relativa é definida por

$$\|A\| = |A|/|X|$$

e pode ser vista como a proporção de elementos  $X$  que estão em  $A$ . No caso de  $X$  ser infinito, a cardinalidade de  $A$  é definida pela integral de  $\mu_A(x)$  sobre  $X$ , mas nem sempre existirá.

Um conjunto difuso é vazio se e somente se sua função de pertinência for idêntica a "0", sobre todo o universo  $X$ , ou seja,

$$\phi = \{x \in X, \mu_\phi(x) = 0\}$$

### 4.3 Operações com Conjuntos Difusos

A extensão das operações clássicas de igualdade, união, interseção e complemento são apresentadas a seguir conforme proposto por Zadeh em seu artigo original [Zadeh65]. Existem definições alternativas para essas operações propostas por outros autores, ou mesmo, pelo próprio Zadeh [Bellmann73].

- **Igualdade de Conjuntos**

Dois conjuntos difusos são iguais, se e somente se,  $\mu_A(x) = \mu_B(x) \quad \forall x \in U$ .

Da mesma forma, um conjunto difuso  $A$  está contido dentro de outro conjunto difuso  $B$ , se e somente se,  $\mu_A(x) < \mu_B(x) \forall x \in U$ .

- **Complementar de  $A$**

O complementar de  $A$  denotado por  $A^C$  é tal que:  $\mu_{A^C}(x) = 1 - \mu_A(x), \forall x \in U$ , também chamada de Pseudo-Complemento por [Dubois80].

- **União**

O conjunto difuso  $A \cup B$  resultante da união dos conjuntos  $A$  e  $B$  (figura 4.3), é aquele cuja função de pertinência é composta pelos máximos das funções de pertinência, ou seja,

$$A \cup B = \int_U [\mu_A(x) \vee \mu_B(x)]/x \quad \text{onde} \quad \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

A função *max* intuitivamente corresponde ao menor conjunto difuso que contenha ambos os conjuntos  $A$  e  $B$ .

- **Interseção**

O conjunto difuso  $A \cap B$  resultante da interseção dos conjuntos  $A$  e  $B$  (figura 4.3), é aquele cuja função de pertinência é composta pelos mínimos das funções de pertinência, ou seja,

$$A \cap B = \int_U [\mu_A(x) \wedge \mu_B(x)]/x \quad \text{onde}$$

$$\mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

Analogamente, a função *min* intuitivamente corresponde ao maior conjunto difuso contido em ambos os conjuntos  $A$  e  $B$ .

As operações de conjuntos, assim definidas, apresentam os mesmos resultados alcançados nas operações da teoria de conjuntos clássica, quando o conjunto de valores de pertinência possíveis é restringido a  $\{0, 1\}$ , embora não seja o único conjunto de definições que apresente este resultado.

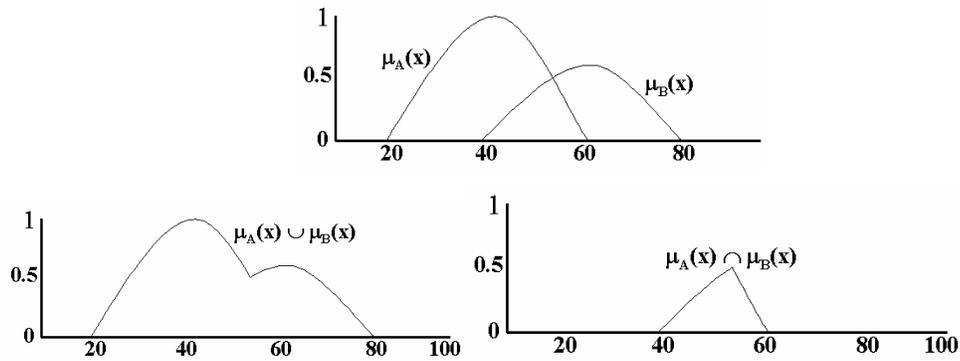


Figura 4.3 União e Interseção dos Conjuntos Difusos A e B

Os operadores *max*, *min* e PSEUDO-COMPLEMENTO, gozam ainda, das seguintes propriedades:

- a) **Comutativa:**  $A \cup B = B \cup A$  e  $A \cap B = B \cap A$
- b) **Associativa:**  $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap C$  e  $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup C$
- c) **Idempotente:**  $A \cup A = A$  e  $A \cap A = A$
- d) **Distributiva:**  $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$  e  $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$
- e) **Condições Limites:**  $A \cup X = X$  e  $A \cap X = A$   
 $A \cup \phi = A$  e  $A \cap \phi = \phi$
- f) **Absorção:**  $A \cup (A \cap B) = A$  e  $A \cap (A \cup B) = A$
- g) **Lei De Morgan:**  $\sim(A \cap B) = \sim A \cup \sim B$  e  $\sim(A \cup B) = \sim A \cap \sim B$
- h) **Involução:**  $\sim(\sim(A)) = A$
- i) **Fórmula Equivalente:**  $(\sim A \cup B) \cap (A \cup \sim B) = (\sim A \cap \sim B) \cup (A \cap B)$
- j) **Diferença Simétrica:**  $(\sim A \cap B) \cup (A \cap \sim B) = (\sim A \cup \sim B) \cap (A \cup B)$

Os dois únicos axiomas da teoria clássica de conjuntos que não são mais satisfeitos são a Lei da Contradição e, sua dual, *Lei dos Meios excluídos*:

$$A \cap \sim A \neq \phi \quad \text{e} \quad A \cup \sim A \neq X$$

### 4.3.1 Operações t-norm, t-conorm e s-norm

A Teoria de Conjuntos Difusos, baseada nos operadores *max*, *min*, *pseudo-complemento*, conforme definida por Zadeh, é a mais amplamente empregada. Contudo,

estudos sugerem que em determinadas aplicações, especialmente na modelagem de processos de tomada de decisão, outros conjuntos de operadores possam apresentar melhores resultados [Gupta91].

Uma ampla classe de modelos para operadores de interseção e união de conjuntos difusos é formada pela classe padrão triangular (*t-norm*) e classe co-padrão triangular (*t-conorm*).

Uma *t-norm* triangular é uma função  $t: [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ , que satisfaz as seguintes condições:

- i)  $t(a, 0) = 0$  e  $t(a, 1) = a$  ( condição de contorno)
- ii)  $t(a, b) \leq t(c, d); a \leq c$  e  $b \leq d$  ( monotonicidade)
- iii)  $t(a, b) = t(b, a)$  ( comutatividade)
- iv)  $t(a, t(b, c)) = t(b, t(a, c))$  ( associatividade )

Uma *s-norm* triangular é uma função  $s: [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ , que satisfaz as seguintes condições:

- i)  $s(1, 1) = 1$  e  $s(a, 1) = a$  (condição de contorno)
- ii)  $s(a, b) \leq s(c, d); a \leq c$  e  $b \leq d$  (monotonicidade)
- iii)  $s(a, b) = s(b, a)$  (comutatividade )
- iv)  $s(a, s(b, c)) = s(b, s(a, c))$  (associatividade )

Vale ressaltar que a *s-norm* pode ser derivada da seguinte relação, que vem a ser a *Lei De Morgan* da Teoria dos Conjuntos:

$$t(a, b) = 1 - s(1-a, 1-b)$$

As *t-norms* mais empregadas para definir a interseção de conjuntos difusos são, além do operador *min*:

- Produto algébrico:  $\mu_{A \bullet B}(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$
- Interseção robusta:  $\mu_{A \cap B}(x) = \max(0, \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1)$

As *s-norms* mais empregadas para definir a união de conjuntos difusos são, além do *max*:

- Soma algébrica:  $\mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$
- Soma Truncada:  $\mu_{A \cup B}(x) = \min(1, \mu_A(x) + \mu_B(x))$

Os operadores algébricos (produto e soma algébrica) são ditos interativos visto que uma alteração em qualquer dos operandos altera, necessariamente, os valores da t-norm e s-norm correspondentes, o que não se dá, por exemplo, com os operadores *max-min*.

A Intersecção Robusta e a União Robusta [Giles76] foram modeladas pelas Condições de Contorno correspondentes. Em [Gupta91] são resumidas as principais propriedades e apresentadas as representações gráficas de onze conjuntos de operadores triangulares e do complemento.

Uma propriedade importante é a de que t-norm definida pelo *min* representa um limite superior e a s-norm definida por *max* representa um limite inferior, respectivamente, para os operadores de interseção e união, ou seja,

$$t(x, y) \leq \min(x, y) \quad \text{e} \quad s(x, y) \geq \max(x, y).$$

### 4.3.2 Operações Algébricas com Conjuntos Difusos

Em função dos conceitos básicos dos conjuntos fuzzy apresentados, serão mostradas algumas de suas operações mais importantes, no contexto deste trabalho.

- **Soma Algébrica**

$$A + B = \begin{cases} \int_U [\mu_A(x) + \mu_B(x)]/x \\ \int_U [\mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \bullet \mu_B(x)]/x \end{cases}$$

- **Produto de um valor difuso por outro escalar**

$$A = \int_U [\alpha \mu_A(x)]/x; \text{ onde } \alpha > 0 \text{ e } \text{Sup}[\alpha \mu_A(x)] \leq 1$$

- **Produto Escalar entre conjuntos difusos**

$$A \bullet B = \int_U [\mu_A(x) \bullet \mu_B(x)]/x$$

- **Combinação Convexa**

Sejam os subconjuntos difusos  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  em  $U$  e  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$  constantes reais. A combinação convexa de  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  é definida por:

$$C = \int_U [w_1 \mu_{A_1}(x) + w_2 \mu_{A_2}(x) + \dots + w_n \mu_{A_n}(x)]/x$$

- **Potenciação**

$$A^\alpha = \int_U [\mu_A(x)]^\alpha / x$$

Conforme mostra a figura 4.4, a operação de potenciação provoca uma dilatação na função do conjunto difuso, quando  $\alpha$  é menor que 1 e uma concentração quando  $\alpha$  é maior que 1. Por meio da potenciação é possível fazer uso de modificadores (visto no item 4.6.1) para compor a função de pertinência de um outro conjunto difuso, sendo largamente empregado em operações da lógica do raciocínio aproximado. Como exemplo, o conjunto das mulheres muito altas pode ser gerado a partir do conjunto das mulheres altas.

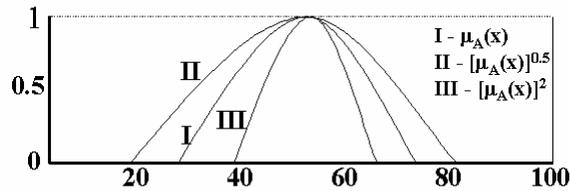


Figura 4.4: Potenciação de Conjuntos Difusos

• **Intensificação**

A operação de Intensificação transforma um conjunto difuso em outro com a seguinte função de pertinência [Graham88]:

$$\mu_{INT(A)}(X) = \begin{cases} 2 \times \mu_A^2(x) & \text{para } 0 \leq \mu_A(x) \leq 0,5 \\ 1 - 2 \times (1 - \mu_A(x))^2 & \text{para } 0,5 \leq \mu_A(x) \leq 1 \end{cases}$$

**4.4 Medidas de Similaridade**

As medidas de similaridade difusa possibilitam a comparação direta entre conjuntos difusos.

• **Distância entre dois conjuntos difusos**

$$^p(A, B) = \sqrt[p]{\sum_{i=1}^n |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)|^p}; \quad p \geq 1$$

Quando  $p = 2$ , a distância entre dois conjuntos é chamada de *distância euclidiana*, enquanto que para  $p = 1$ , é chamada de *Distância de Hamming*.

• **Entropia**

A entropia difusa mede o quanto um conjunto difuso é realmente difuso:

$$E(A) = \frac{Card(A \cap A^c)}{Card(A \cup A^c)}$$

- **Subsethood Difuso**

O *subsethood* difuso mede o quanto um conjunto difuso  $A$  está contido em um conjunto difuso  $B$ :

$$S(A, B) = \frac{Card(A \cap B)}{Card(A)}$$

- **Igualdade Difusa (Matching)**

A igualdade difusa mede o grau de similaridade entre dois conjuntos difusos:

$$\Theta(A, B) = \frac{\int \mu_{A \cap B}(x) dx}{\int \mu_{A \cup B}(x) dx}$$

#### 4.5 Números Difusos LR

Os Números Difusos do tipo LR são uma representação parametrizada de números difusos que representa uma enorme simplificação nos cálculos de operações estendidas, sem perda considerável de generalidade.

Um Número Difuso  $M$  é do tipo LR se existirem funções de referência  $L$  (relativo a *left*, esquerdo) e  $R$  (relativo a *right*, direito) e escalares  $\alpha > 0$  e  $\beta > 0$ , onde:

$$\mu_M(X) = \begin{cases} L\left(\frac{m-x}{\alpha}\right) & \text{para } x \leq m \\ R\left(\frac{x-m}{\beta}\right) & \text{para } x \geq m \end{cases}$$

sendo  $m$  um número real, denotando o valor médio de  $M$  e  $\alpha$  e  $\beta$  as dispersões esquerda e direita, respectivamente, escrevendo-se  $M=(m, \alpha, \beta)_{LR}$ . Uma função  $f$  é uma referência para um número difuso se e somente se  $f(x) = f(-x)$ ;  $f(0) = 1$  e  $f$  é não crescente em  $[0, +\infty]$ .

Um Número Difuso Plano  $A$  do tipo LR é representado por  $A=(m_1, m_2, \alpha, \beta)_{LR}$  e é definido pela seguinte função de pertinência:

$$\mu_M(x) = \begin{cases} L\left(\frac{m_1-x}{\alpha}\right) & \text{para } x \leq m_1, \quad \alpha > 0 \\ R\left(\frac{x-m_2}{\beta}\right) & \text{para } x \geq m_2, \quad \beta > 0 \\ 1 & \text{para } m_1 \leq x \leq m_2, \end{cases}$$

onde  $L$  e  $R$  são funções de referência.

Dois números difusos muito usados são o Número Difuso Triangular e o Número Difuso Trapezoidal. Baseando-se em [Lee96a][Hsu96][Kaufmann91], o número difuso Triangular pode ser representado por  $M=(a, m, b)_\Delta$  e o número difuso Trapezoidal por  $M=(a, m_1, m_2, b)_\Pi$  e têm a seguinte representação gráfica:

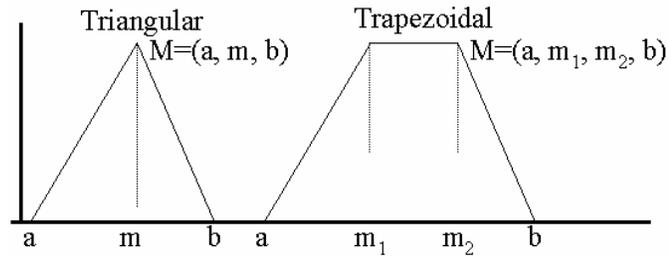


Figura 4.5 Número Difuso Triangular e Número Difuso Trapezoidal do Tipo LR

Um número difuso triangular pode ser definido como um número difuso LR com as seguintes funções de referência:

$$L = R = \begin{cases} 1 - |x| & \text{para } -1 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{de outra forma} \end{cases}$$

e a seguinte relação entre os parâmetros:

$$\alpha = m - a \quad \text{e} \quad \beta = b - m$$

### 4.6 Variável Lingüística

Na lógica difusa, é bastante utilizado o conceito de variável lingüística (ou variável da mais alta ordem). Uma variável lingüística é uma variável cujos valores são palavras ou sentenças na forma de linguagem natural, utilizada para efetivamente manusear a ambigüidade envolvida na avaliação dos dados e nas propriedades imprecisas [Lee96b].

Uma variável lingüística é totalmente expressa pelo quintuplo  $(x, T(x), U, G, M)$  onde:

- $x$  é o nome da variável;
- $T(x)$  é o conjunto de termos (ou valores lingüísticos) de  $x$ ;
- $U$  é o universo de discurso sobre o qual se enquadram os termos  $T(x)$ ;
- $G$  é uma regra sintática que gera os termos lingüísticos de  $x$ ;
- $M$  é uma regra que associa a cada 'x', o seu significado semântico, assim

$M(x)$  é um subconjunto de  $U$ .

Como exemplo, seja a variável lingüística "Idade", cujos valores podem ser { muito jovem, jovem, nem jovem nem velho, muito velho, ... } mostrado na figura 4.6.

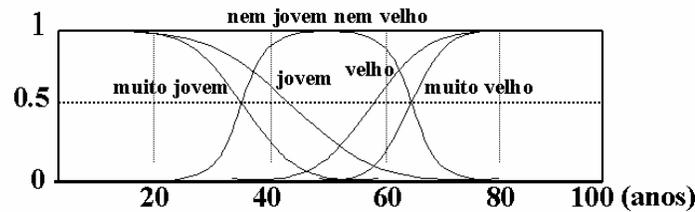


Figura 4.6: Termos Lingüísticos da Variável Lingüística Idade

O significado de cada valor do conjunto de termos é dado pela distribuição possibilística definida sobre o universo de medição da grandeza que a VARIÁVEL LINGÜÍSTICA expresse.

Um aspecto importante das variáveis lingüísticas, que está intimamente relacionado com sua utilidade, é o efeito de compactação de dados que ela representa, chamado de granulação [Zadeh94]. Seja o exemplo da Variável Lingüística "Idade". Um valor lingüístico "Adulto" é, sem dúvidas, mais complexo do que um valor numérico simples como, por exemplo, "40". Entretanto, "Adulto" representa uma escolha entre um número menor de opções dentre, digamos  $\{0, 1, 2, \dots, 100\}$ . O universo de valores possíveis é, por assim dizer, substituído, por um número menor de opções, cada qual sendo um conjunto difuso que se superpõe sobre o conjunto difuso contíguo, de forma a que a transição entre os valores contíguos seja gradual, ao invés de abrupto resultando em continuidade e robustez.

Zadeh [Zadeh77] observou que os termos lingüísticos podem ser modelados através de funções, cujos valores são graus no domínio de uma função de pertinência, e que cada representação é fundamental para a modelagem do raciocínio aproximado. Há termos lingüísticos especiais que alteram outros termos lingüísticos - são os modificadores.

#### 4.6.1 Modificadores

A Lógica Difusa admite, além dos quantificadores UNIVERSAL e EXISTENCIAL, quantificadores difusos como MAIORIA, MUITOS, ALGUNS, APROXIMADAMENTE, etc., os quais podem ser vistos como predicados difusos de segunda ordem [Yager83a][Yager83b]. Também permite o uso de modificadores como NÃO, MUITO, MAIS-OU-MENOS, etc. para valores difusos, que abrem a possibilidade para o uso de outras variáveis cujos valores são palavras ou sentenças em uma linguagem natural ou sintética.

Uma proposição que contenha modificadores de predicados, por exemplo, "João é MUITO alto", "Pedro é NÃO MUITO alto", "Pedro é NÃO MUITO jovem", etc. é traduzida na forma canônica [Baldwin79]:

$$P \rightarrow x \text{ é } m A$$

onde  $m$  representa um modificador do predicado  $A$ .

Seguem-se alguns modificadores com suas funções normalmente associadas:

$$m = \text{NÃO} \quad \mu_{A^*}(u) = 1 - \mu_A(u);$$

$$m = \text{MUITO} \quad \mu_{A^*}(u) = \mu_A^2(u);$$

$$m = \text{MAIS-OU-MENOS} \quad \mu_{A^*}(u) = \sqrt{\mu_A(x)};$$

### 4.7 Relação Difusa

O conceito de Relação Difusa (*Fuzzy Relation*) é introduzido, naturalmente, como a generalização da relação definida na teoria de conjuntos clássica. Similarmente à definição de uma relação binária ordinária, que é, normalmente definida como um conjunto de pares ordenados, uma Relação Difusa Binária é definida como um conjunto de pares ordenados.

Relações Difusas Binária- $R$  são subconjuntos difusos do produto cartesiano  $X \times Y = \{(x, y) | x \in X, y \in Y\}$  caracterizada pela função de pertinência  $\mu_R(x, y)$ , a qual associa a cada par  $(x, y)$  pertencente a  $R$ , um valor real no intervalo  $[0, 1]$ , como se segue. Essas relações assumem um papel importante dentro da teoria de conjuntos difusos, sendo aplicadas na resolução de diversos problemas.

$$R = \int_{X \times Y} \mu_R(x, y) / (x, y)$$

Seja  $R$  o conjunto de rapazes {Tiago, João, Fernando} e  $G$  o conjunto das garotas {Tatiana, Liana, Viviane, Ticiane} e a relação  $R$  "namora com". A Relação Difusa Binária- $R$  definida no espaço  $R \times G$  poderia ter dentre as muitas possibilidades:

$$R_{\text{namora}} = \{(Fernando, Tatiana), (Tiago, Liana), (João, Viviane)\}.$$

Como os universos de discurso são finitos, é possível representar a relação através da matriz:

$$R_{\text{namora}} = \begin{matrix} & \textit{Tatiana} & \textit{Liana} & \textit{Viviane} & \textit{Ticiane} \\ \textit{Tiago} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ \textit{João} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \\ \textit{Fernando} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

No exemplo acima, a relação apresentada é do tipo "crisp" pois, um par ordenado pertence ou não pertence a relação  $R_{\text{namora}}$ .

Agora suponha a relação  $R: X \times Y \rightarrow [0,1]$ , onde o grau de pertinência  $\mu_R(x_i, y_j)$  expressa a relação entre os pares  $(x_i, y_j)$  definido pela expressão "x é muito maior que y" através da seguinte fórmula:

$$R = \int_{R^2} \left[ 1 + (x - y)^2 \right]^{-1} / (x, y), \forall x > y.$$

A matriz de relação é:

$$R_{x_i, y_j} = \begin{matrix} & 1 & 2 & 3 & 4 & \dots \\ 1 & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \end{bmatrix} \\ 2 & \begin{bmatrix} 1/2 & 0 & 0 & 0 & \dots \end{bmatrix} \\ 3 & \begin{bmatrix} 4/5 & 1/2 & 0 & 0 & \dots \end{bmatrix} \\ 4 & \begin{bmatrix} 9/10 & 4/5 & 1/2 & 0 & \dots \end{bmatrix} \\ \dots & \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \end{matrix}$$

De uma forma mais geral, pode-se definir uma Relação Difusa N-ária, como o conjunto difuso R, definido no espaço cartesiano  $X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$ , sendo a função de pertinência da forma  $\mu_R(X_1, \dots, X_n)$ , onde  $x_i \in X_i, i = 1, \dots, n$ .

Uma relação difusa pode também ser expressa através de um grafo, chamado de Grafo Difuso, onde os vértices correspondem aos elementos dos universos, e os arcos, aos graus de pertinência à relação dos elementos interligados [Terano87].

As operações de União, Interseção, Complemento e outras com conjuntos difusos podem ser estendidas para relações difusas de maneira imediata, visto que estas são conjuntos difusos no espaço cartesiano.

### 4.7.1 Regra Composicional *max-min*

A regra de Composição *max-min* combina relações difusas de produtos de espaços diferentes. Seja  $R_1 = \{(u, v) \mid (u, v) \in U \times V\}$  e  $R_2 = \{(v, w) \mid (v, w) \in V \times W\}$  relações de  $U$  para  $V$  e de  $V$  para  $W$ , respectivamente. Isto é,

$$R: U \times V \rightarrow [0, 1] \quad \text{e} \quad S: V \times W \rightarrow [0, 1]$$

A composição  $R_1 \circ R_2: U \times W \rightarrow [0, 1]$  é dada pelo seguinte conjunto difuso:

$$R_1 \circ R_2 = \{ ((u, w), \mu_{R_1 \circ R_2}(u, w)) \mid \mu_{R_1 \circ R_2}(u, w) = \sup \min[\mu_{R_1}(u, v), \mu_{R_2}(v, w)] \}$$

onde  $u \in U, v \in V$  e  $w \in W$ .

Na forma matricial, considerando  $R_1$  e  $R_2$ , expressos abaixo, a composição  $R_1 \circ R_2$  é semelhante à operação de multiplicação de matrizes, trocando a operação de multiplicação pela operação de mínimo e a operação de soma pela operação de máximo.

$$R_1 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \quad R_2 = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} \end{bmatrix}$$

As operações com relações difusas apresentam, entre outras, as seguintes propriedades:

- 1)  $R \circ I = I \circ R = R$
- 2)  $R \circ 0 = 0 \circ R = 0$
- 3)  $(R \circ S) \circ T = R \circ (S \circ T)$
- 4)  $R \circ (S \cup T) = (R \circ S) \cup (R \circ T)$
- 5)  $R \circ (S \cap T) \subseteq (R \circ S) \cap (R \circ T)$

onde  $R, S$  e  $T$  são relações difusas e  $I$  e  $0$  são, respectivamente, a Relação Identidade e Relação Zero, definidas pelas seguintes funções de pertinência:

$$\mu_I(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{para } x = y \\ 0 & \text{para } x \neq y \end{cases} \quad \text{e} \quad \mu_0(x, y) = 0$$

### 4.7.2 Regra Composicional de Inferência

As relações entre variáveis lingüísticas são descritas através de proposições condicionais difusas da forma canônica:

$$P \rightarrow \text{Se } (x_1 \text{ é } A_1) \wedge (x_2 \text{ é } A_2) \wedge \dots \wedge (x_N \text{ é } A_N) \text{ então } (z_1 \text{ é } Z_1) \wedge (z_2 \text{ é } Z_2) \wedge \dots \wedge (z_M \text{ é } Z_M)$$

Onde  $x_i$  e  $z_i$  são variáveis lingüísticas e  $A$  e  $B$  são conjuntos difusos. Em geral, as variáveis  $x_i$  e  $z_i$  pertencem a universos de discurso distintos. Como exemplo, veja o que se segue:

*Se o consumo de energia elétrica é alto então a taxa é alta*  
*Se João é alto e Maria é alta então seu filho é alto*  
*Se o custo diminui e o consumo aumenta então as vendas aumentam.*

Seja a relação difusa  $R$  definida em  $X \times Y$  e um conjunto difuso  $A$  definido em  $X$ . O conjunto difuso  $B$  é dado por:

$$B = \text{proj}(\tilde{A} \cap R) \text{ onde } \tilde{A} = \text{Extensão Cilíndrica.}$$

Isto é,  $\mu_B(y) = \max_x (\min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_R(x, y)))$ , ou melhor,

$$B = \sum_Y \vee_x [\mu_A(x) \wedge \mu_R(x, y)] / y.$$

Portanto  $B_Y = A_X \circ R_{X \times Y}$ .

Com base no exposto, a regra composicional pode ser colocada da seguinte forma:

Implicação: Se  $X$  é  $A$  então  $Y$  é  $B$

Premissa:  $X$  é  $A'$

-----

Conclusão  $Y$  é  $B'$

A solução para  $B'$  é então:

$$B' = A' \circ (A \rightarrow B) \quad \text{ou} \quad \mu_{B'}(v) = \vee_u \mu_{A'}(u) \wedge \mu_{A \rightarrow B}(u, v)$$

Onde  $(A \rightarrow B)$  depende da interpretação lógica da função de implicação: Se  $A$  então

$B$ . Algumas soluções propostas são listadas a seguir:

$(\mu_A(u) \wedge \mu_B(v)) \vee (1 - \mu_A(u))$	<b>Zadeh</b>
$\mu_A(u) \wedge \mu_B(v)$	<b>Mandani</b>
$\begin{cases} 1 & \text{se } \mu_A(u) \leq \mu_B(v) \\ \mu_A(u) & \text{se } \mu_A(u) > \mu_B(v) \end{cases}$	<b>Mizumoto</b>
$1 - \mu_A(u) + \mu_A(u)\mu_B(v)$	<b>Bandler</b>

$$f_{\rightarrow}(\mu_A(u), \mu_B(u))$$

Gupta e J. Qui

$$1 \wedge (1 - \mu_A(u))\mu_B(v)$$

Lukasiewicz

A definição considerada por Mandani é a mais amplamente usada em sistemas difusos e é referida como REGRA DE MINI-OPERAÇÃO,  $R_m$ :

$$v(P \xrightarrow{R_m} Q) = \text{MIN}[v(P), v(Q)]$$

### 4.7.3 Projeção Cilíndrica / Extensão Cilíndrica

Outra operação importante é a Projeção de uma relação difusa sobre um subespaço selecionado. Sejam os universos de discurso  $U$  e  $V$  e a relação difusa  $R$ . O grau de pertinência para cada ponto resultante da projeção sobre  $U$ , será o valor máximo do grau de pertinência dos respectivos pares sobre  $U$ , isto é,  $R_U = \int_U \text{Sup}_v \mu_R(u, v) / u$ . Respectivamente, o mesmo acontece sobre a projeção em  $V$  onde  $R_V = \int_V \text{Sup}_u \mu_R(u, v) / v$ .

Generalizando, considere  $R$  uma relação difusa de dimensão  $N$  em  $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_N$ . Sua projeção num subespaço  $k$  é uma relação difusa em  $U_k = U_1 \times U_2 \times \dots \times U_k$  definida por:

$$R_q = \int_{U^k} \left[ \bigvee_{\mu(\bar{q})} \mu_R(u_1, u_2, \dots, u_N) \right] / (u_1, u_2, \dots, u_{ik})$$

Seja  $R$  uma relação difusa de dimensão  $N$  em  $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_M$ , então sua extensão cilíndrica em um espaço de ordem superior  $M$ , é uma relação difusa em  $U^M = U_1 \times U_2 \times \dots \times U_M$ , definida por:

$$C(R) = \int_{U^M} \mu_R(u_1, \dots, u_N) / (u_1, \dots, u_M)$$

### 4.8 Princípio da Extensão

Por meio do Princípio da Extensão é possível estender ao ambiente difuso, conceitos matemáticos não difusos (Zadeh73, Dubois80).

Sejam  $X, Y$  e  $Z$  conjuntos difusos e  $f$  um mapeamento da forma:  $f: X \times Y \rightarrow Z$ . Sejam  $A$  e  $B$  subconjuntos difusos no universo  $X$  e  $Y$ , então o Princípio da Extensão é usado de modo que  $f(A, B) = D$ , onde  $D$  é um subconjunto difuso em  $Z$  tal que:

$$D = \max_{x,y} \{ \min (\mu_A(x)/x \wedge \mu_B(y)/y) / f(x, y) \}$$

#### 4.9 Distribuição Probabilística x Distribuição Possibilística

As duas principais classes dos Sistemas de Raciocínio Aproximado<sup>15</sup> são a Classe Probabilística e a Classe Possibilística.

Métodos de Raciocínio Probabilístico descrevem proporções da ocorrência de hipóteses verdadeiras ou falsas sobre certas restrições evidenciais. As condições de probabilidade do tipo  $P(X = x|\epsilon)$  descrevem a frequência de ocorrência do valor  $x$  do estado da variável  $X$ , quando a restrição  $\epsilon$  é verdadeira.

Assim como a abordagem Probabilística, a Possibilística produz soluções para resolver problemas que são tarefas impossíveis (ou pelo menos, muito difíceis) de determinar hipoteticamente. A ênfase portanto, não é determinar a frequência das instâncias, onde as hipóteses sejam verdadeiras ou falsas; mas sim, produzir respostas não equivocadas para outros questionamentos similares ao caso de interesse.

Por exemplo, em um diagnóstico médico, um método probabilístico pode responder a questão "O paciente tem a doença D?" não avaliando se a doença D existe, mas sim, as chances do paciente ter a doença a partir dos sucessivos tratamentos deste. Por outro lado, um Método Possibilístico pode responder ao mesmo questionamento através da consulta modificada para "O paciente tem uma doença do tipo D?", onde  $D^*$  refere-se a uma classe de doenças similares, no caso, à doença D.

A Probabilidade e a Possibilidade não são a mesma coisa. Como visto, existem diferenças fundamentais e até mesmo incompatíveis. Por exemplo, na Teoria Difusa temos, fundamentalmente, o emprego da Lógica Possibilística, logo nesta,  $A \cap \tilde{A} \neq \emptyset$ .

A Lógica Difusa possui três formas de qualificar uma proposição, isto é, por meio da:

- *qualificação verdade;*
- *qualificação probabilística;*
- *qualificação possibilística.*

Na qualificação verdade, ou um valor é completamente falso ou completamente verdadeiro, isto é, ele assume um dos valores do conjunto  $\{0, 1\}$ .

---

<sup>15</sup> Sistemas de Raciocínio Aproximado podem ser caracterizados como Sistemas de Computação que identifica o estado de um sistema de mundo real sobre uma base de conhecimentos imprecisa e incerta.

Na qualificação probabilística e possibilística, utiliza-se técnicas usadas para se representar e manipular incertezas ou imprecisões.

A Teoria da Possibilidade foi introduzida por Zadeh [Zadeh78], para modelar eventos possíveis baseados nas teorias de lógica difusa e conjuntos difusos.

Seja o seguinte exemplo:

Considere a sentença "João é velho", onde o conjunto difuso velho é definido sobre o universo de discurso  $U = \{u \mid 0 \leq u \leq 100\}$ . Adicionalmente, assuma que a distribuição de possibilidade de Velho tem os valores mostrados na tabela abaixo:

$u$	10	20	25	30	35	40	50	60	.....
Poss ( $X = u$ )	0.0	0.2	0.3	0.5	0.8	0.9	1.0	1.0	.....

Tabela 4.1 Distribuição de Possibilidade do Termo Lingüístico Velho

A tabela 4.2 mostra a distribuição de probabilidade de Velho assumindo que qualquer idade maior que ou igual a 60 é velho.

$u$	...	40	50	60	70	80	90	100
Prob ( $X = u$ )	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	0.15	0.1	0.05

Tabela 4.2 Distribuição de Probabilidade do Termo Lingüístico Velho

Essas tabelas demonstram diferenças fundamentais na aplicação dos conceitos de probabilidade e possibilidade. Uma vez que a probabilidade de qualquer pessoa viver 100 anos é 0,05; essa sentença não necessariamente se aplica a qualquer pessoa em particular. Viver 100 anos dependerá também de outros fatores como saúde e ambiente físico. Por outro lado, a Distribuição de Possibilidade provê uma ferramenta subjetiva que capacita avaliar a possibilidade de uma pessoa específica viver todos esses anos.

Formalmente, as medidas de possibilidade utilizam conjuntos difusos como base para medir a possibilidade de um evento poder ou não acontecer. Seja  $A$  um subconjunto não difuso e seja  $\Pi_X$  a distribuição de possibilidade associada a  $X$ . Então a medida de possibilidade de  $A$ ,  $\Pi(A)$  é definida como:

$$\Pi(A) \equiv \sup_{u \in A} \pi_X(u)$$

onde  $\pi_X(u)$  é a medida de possibilidade de  $u$  em  $\pi_X$ .

### 4.10 Sistemas Difusos

A lógica é a ciência que busca formalizar os mecanismos do raciocínio humano, enquanto isso, a lógica difusa busca a formalização de modos de raciocínio que são aproximados ao invés de exatos. Conforme [Zadeh88], esses modos de raciocínio assumem um papel essencial na incontestável habilidade humana de tomar decisões racionais em um ambiente de incerteza e imprecisão.

A Lógica Difusa (ou Lógica do Raciocínio Aproximado) assume uma proposição como sendo uma distribuição possibilística, que restringe difusamente os valores das variáveis envolvidas na proposição. Seja a seguinte afirmação: *Se o número de usuário é alto e o tráfego é intenso então a malha local está congestionada*. Os termos "alto", "intenso" e "congestionada" representam informações vagas, que são representados por meio de conjuntos difusos.

A Lógica Difusa tem sido largamente empregada em: sistemas especialistas, raciocínio aproximado, linguagem natural, controle de processos, robótica, reconhecimento de padrões, processos de tomada de decisão. E, também, em modos de raciocínio como: raciocínio interpolativo, raciocínio silogístico, e raciocínio com disposição.

O Prof. Zadeh cognomina a lógica difusa de *Soft Computing* (Computação Branda), juntamente com a Teoria das Redes Neurais e o Raciocínio Probabilístico, este último englobando as Redes de Crença, Algoritmos Genéticos, parte da Teoria de Aprendizagem e Teoria do Caos [Zadeh94].

A figura 4.7 representa as etapas de um dos sistemas de lógica difusa, que é composto pela entrada dos dados numéricos sobre o módulo de *fuzificação*, responsável pela interpretação lingüística na adequação destes números à gramática especificada. O motor de inferência processa a aplicação de uma regra do tipo SE-ENTÃO, formada por proposições que usam termos de variáveis lingüísticas. O processamento das regras resulta em um valor difuso, que é desfuzificado, resultando em uma saída numérica do sistema [Munakata94].

A etapa de *fuzificação* dá-se pela conversão de entradas numéricas em números difusos. Já a *desfuzificação* é a conversão do conjunto difuso, resultante para um único ponto, que reflete o melhor valor a ser selecionado do conjunto.

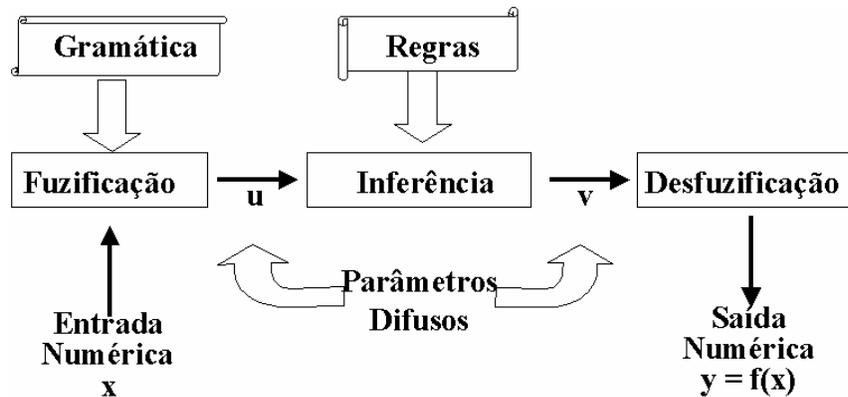


Figura 4.7: Sistema de Lógica Difusa

### 4.10.1 Desfuzificação

Há vários métodos de *desfuzificação*, cada qual tem suas vantagens e desvantagens. Sobre a *desfuzificação* podem ser aplicados alguns métodos como: o Método dos Máximos, o Método do Centro de Gravidade, o Método do Centro de Soma, o Método das Alturas. Conforme [Orchard95], o Método do Centro de Gravidade tem a vantagem de produzir saídas mais suaves que o Método dos Máximos, mas é criticado por aplicar pesos insuficientes às regras conclusivas. Enquanto isso, o Método dos Máximos tem a vantagem de possuir menos cálculos de ponto flutuante, aumentando a velocidade do processo em relação ao Método do Centro de Gravidade.

- **Método do Centro de Gravidade**

O Método do Centro de Gravidade (CG) pode ser escrito formalmente como:

$$x' = \frac{\int_{(x \in U)} (x \cdot f(x)) dx}{\int_{(x \in U)} f(x) dx}$$

onde  $x'$  é o valor *desfuzificado* e o universo de discurso é  $U$ .

Computacionalmente, esta integral pode ser reduzida para um conjunto de pontos, que são considerados como conectando um segmento de linha reta:

$$x' = \frac{\sum_{i=1}^n x'_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

onde  $x'_i$  é o local do Centro de Gravidade,  $A_i$  é a área local debaixo do segmento de linha  $(p_{i-1}, p_i)$ , e  $n$  é o número total de pontos.

- **Método dos Máximos**

O Algoritmo MOM (Método dos Máximos) retorna a coordenada  $x''$ , sobre o qual é calculado através do ponto  $x'$ , que é o ponto máximo de cada conjunto difuso envolvido no resultado. Se o valor máximo  $y$  for alcançado em mais de um ponto, então a média de todos os  $x''$  envolvidos é:

$$x'' = \sum_{j=1}^J \frac{x''_j}{J}$$

onde  $x''_j$  é a coordenada  $x$  de todos os pontos máximos, e  $J$  é o número total de máximos.

Muitos sistemas difusos utilizam os conceitos de sistemas especialistas convencionais, tendo surgido os sistemas especialistas difusos, e os controladores difusos.

#### 4.10.2 Sistemas Especialistas

Não basta se ter uma grande massa de dados sobre a operação da rede, quando não se sabe interpretá-los! Por isso é preciso incorporar o conhecimento dos melhores especialistas em um sistema inteligente de automação; onde os mais comumente utilizados são os Sistemas Especialistas.

Uma abordagem para o uso de inteligência, na gerência pró-ativa de redes de computadores, é simular a expressividade de um bom disparador de redes por meio de um controlador ou de um sistema especialista convencional. A forma usual de fazer isto é construir algoritmos que traduzam seqüências de leituras numéricas dos monitores da rede em símbolos significativos, e garantam um mecanismo de inferência sobre os símbolos que capturem o conhecimento do melhor especialista na área. As implementações atuais representam o conhecimento necessário em uma estrutura baseada em regras, onde as mais comuns são as Regras de Produção.

Se, por exemplo, o comportamento da rede mantêm-se relativamente constante, o sistema necessitará de pouca manutenção. Mas, se o sistema for usado para resolver falhas imprevisíveis ou rápidas, dois problemas podem ocorrer:

- *o sistema pode sofrer o problema da fragilidade; e*
- *o processo de desenvolvimento pode sofrer o problema do gargalo na aquisição de conhecimento.*

A fragilidade significa que o sistema falhará quando ocorrer um novo problema. Isto ocorre devido a falta de habilidade do sistema em adaptar o conhecimento a uma nova situação. O gargalo na aquisição do conhecimento pode acontecer quando o engenheiro tenta incorporar novo conhecimento ao sistema, a fim de cobrir estas situações imprevisíveis. Quando isto acontece o sistema pode ficar *pesado*, imprevisível e de difícil manutenção. Em caso de fortes mudanças na rede, o sistema pode até ficar obsoleto.

A maioria das redes atuais está mais vulnerável a estes problemas, uma vez que o surgimento de falhas imprevisíveis é um fator dependente da estrutura topológica e física da rede, das informações de outras redes que trafegam sobre a malha local e, também, do conjunto de novos sistemas em execução.

Dentro da gerência de redes, a pro-atividade preocupa-se com estas questões, uma vez que a necessidade de antecipação a fatos degradantes exige da ferramenta de gerenciamento a capacidade de disparar inferências em tempo real, diagnosticando o problema antes que ele ocorra.

A lógica difusa permite-nos interpretar o comportamento da rede em termos do senso comum com uma forte abordagem matemática e uma semântica mais rica que a expressa pelos sistemas especialistas convencionais, aliviando o problema da fragilidade e do gargalo na aquisição de conhecimento, devido a uma maior facilidade na construção das regras que é inerente ao próprio processo lingüístico. Neste caso, pode-se fazer uso dos chamados sistemas especialistas difusos e controladores difusos (*fuzzy controllers*).

Os controladores e os sistemas especialistas difusos, são ao mesmo tempo, modelos qualitativos e quantitativos. São modelos qualitativos porque usam variáveis lingüísticas e seus valores lingüísticos. Por outro lado, são também quantitativos devido a inclusão de funções de pertinência, que representam valores lingüísticos [Turken92].

### **4.10.3 Sistemas Especialistas Difusos**

Os Sistemas Especialistas (SE), em geral, possuem cinco importantes características. Assim sendo, um SE:

---

- *deve ser amigável;*
- *deve ser capaz de aprender com suas experiências passadas;*
- *deve ser capaz de explicar os passos que o levaram a tomar tais decisões;*
- *deve ser capaz de gerenciar a incerteza do problema fazendo uso de um raciocínio aproximado;*
- *possui restrições quanto ao tempo de inferência.*

Para implementar algumas das características acima, o sistema especialista difuso que estende o sistema especialista convencional para o uso de variáveis difusas, geralmente, consistirá de nove componentes mostrados na figura 4.8 e apresentados abaixo:

- **Interface com o usuário:** qualquer SE deve consultar o usuário da forma mais simples possível e, se necessário, deve provê páginas de ajuda.
  - **Base de conhecimento:** consiste de regras heurísticas, bem como, fatos estabelecidos e teorias.
  - **Base de dados:** contém informações específicas ao domínio do problema, bem como informações pertencentes as palavras pesquisadas e palavras chaves usadas para a engenharia de inferência no procedimento de inferência.
  - **Engenharia de inferência:** usa regras para inferir conclusões apropriadas, baseadas em porções relevantes da base de conhecimentos.
  - **Blackboard:** é uma estrutura de dados que contém o dado inicial provido por algum dispositivo externo ou entrada do usuário, bem como, o resultado intermediário do processo de inferência.
  - **Programa de explanação:** explica o processo de inferência e indica como as conclusões ou ações foram estabelecidas.
  - **Programa de aprendizado:** é ativado depois de cada execução pela engenharia de inferência, analisa o processo de inferência e estabelece regras para acelerar o processo, quando o processo de inferência for ativado novamente.
  - **Comunicação com outros SEs:** similarmente aos especialistas humanos os sistemas especialistas devem ser capazes de consultar outros SEs, quando dificuldades são encontradas.
  - **Programa de gerenciamento de incertezas:** é uma função imprescindível do SE, desde que os dados e o conhecimento provido pelo usuário sejam difusos, vagos e
-

incompletos. No entanto, com respeito a vacuidade dos dados e do conhecimento, o SE deve ser capaz de inferir sobre estas condições e resolver os problemas usando raciocínio aproximado.

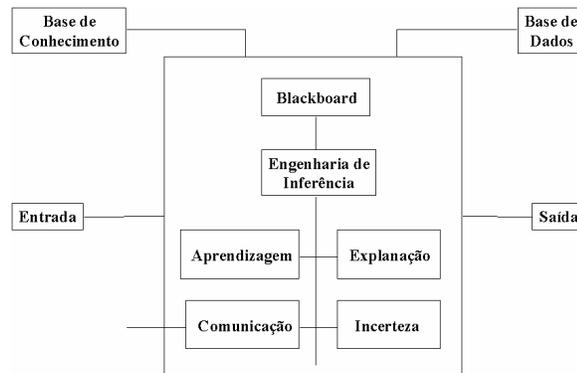


Figura 4.8 Estrutura Geral de um Sistema Especialista [Schneider96]

O processo de inferência difusa sobre os sistemas especialistas difusos se dá através dos seguintes passos:

- *passa-se à descrição do estado atual em foco;*
- *determina-se a regra mais próxima do estado atual;*
- *obtem-se uma decisão usando-se o método de inferência escolhido;*
- *interpreta-se o resultado e atualiza-se o estado do sistema.*

Nos sistemas especialistas difusos, nem todas as regras, que concorrem para uma determinada conclusão são processadas. Apenas as regras mais próximas do estado atual são consideradas, uma vez que sobre elas é aplicado um peso mínimo para o seu disparo. A determinação dessas regras, cujo antecedente encontra-se acima do *threshold* estabelecido, envolve uma busca que pode ser exaustiva ou em árvore. O estado atual pode ser descrito através de um ponto no universo de discurso ou através de um conjunto difuso diferente dos termos especificados.

Sobre o processo de inferência, propriamente dito, utiliza-se opcionalmente, ou a "regra de inferência composicional" ou o "raciocínio analógico". A interpretação do resultado consiste ou de uma aproximação lingüística ou de uma *desfuzificação*.

Nesses sistemas especialistas, as regras são compiladas em uma estrutura de árvore e avaliadas usando-se um algoritmo de encadeamento para frente ou para trás generalizado [Graham88]. Geralmente, o *raciocínio para a frente* é mais adequadamente empregado na

solução de problemas associados com simulação, enquanto que o raciocínio para trás é mais adequado para resolver problemas associados com diagnóstico. Os fatos e as regras de um sistema especialista formam a sua base de conhecimento.

Como forma de definir o nível de verdade entre conjuntos difusos, podem ser usadas diferentes métricas sobre os algoritmos de encadeamento. Uma delas consiste na definição da *dissimilaridade* entre dois conjuntos difusos  $A$  e  $B$  como por exemplo, o somatório do quadrado das distâncias, definido pela equação [Graham88]:

$$d(A, B) = \sum_{i=1}^N (\mu_A - \mu_B)^2 / N$$

sendo  $N$  o número de pontos no domínio de  $A$  e  $B$ . A *similaridade* é definida como o complemento da dissimilaridade, ou seja,  $1 - d(A, B)$ .

#### 4.10.4 Controladores Difusos

Sempre que a modelagem física é difícil de realizar por causa da complexidade dos problemas, ou os dados disponíveis são vagos e incertos, então a modelagem cognitiva parece ser mais razoável, uma vez que as experiências têm mostrado que as tarefas de controle são caracterizadas por especialistas humanos.

A tarefa cognitiva desenvolve uma descrição semi-formal da estratégia de controle, que é formalizada por um modelo cognitivo ao invés de uma modelagem física desconhecida. Similar à modelagem física, o procedimento iterativo de sintonização, validação e análises de estabilidade têm sido executado para obter-se uma função de controle apropriada. Usando uma abordagem cognitiva como o controle difuso, não é desejável se obter um modelo do processo, mas sim um modelo do especialista, que especifica as propriedades mais importantes do processo [Nauck92].

A principal idéia, que fundamenta o *controle difuso*, é a construção de um controlador humano, que seja capaz de controlar um projeto sem fazer uso de uma modelagem matemática. As ações de controle são especificadas na forma de regras lingüísticas, que são trabalhadas através da teoria dos conjuntos difusos, a fim de simular o comportamento do especialista.

A qualidade do controlador difuso pode ser muito influenciada pela manipulação das funções de pertinência. Assim, métodos para sintonizar os controladores difusos são necessários. Um controlador difuso é projetado para trabalhar com uma base de conheci-

---

mentos na forma de regras. Não existe uma estrutura formal para a escolha dos parâmetros e a otimização dos parâmetros deve ser feita de forma empírica. Portanto, um dos problemas de um controlador difuso é a escolha de funções de relacionamento apropriadas, a fim de garantir o desempenho do controlador.

Neste trabalho, busca-se tratar as incertezas inerentes ao processo de determinação de situações pro-ativas, no gerenciamento de redes de computadores, por meio de um *controlador difuso* e de um *sistema especialista difuso*, utilizando, para isto, números difusos triangulares e trapezoidais.

# CAPÍTULO 5

## 5 O Modelo Difuso de Gerenciamento Distribuído

O presente trabalho é motivado pelo interesse em propor um modelo distribuído para o uso de uma técnica difusa, na modelagem de um sistema de gerência de redes. Tal modelo possibilita a distribuição de seus módulos e objetos gerenciados, ao longo de uma rede local ou corporativa permitindo uma comunicação transparente ao administrador.

### 5.1 A Comunicação em Ambientes Distribuídos

Diversas tecnologias podem ser apropriadas para resolver os problemas de heterogeneidade entre as diversas plataformas operacionais e os mecanismos de gerência para a distribuição das informações. Dentre eles podemos citar o CORBA - *Common Object Request Broker Architecture* [Corba95] como referência na distribuição dos objetos de plataformas distribuídas e heterogêneas.

Os dois protocolos de rede mais comumente utilizados na gerência de redes são o SNMP e o CMIP. O OpenGroup (antigo X/Open) comprovou que o SNMP tem uma grande base no mercado de computação e em ambientes corporativos. Em contrapartida o CMIP é o protocolo mandatório para a área de telecomunicações, visto ser o protocolo utilizado pela *Telecommunications Management Network - TMN* [M3010]. Apesar destes dois protocolos serem bastante importantes, foi reconhecido que apenas a definição de um mecanismo de interoperabilidade entre ambos não era suficiente. Foi assim que CORBA começou a ser utilizado como uma plataforma para homogeneizar a comunicação entre os objetos gerenciados [Corba95].

A importância crescente do processamento distribuído vem despertando um maior interesse nas pessoas envolvidas em processos de padronização na comunicação entre pla-

taformas heterogêneas. Algumas tecnologias, como OMG CORBA, ISO ODP, OSF DCE, ITU-T X.500, surgiram com a promissora possibilidade de suportar o processamento distribuído aberto, como também o seu gerenciamento [Dini96][Edwards95] [Genilloud96].

Desenvolvido pela OMG, CORBA define um modelo arquitetural para aplicações distribuídas orientadas a objetos para a solução de problemas de computação distribuída [Dogac98]. Esse padrão provê um ambiente para o desenvolvimento e a execução de aplicações distribuídas de modo transparente. Dessa forma, não é necessário o conhecimento de detalhes de hardware, software ou plataforma onde a informação reside, nem é preciso conhecer a sua localização.

Essa transparência de localização não é suportada no modelo Internet, necessitando do encapsulamento de PDUs com o destino referenciado. Conforme visto anteriormente, na arquitetura CORBA ela é suportada, pois os ORBs podem usar sobre si qualquer protocolo proprietário empregado nas camadas baixas do OSI ou Internet e ainda fornecer o protocolo GIOP que possibilita a interoperabilidade entre ORBs de diferentes plataformas.

Os ORBs comunicam-se através da interface GIOP. O GIOP realiza a comunicação entre ORBs de ambientes de desenvolvimento iguais ou diferentes. Para a comunicação entre CORBA e algum outro padrão, que não “fale” CORBA, é necessário a utilização de um *gateway*.

É correto afirmar que a comunicação entre ORBs de um mesmo fabricante pode utilizar qualquer tipo de mecanismo de comunicação, uma vez que o desenvolvedor não precisa conhecer detalhes de comunicação. No entanto, o OMG propôs que para a comunicação entre ORBs de diferentes fabricantes, seja utilizado um protocolo específico conhecido como *Internet InterORB Protocol* - IIOP. Pode-se também utilizar o IIOP como mecanismo de comunicação entre ORBs de um mesmo fabricante.

Como a arquitetura TCP/IP não suporta esta transparência, é necessário uma MIB para armazenar as informações a serem acessadas inclusive sua localização, quando necessário. Já na arquitetura CORBA a localização dos processos é responsabilidade das operações oferecidas pelo serviço de ciclo de vida.

As características de interoperabilidade e portabilidade podem ser ressaltadas dentre as principais funcionalidades da arquitetura CORBA, pois ela permite uma independência do sistema e do hardware utilizado [Lento95].

A comunicação entre processos é feita através do ORB que encapsula as funções de localização dos objetos requisitados e o transporte das informações. O ORB funciona como um *broker* de comunicação. O termo *broker* vem do fato de que tal ORB deve fornecer serviços de *brokering*: localização de objetos, distribuição de mensagens e associação de métodos aos objetos corretos.

Na arquitetura CORBA, existe uma separação explícita entre Cliente e Servidor. Ao cliente somente é importante conhecer a interface que precisa para requisitar um serviço e, assim, o servidor fornece-lhe uma implementação para a sua requisição. Isso é o que caracteriza o método de invocação estática.

Essa separação entre a interface e a implementação é permitida pela *Interface Definition Language* (IDL). Ela é uma linguagem declarativa utilizada para a especificação de todos os serviços que ficarão disponíveis no ORB. A linguagem IDL possui uma sintaxe padronizada, completamente independente da linguagem de programação e do sistema operacional em que estão implementados os objetos.

Para que uma aplicação faça uso do ambiente distribuído CORBA, é preciso inicialmente definir a sua interface IDL, e realizar o mapeamento/compilação dessa interface para a linguagem de programação que está sendo utilizada. Essa compilação gera dois grandes módulos de software: o primeiro é o *skeleton*, utilizado pelo servidor para receber e responder as requisições vindas pelo ORB; e o segundo é o *stub*, utilizado pelo cliente para fazer a interface com o ORB, permitindo o envio de requisições ao servidor. A figura 5.1 mostra a arquitetura CORBA.

Há implementações em que os métodos a serem executados não são conhecidos em tempo de compilação. Então, a arquitetura CORBA oferece recursos de invocação dinâmica, onde o cliente utiliza a Interface de Invocação Dinâmica (DII) fazendo uso do repositório de interfaces para instanciar o *stub* e o *skeleton* em tempo de execução. Neste caso, o servidor utiliza a Interface de *Skeleton* Dinâmica (ISD) em contraposição à Interface de *Skeleton* Estática.

O *Basic Object Adapter* (BOA) é uma biblioteca de funções utilizada pelo programa do servidor, para localizar e inicializar as implementações e invocar o método apropriado para responder à requisição do cliente. Resumindo, o BOA oferece diferentes funcionalidades para integrar a implementação do objeto com o ORB.

---

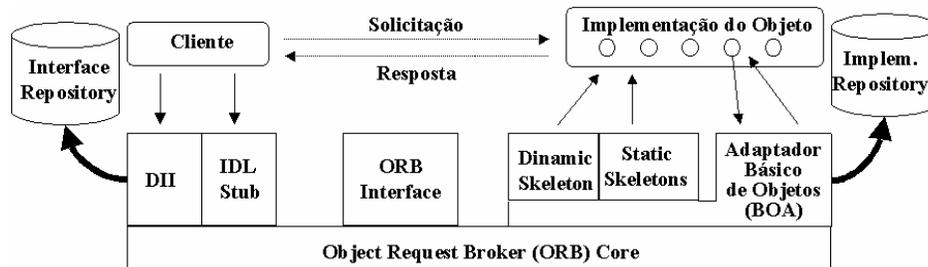


Figura 5.1 Arquitetura CORBA

Quando um cliente faz uma requisição, ele deve conhecer a referência do objeto e a operação que deseja executar. Então, o cliente pode chamar a rotina *stub* correspondente, ou construir a requisição dinamicamente através da DII. O receptor da mensagem não conhece qual dos métodos foi utilizado na requisição, pois todos os aspectos que os diferenciam, são tratados internamente pelo ORB. O ORB têm a capacidade de localizar o código da implementação, transmitir os parâmetros e transferir o controle para a implementação de objeto através do *skeleton* IDL, específico à interface e ao adaptador de objetos. E ao executar o serviço solicitado, a implementação do objeto pode acenar os serviços providos pelo ORB, através do adaptador de objeto.

Os objetos CORBA podem ser implementados em diversas linguagens como: C, C++, Java, Delphy, Ada, Smalltalk e Cobol, sendo a linguagem IDL padronizada e independente da linguagem de programação utilizada. O cliente pode, implementando em qualquer uma das linguagens suportadas, utilizar serviços de um objeto implementado em uma outra linguagem ou mesmo em um outro sistema operacional.

Os chamados *CORBAfacilities* e *CORBAservices* são conjuntos de aplicações padronizadas, usadas para facilitar o desenvolvimento e execução de aplicações dos usuários no ambiente CORBA. Exemplos de *CORBAfacilities* e *CORBAservices* são o serviço de nomes, notificação, eventos, transação, segurança e tempo.

Neste contexto, esta dissertação propõe-se a utilizar CORBA como ambiente para a implementação de uma aplicação distribuída de gerência. A integração de ambientes heterogêneos, em um sistema distribuído, é a principal motivação para o uso de CORBA. Uma implementação de CORBA é o *Visibroker* [WWW03] da Borland/Inprise, ao qual foi utilizada na implementação deste trabalho.

CORBA oferece um ambiente para a definição, transporte, implementação e invocação de objetos e pedidos. CORBA também provê uma infra-estrutura altamente desejável para a construção de sistemas de gerência, conforme pode ser visto no tópico seguinte.

### 5.1.1 CORBA em Sistemas de Gerenciamento de Redes

Devido a equivalência entre o modelo OSI e os modelos de objeto OMG [Ferrasa96], CORBA é um forte candidato para a implementação de interfaces de gerenciamento, conforme estudos recentes do grupo *Joint Inter-Domain Management* (JIDM), que inclui membros do NM Forum e X/Open.

A definição de um sistema de gerência distribuída requer que operações específicas sejam realizadas sobre objetos gerenciados. A tecnologia CORBA surge como uma nova alternativa para modelar os complexos objetos de gerenciamento de redes. CORBA oferece um ambiente para a definição, transporte, implementação e invocação de pedidos e objetos.

Pelo ORB, somente trafegam mensagens do tipo *request*. No sistema de gerenciamento, CORBA apresenta o ORB como o mecanismo para encontrar a informação distribuída entre dos agentes. Ele pode utilizar o protocolo GIOP para a armazenagem e tratamento de grupos de objetos, suportando as interações muitos-para-muitos, podendo existir situações em que grupos de gerentes desejam enviar funções de gerenciamento, para um grupo de agentes ou a um único agente e, para isto, deve ser utilizado o protocolo de comunicação GIOP e o armazenamento CORBA.

Uma vantagem do sistema IDL CORBA é a sua semelhança com Java e C++, o que possibilita que uma maior quantidade de programadores desenvolvam aplicações distribuídas, dentre elas a gerência de redes, sem ser necessária a mudança no paradigma de programação.

Na arquitetura OMG CORBA, um objeto obriga o encapsulamento e é caracterizado pelo conjunto de atributos e operações, definidas nas interfaces IDL. Uma das diferenças entre os objetos CORBA e SNMP é que os objetos CORBA podem ser entidades ativas e os objetos SNMP são estruturas de dados passivas onde o gerente/agente é o responsável pela execução das operações. É através do conceito de herança, que um objeto OMG CORBA pode ter mais que uma simples interface.

A especificação da arquitetura CORBA esconde detalhes de implementação, impedindo, desta forma, que usuários ou aplicações “maliciosas” infiram sobre o comportamento ou mesmo identifiquem informações importantes contidas nos códigos de implementação.

A gerência integrada de redes exige que os fabricantes forneçam seus produtos dentro dos padrões estabelecidos por recomendações, com interfaces padronizadas, que possibilitam a integração com sistemas de gerenciamento de outros fabricantes.

A utilização de CORBA é altamente interessante neste trabalho devido à transparência de localização de objetos das MIBs, e a possibilidade de distribuir os serviços e métodos especificados. A transparência de localização permite que a MIB RMON e outras MIBs sejam instanciadas em uma máquina qualquer da rede, não sendo necessário que o gerente conheça sua localização. Isto pode acontecer, caso as informações presentes nestas MIBs, sejam globais a todo o segmento de rede.

JAVA é a linguagem de programação adotada na implementação de uma aplicação que valide o modelo distribuído a ser apresentado na seção 5.2.

### 5.1.2 A Linguagem JAVA

A linguagem Java foi desenvolvida pela Sun Microsystems, para possibilitar que aplicações e *applets* pudessem ser desenvolvidas, sendo diferenciadas da seguinte maneira:

- Aplicações Java são desenvolvidas para serem executadas por um interpretador Java, dentro de um ambiente Java;
- *Applets* Java são executados por um *Runtime*<sup>16</sup> da linguagem Java, embutido nos *Browsers* WWW.

Java possui uma API em que mecanismos e serviços de segurança são implementados. Os pacotes *java.security*, *java.lang.security* e as extensões *security* aos diversos pacotes Java, distribuídos com o Java Developer Kit 1.2 (JDK 1.2) permitem a implementação do mecanismo de criptografia, do serviço de assinatura digital e da adoção de políticas de segurança configuradas pelo usuário.

Uma *applet* só pode estabelecer ou aceitar uma conexão de rede se for com o seu *host* de origem. Este tratamento, conhecido como Modelo de Segurança *Sandbox* para Java é muito discutido, devido à sua inflexibilidade, mas também pelo fato de que muita flexibilização poderia significar brechas para ataques.

Quando uma *applet* for recebida através de uma rede, seja ela uma Intranet ou a Internet, ela não está habilitada a executar uma série de tarefas. Como exemplo, pode-se es-

---

<sup>16</sup> *Runtime*: ambiente de execução de uma *Applet* Java dentro de um *Browser* WWW, sendo composto dos seguintes elementos: *ClassLoader*, verificador de *Bytecode*, Interpretador da linguagem e Compilador.

pecificar as seguintes: ler arquivos da máquina cliente; gravar arquivos na máquina cliente; apagar arquivos na máquina cliente usando o método da Linguagem Java *File.delete()*; apagar arquivos na máquina cliente, chamando comandos do sistema operacional, tais como *remove* ou *delete*; etc.

O software de validação desta dissertação foi construído, não sendo utilizado qualquer mecanismo ou serviço disponível nas APIs de segurança do JDK1.1.7.

O modelo proposto, a seguir, permite a detecção de desvios no desempenho da rede não somente por meio da inspeção de objetos RMoN, como também de objetos presentes na MIB-2 de qualquer dispositivo gerenciado na rede.

## 5.2 Um Modelo Difuso para a Gerência Pró-ativa Distribuída

Com o objetivo de tratar o gerenciamento pró-ativo de uma rede local, observando certos indicadores de degradação da rede e buscando solucioná-los, é apresentado um modelo baseado em lógica difusa o qual foi adaptado de estudos de trabalhos anteriores de Watzko [Watzko97] e Bussmann [Bussmann98].

Os componentes do Modelo Difuso para a Gerência Pró-Ativa Distribuída [Carvalho99a][Carvalho99b] apresentado na figura 5.2 são descritos abaixo:

- **Módulo de Gerenciamento Central:** formado pela Plataforma de Gerenciamento Central, funciona como um gerente para uma ou mais redes locais sendo monitoradas. Essa plataforma fica responsável pelo envio e recebimento de informações de gerência, através de um mecanismo de comunicação padrão. A comunicação neste ambiente heterogêneo foi implementado usando a linguagem de programação Java, suportada por uma plataforma CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*), que garante o acesso transparente às informações distribuídas ao longo da rede.
  - **Módulo de Gerenciamento Pró-ativo Global:** tem como objetivo a implementação do monitoramento pró-ativo através dos objetos RMoN (MIB-2 16), possibilitando uma análise difusa do comportamento da rede.
  - **Módulo de Gerenciamento Pró-ativo Pontual:** uma vez analisado o estado global da rede, e encontradas situações que possam levar a um estado de degradação da mesma, este módulo pode ser ativado, para que seja feita uma verificação individual sobre todas as máquinas da rede, que implementam um protocolo de gerência. Essa verificação é feita através de alguns objetos da MIB II, instanciados nessas máquinas.
-

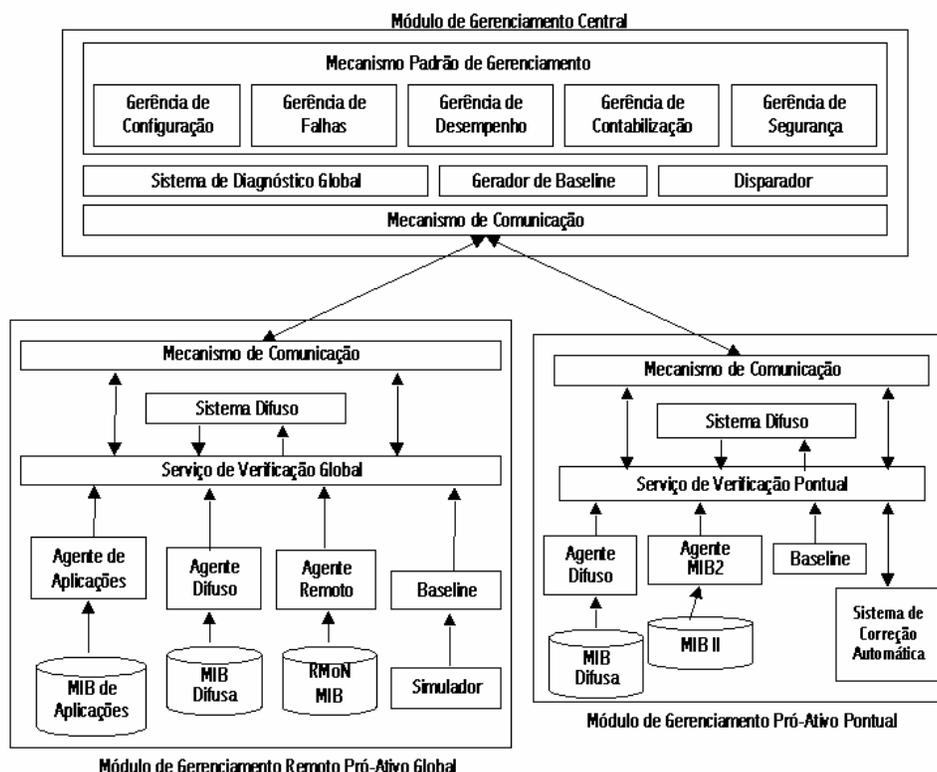


Figura 5.2 Modelo de Gerenciamento Pró-ativo Distribuído

- **Serviço de Verificação Global:** identifica as informações que podem levar a degradação da rede e dos sistemas, aplicando sobre elas o Sistema Difuso. Este módulo é baseado em uma análise temporal sobre os valores difusos retornados ao longo da última hora de monitoramento.

- **Serviço de Verificação Pontual:** identifica o comportamento individual apresentado pelo *host*, roteador ou *hub*, que possua um agente SNMP instalado. Tal monitoramento deve ser feito sobre os grupos *system* (MIB-2 1), *interfaces* (MIB-2 2), *tcp* (MIB-2 6), entre outros.

- **Sistema Difuso:** responsável por todo o processo de inferência difusa feita sobre os valores dos objetos gerenciados em questão. No Módulo de Gerenciamento Pró-ativo Global, o Sistema Difuso infere objetos da MIB RMON, a fim de especificar a situação da rede, fazendo uso de um controlador difuso. Já sobre o Módulo de Gerenciamento Pró-ativo Pontual, o Sistema Difuso infere objetos da MIB-2 sobre um conjunto de regras do Sistema Especialista Difuso, para fazer a predição de diagnóstico do dispositivo gerenciado em questão.

- **Baseline:** contém informações que caracterizam o comportamento normal da rede ou da máquina em questão. Atualmente, essas informações são obtidas através de monitoramento, mas alguns objetos poderiam ser gerados pela aplicação de técnicas de simulação.

- **Agente Remoto:** responsável pela coleta dos dados presentes na RMoN até o nível de rede. O Agente Remoto é caracterizado pelo próprio *Probe* RMoN que se faz uso. Na implementação deste modelo, fez-se uso do [BTNG94], que será comentado na seção 5.7.

- **Agente MIB-2:** responsável pela coleta dos dados presentes na MIB II sobre os objetos de interfaces do dispositivo local. O Agente Local é caracterizado pelo coletor de objetos MIB-2 que se faz uso.

- **Disparador:** O monitoramento remoto é uma ação contínua sobre a rede; o mesmo não podendo ser dito a respeito do monitoramento pontual, o qual só é disparado, quando o Sistema de Verificação Global achar relevante uma ação de diagnose mais minuciosa. O Disparador é responsável por controlar o intervalo de inferência do Sistema de Verificação Global e disparar a execução do Módulo Pontual, quando alguma anormalidade for detectada na rede.

- **Sistema de Diagnóstico Global:** com base no comportamento atual da rede, este módulo é capaz de informar qual ou quais tráfegos encontram-se com uma carga excessivamente alta sobre a rede e os procedimentos para o tratamento dos mesmos.

- **Sistema de Correções Automáticas:** responsável pelos procedimentos de automação da correção ou predição do diagnóstico de possíveis degradações detectadas no dispositivo gerenciado em questão.

Visando adequar melhor o modelo proposto por Watzko [Watzko97] para aplicação da lógica difusa no gerenciamento pró-ativo de redes heterogêneas, foi incluído um módulo de Gerenciamento Pontual. Esse módulo, juntamente com o uso de técnicas da lógica difusa na análise do perfil da rede monitorada, feita sobre o Módulo de Gerenciamento Global, possibilita a inclusão de novas regras no Sistema de Correções Automáticas. O trabalho de Bussmann [Bussmann98] foi útil na modelagem de um gerente, possibilitando a integração com o agente remoto.

Uma aplicação distribuída consiste em partes separadas, que executam em nós diferentes da rede e cooperam entre si, para alcançar um objetivo comum. Por esta razão, a im-

---

plementação proposta neste trabalho, utiliza a linguagem de programação Java, sobre a plataforma de comunicação CORBA. Neste contexto, Java permite uma maior facilidade na construção da IDL, uma vez que apresentam sintaxes semelhantes. Além disto, CORBA permite uma maior transparência na comunicação com métodos e objetos dispostos sobre a rede.

Conforme pode ser visto na figura 5.2, o modelo proposto nesta dissertação é um modelo genérico, que cobre todas as áreas funcionais de gerência, possibilitando a comunicação entre os objetos da rede, segundo o paradigma de gerenciamento tradicional Gerente/Agente, discutido na seção 2.2. Esse modelo não caracteriza que todos os objetos gerenciados da rede podem, ou devem ser avaliados segundo uma inferência sobre um Sistema Difuso, mas, simplesmente, provê meios para que tal inferência seja feita, quando o administrador assim desejar.

O Agente de Aplicações, presente no Módulo de Gerenciamento Remoto Pró-ativo Global, faz parte desse modelo, mas não foi implementado devido a problemas encontrados na configuração da *community* de *read-write* da máquina *Sun Sparc*, que foi disponibilizada para a elaboração deste trabalho.

O Agente de Aplicações permite que inferências específicas, isto é, filtros possam ser formulados sobre objetos RMoN. Informações, como a carga que um certo tráfego de um serviço de aplicação possui, podem ser inferidas pelo Controlador Difuso devido a presença deste agente.

Tendo como base o modelo proposto anteriormente, a gerência OSI provê recomendações para o "mecanismo de suporte a gerência". No entanto, não descreve as API's padrões para a construção de aplicações de gerência, nem apresenta maiores detalhes sobre a API de comunicação, que deve ser utilizada. O Modelo de Referencia OSI (RM-OSI) descreve diversas formas para a troca de informações de gerência, mas não é explícito quando se trata de detalhes de operacionalização, diferente da gerência Internet, que emprega um conjunto de portas do protocolo UDP conhecidas para realizar sua operação.

Como Mecanismo de Comunicação, para a transmissão das informações ao longo do modelo, foi utilizado o ORB, para permitir o encapsulamento do serviço de localização. O ORB e o BOA devem ser instanciados uma vez em cada módulo implementado. As sintaxes da API de Comunicação, utilizada para a instanciação do ORB e do BOA, são mostrados abaixo:

```
org.omg.CORBA.ORB orb = org.omg.CORBA.ORB.init();  
org.omg.CORBA.BOA boa = orb.BOA_init();
```

Como este trabalho trata do tópico de Gerência Pró-ativa, estudos foram feitos sobre os objetos gerenciados, que compõem os planos funcionais da gerência de desempenho, gerência de falhas e gerência de configuração. Alguns objetos foram selecionados, como forma de viabilizar a implementação do modelo, para um diagnóstico do comportamento temporal da rede.

### 5.3 A Diagnose da Rede

Uma gerência pró-ativa conhece o comportamento normal da rede, para que assim sejam detectados quaisquer desvios nesse comportamento. Para isso, é usado um agente que coleta dados da MIB RMoN e, continuamente, compara esses dados com o perfil normal desta rede, segundo um conjunto de inferências sobre um Controlador Difuso a nível do Módulo de Gerenciamento Pró-ativo Global.

A Diagnose da Rede é a finalidade principal pela qual todo este modelo foi proposto. Constitui-se pelo Sistema de Diagnóstico Global, cujo tratamento é de responsabilidade do gerente, e pelo Sistema de Correções Automáticas, que dá um certo nível de inteligência ao agente da rede, sobre como tratar um problema eminentemente local.

Várias falhas ou desvios de desempenho podem ser detectados usando a abordagem proposta. Essas falhas podem ser detectadas através da monitoração de alguns objetos gerenciados, que constituem a MIB RMoN, e também por outros objetos, como os que fazem parte da MIB II. Todos esses objetos em conjunto podem resultar em uma análise mais apurada da rede.

A Análise Temporal tratada no Módulo Sistema de Verificação Global é responsável por informar ao gerente a situação da rede, caracterizada dentro de um intervalo de tempo pré-estabelecido. Na implementação do modelo, foram feitas análises sobre os valores extraídos ao longo da última hora de monitoramento. Maiores detalhes sobre a metodologia utilizada no processo de inferência difusa, será tratado no capítulo seguinte.

A especificação RMoN é a definição de uma MIB, que foi incorporada à sub-árvore da MIB-2, estendendo desta forma o conjunto de objetos gerenciados. Os objetos sob o nó RMoN estão organizados em vários grupos, conforme mencionados na seção 3.4 e 3.5.

No Grupo *statistics*, os seus objetos, em particular, apresentam subsídios para uma avaliação dos vários problemas, que podem acontecer em uma rede, e que podem ser evitados ou minimizados, através de um monitoramento e de uma técnica de inferência adequada. Os vários objetos desse grupo podem auxiliar na detecção de problemas inerentes ao estado atual da rede, conforme visto na seção 3.6.

Os objetos do grupo *history* formam conjuntos amostrais de valores coletados dos objetos presentes no grupo *statistic*. Estas amostras são geradas em dois intervalos de tempo, uma coleta em intervalos de 30 em 30 segundos, e um outro conjunto de amostras que tratam de avaliar a média dos últimos 30 minutos. Esses valores, estão recomendados em [Stalling97] e estão predefinidos na instalação do Agente RMoN [BTNG94].

Na implementação desse modelo, são utilizados os objetos *etherHistoryBroadcastPkts*, *etherHistoryDropEvents*, *etherHistoryJabbers*, *etherHistoryFragments*, *etherHistoryOversizePkts*, *etherHistoryUndersizePkts*, *etherHistoryCRCAlignErrors*, *etherHistoryMulticastPkts*, *etherHistoryCollisions*, *etherHistoryUtilization*. Todos esses objetos pertencem ao grupo *history*, e foram utilizados amostras cuja granularidade está definida em intervalos de 3 em 3 minutos, para que o processo de inferência assumisse um caráter de tempo de uma situação mais instantânea da rede, se comparadas com as amostras realizadas de meia em meia hora.

Uma vez inferidos esses objetos RMoN sobre o Controlador Difuso, avaliações horárias são feitas pelo Módulo Sistema de Verificação Global como forma de avaliar a situação da rede de uma forma simples e concisa, possibilitando o entendimento do administrador.

Feita a avaliação horária, o módulo de diagnóstico global do sistema fica encarregado de averiguar se o comportamento extraído indica uma situação, que mereça ou não reparo da rede. Caso haja a necessidade de reparo ou alerta, o administrador é informado através da interface com o gerente sobre como proceder para trazer a rede a um patamar normal de tráfego.

Em caso de situações de falha, além do Sistema de Diagnóstico Global avaliar qual tráfego mais contribuiu para que essa situação fosse gerada, o Módulo Disparador pode vir a disparar um conjunto de regras do Sistema Especialista Difuso, nos dispositivos que suportam a MIB-2. Essas regras de SE difuso são apresentadas no Apêndice C, e são uma adaptação das regras elaboradas anteriormente por [Filho98], estendendo o que antes era caracterizado como um Sistema Especialista Convencional para um Sistema Especialista

---

Difuso, aplicado sobre os mesmos objetos gerenciados e em um número simplificado das regras anteriormente definidas.

Como Mecanismo de Distribuição, entre os vários módulos do modelo, foi definida uma interface IDL, para suportar a transparência e a distribuição na comunicação entre os módulos e os objetos gerenciados.

## 5.4 O IDL do Modelo Distribuído

A intenção por trás do uso do modelo da figura 5.2 é a possibilidade de oferecer ao gerente da rede uma transparência na comunicação com outras máquinas, disponibilizada pelo uso do ambiente CORBA. Essa transparência de objetos permite, também, que operações de gerenciamento (tais como *gets*, *sets*, *getnext*, ...) sejam realizadas, similarmente, sobre os objetos da MIB RMoN, da MIB-2 e da MIB Difusa, que é uma MIB proprietária, definida para o processo de gerência difusa. Esta MIB será mostrada adiante neste capítulo.

CORBA é uma solução adequada para a implantação do mecanismo de distribuição, suportando comunicação transparente entre os vários objetos distribuídos, e utilizando um modelo de interface único, descrito pela linguagem IDL. Para disponibilizar as operações desses objetos, CORBA fornece mecanismos para a distribuição em sistemas heterogêneos, indispensáveis ao ambiente do protótipo, uma vez que são utilizadas máquinas com sistemas operacionais distintos, Windows 95 e Solaris 2.5.1.

A seguir, tem-se a especificação do código IDL utilizado na distribuição dos módulos do modelo:

```
module Distr_Fuzzy {

    interface ManagedObject {
        attribute string Name;
        attribute string Value;
        attribute string Type;
        attribute string OIDParent;
        attribute boolean Leaf;
    };

    interface SNMPCorba {
        ManagedObject Get(in string host, in string comm, in string OID);
        void Set(in string host, in string comm, in string OID, in
                ManagedObject MO);
        void Remove(in string host, in string comm, in string OID);
        ManagedObject GetNext(in string host, in string comm, in string
                               OID);
    };
};
```

```
interface Agente {
    ManagedObject Get_Fuzzy_Mib(in string comm, in string OID);
    void Remove_Fuzzy_Mib(in string comm, in string OID);
    void Set_Fuzzy_Mib(in string comm, in string OID, in ManagedObject
                      MObj);
    ManagedObject Get_RMoN_MIB2(in string host, in string comm, in
                                string OID);
    void Set_RMoN_MIB2(in string host, in string comm, in string OID,
                      in ManagedObject MObj);
};

interface DiagnosticInterface {
    void TaxaRede(in string text);
    void MedidaCorrecao(in string text);
    void SituacaoGlobal(in string text);
};

interface Gerente {
    void startTimer();
    void ModoDeAnalise(in long MA);
    void setRMoNCommunity(in string comm);
    void setFuzzyCommunity(in string comm);
    void Intervalo_da_Amostra(in long time);
    void Tempo_de_Observacao(in long time);
    boolean DevicesIsEmpty();
    long AmountMachines();
    string Machine(in long i);
    long getDevices(in string host);
    void addDevice(in string host, in long Mibs);
    void removeDevice(in string host);
    long RMoNObjectTotal();
    string RMoNObjects(in long pos);
    void addHost(in string name, in long number);
    void delHost(in string name);
    string ControlEntry();
    string ControlExit();
    double GetLast_SituacaoInstantanea();
    string GetLast_SituacaoTextual();
    void SituacaoGlobal();
    void DiagnosticoGlobal();
    void Interface(in DiagnosticInterface DI);
    void suspendTimer();
};

interface Tx_Situacao;

interface SVG {
    void OpenRMoNFile (in string OID);
    void Add_RMoN_OID (in string OID);
    void RMoN_OID_Remove (in string OID);
    string LastTxSituacaoTextual();
    double LastTxSituacao();
    void Time_to_Observe(in long time);
    void Set_Acao(in double tx);
    void Call_SistDifuso();
    string Get_SituacaoTemporalTextual();
    Tx_Situacao Get_SituacaoTemporal();
    string NormalidadeTextual();
    long Amostras();
};
```

---

```
};

interface Sistema_Difuso {
    double Inferencia(in long ValorBloco, in double first, in double
                    second);
    string VL_Saida_GrauPertinencia(in double x);
};

interface Tx_Situacao {
    void Set_Tx_Situacao(in double Tx);
    void Set_VariavelLinguistica(in long Var);
    double Get_Taxa_Situacao();
    long Get_VL_Size();
    long Get_VL(in long pos);
    void Set_RemoveAll_VL();
};
};
```

Nesta IDL, foram definidas oito interfaces, e a funcionalidade de cada uma delas, dentro do contexto da distribuição das informações, é explicada a seguir:

- ***Interface ManagedObject***

A interface *ManagedObject* foi implementada através da classe *ManagedObject* presente no arquivo *ManagedObject.java*, e tem a finalidade de servir como uma estrutura que encapsula as características de um objeto gerenciado, para permitir que operações de gerenciamento, como *gets* e *sets*, não apenas transmitam os valores desses objetos como também as características particulares à sintaxe dos mesmos.

Informações como: o Nome do Objeto, o Valor armazenado nesta instância, o Tipo do Objeto (*Integer*, *String*, *IPAddress*), o OID do ancestral do objeto, e o fato desse objeto ser ou não um nó folha, caracterizado pela representação em árvore da Estrutura de Informações de Gerência (SMI), formam a estrutura desta classe.

- ***Interface Agente***

Esta interface, composta por duas funcionalidades, implementa a Classe Agente. A primeira é instanciar os objetos de gerenciamento da MIB Difusa e, assim, poder posteriormente responder a requisições feitas sobre esses objetos. Uma outra função é responder a requisições sobre o Agente RMoN, servindo como intermediador na comunicação entre o SVG (Sistema de Verificação Global) e a MIB RMoN ou MIB Difusa.

---

Para isso, os métodos *Get\_Fuzzy\_Mib*, *Set\_Fuzzy\_Mib* e *Remove\_Fuzzy\_Mib* operam sobre instancias de objetos da MIB Difusa definida, enquanto que os métodos *Get\_RMoN\_Mib2* e *Set\_RMoN\_Mib2* operam sobre instancias de objetos da MIB RMoN.

- **Interface *SNMPCorba***

Como forma de garantir maior de transparência na localização dos objetos gerenciados, as requisições realizadas sobre a MIB Difusa não necessitam que o gerente saiba em que dispositivo são encontrados esses objetos. Uma vez que a operação de *request* é feita sobre uma plataforma CORBA, os objetos podem ser instanciados em qualquer máquina, não necessitando de qualquer sistema operacional específico, como acontece com alguns agentes de gerenciamento. A única restrição imposta sobre o dispositivo, que instancia a MIB Difusa é a instalação do JDK (*Java Development Kit*), versão 1.1.7 ou posterior, além de um software, que implemente a especificação CORBA.

Quando a requisição é feita sobre um objeto da MIB Difusa, nenhuma máquina é especificada, ficando o ORB encarregado do serviço de localização. Se a requisição é feita sobre um objeto RMoN, o IP da máquina, que contém o Agente RMoN, deve ser passado ao *SNMPCorba* para que este o passe a Interface Agente, para que esta monte uma PDU para a comunicação com o Agente RMoN a nível de protocolo TCP/IP.

Todas as operações realizadas sobre os objetos padronizados da rede usam o pacote *Advent API SNMP/JAVA*, versão 1, que contém um conjunto de classes suportando a versão 1 do protocolo SNMP<sup>17</sup>. Esse pacote foi planejado, principalmente, para o desenvolvimento de Gerentes SNMP e Aplicações de Gerenciamento. Ele habilita o desenvolvimento de *applets* JAVA orientado a objetos, e aplicações JAVA que usam SNMP, para acessar os nós gerenciados.

O trecho de código, a seguir, mostra como é feita uma requisição de *get* sobre o Agente RMoN. São passados para a Interface Agente do sistema, o endereço IP do dispositivo do Agente RMoN, a comunidade para a política do controle de acesso ao agente e o OID do objeto solicitado.

```
public Distr_Fuzzy.ManagedObject Get_RMoN_MIB2(String host, String comm, String  
OID) {
```

---

<sup>17</sup> No site <http://www.adventnet.com> podem ser encontrados diversos pacotes com bibliotecas para operações de gerenciamento sobre as versões 1 e 2 do Protocolo SNMP.

```
String nome_res, valor_res, tipo_res, pai_res, folha_res;
Snmptarget target;
target = new Snmptarget();
target.setTargetHost(host);
target.setCommunity(comm);
target.setObjectID(OID);
String getresult = target.snmpGet();
if (getresult == null) {
    System.out.println("Falhou o resultado para o metodo Get_RMoN_MIB2");
    System.err.println("Failed: "+target.getErrorString());
}
// Obtem os demais valores através de MIBModule para montar o MObj.
nome_res = new String();
valor_res = new String();
tipo_res = new String();
pai_res = new String();
folha_res = new String();
Distr_Fuzzy.ManagedObject MObj = new ManagedObjectImpl(nome_res, valor_res,
tipo_res);
return MObj;
}
```

A classe *com.adventnet.snmp.beans.Snmptarget*, particular a biblioteca do Advent SNMP, é um JavaBeans, que facilita a operação sobre os objetos SNMP gerenciados. Ele abre uma sessão SNMP, para lidar com operações de *snmp-get*, *snmp-set*, *snmp-getnext*, *snmp-trap* e *snmp-response* sobre os agente de gerenciamento.

O valor de retorno deste método é um *ManagedObject* conforme definido no IDL.

- ***Interface Sistema\_Difuso***

Para cada tipo de tráfego TCP/IP, trafegando sobre o segmento *ethernet* em questão, o Sistema Difuso é responsável por inferir os valores referentes a esse tráfego em um dos nove controladores definidos para esta implementação. O resultado da inferência dos valores dos diversos tipos de tráfego sobre um dos controladores, retorna um valor numérico no intervalo [0, 10], quantificando, assim, o peso que este tipo de tráfego exerce sobre a rede em um dado instante de tempo *t*.

Os nove tipos de tráfegos avaliados sobre a rede são:

- quadros *broadcast*,
- quadros *jabbers*,
- quadros com erros de CRC,
- quadros com erros de alinhamento,
- quadros *multicast*,
- quadros muito grandes (*oversize packets*),
- quadros muito pequenos (*undersize packets*),

- quadros colididos; e
- quadros que por falta de recursos não puderam ser avaliados (*DropEvents*).

Para cada tipo de tráfego, uma variável lingüística é definida compondo a base de conhecimentos do controlador.

A classe Java, que implementa este Sistema Difuso, trata todos os controladores e variáveis lingüísticas utilizados no processo de Verificação Global da rede. Toda a base de conhecimentos dos Controladores são obtidas através de requisições feitas à MIB Difusa do Sistema.

Esses controladores serão melhor detalhados no capítulo 6, e o conjunto de regras que os compõem, encontra-se no Apêndice C.

- ***Interface Tx\_Situação***

Similarmente à interface *ManagedObject*, esta interface não é instanciada como um módulo Java, servindo apenas como uma classe que encapsula objetos para a comunicação com a Interface Gerente. Essa classe informa ao gerente todas as características do comportamento da rede, para que assim ele possa inferir alguma medida de diagnose sobre a mesma.

- ***Interface Gerente***

Contém métodos para permitir que a configuração feita pelo administrador possa alcançar todo o sistema.

Cada método assume uma ação particular dentro do módulo, por exemplo:

➤ *void startTime();*

Ativa o disparador permitindo assim que ele controle o intervalo de tempo entre cada monitoramento feito sobre a rede.

➤ *void suspendTimer();*

Suspende o disparador por tempo indeterminado até que o administrador o reinicie.

---

➤ *void ModoDeAnalise(in long MA);*

Há duas formas de avaliação da rede permitidas pelo sistema, uma é fazendo uso de uma análise temporal dos valores inferidos ao longo de um período de tempo definido, e a outra é fazendo esta avaliação a cada informação coletada da rede.

Como já comentado anteriormente, a avaliação feita ao longo de um intervalo horário de tempo pode ser encontrada em outros trabalhos relacionados.

➤ *void setRMoNCommunity(in string comm);*

Possibilita tratar a política de acesso do Agente RMoN utilizado.

➤ *void setFuzzyCommunity(in string comm);*

Possibilita tratar a política de acesso do Agente Difuso utilizado.

➤ *void Intervalo\_da\_Amostra(in long time);*

Informa ao disparador o intervalo de tempo em que ele deve processar cada coleta de objetos gerenciados da rede.

➤ *void Tempo\_de\_Observação(in long time);*

Informa ao Serviço de Verificação Global o número de amostras que ele deve armazenar para compor uma avaliação temporal da rede.

➤ *boolean DevicesIsEmpty();*

Informa à interface do sistema se há algum dispositivo gerenciado na rede, que pode ser tratado pelo Módulo de Gerenciamento Pró-ativo Pontual na inferência do Sistema Especialista Difuso.

➤ *long AmountMachines();*

Informa à interface a quantidade de dispositivos gerenciados que podem ser tratados.

➤ *string Machine(in long i);*

Informa à interface o endereço IP de um dispositivo gerenciado da rede.

➤ *long getDevices(in string host);*

Informa à interface quais as MIBs que um dado dispositivo de rede possui instanciada.

➤ *void addDevice(in string host, in long Mibs);*

Cadastra um novo dispositivo gerenciado ao sistema.

➤ *void removeDevice(in string host);*

Remove um dispositivo gerenciado do sistema implementado.

---

➤ *long RMoNObjectTotal();*

Informa à interface do sistema quantos objetos RMoN serão utilizados no processo de inferência. Cada objeto, aqui especificado, descreve um determinado tipo de tráfego da rede.

➤ *string RMoNObjects(in long pos);*

Informa à interface do sistema o nome dos objetos RMoN utilizados.

➤ *void addHost(in string name, in long number);*

Adiciona o novo dispositivo gerenciado à MIB Difusa, uma vez que será útil no processo de inferência do Sistema Especialista Difuso.

➤ *void delHost(in string name);*

Remove um dispositivo gerenciado da MIB Difusa.

➤ *string ControlEntry();*

Informa ao administrador o número de entradas que os Controladores possuem. Nesta implementação cada controlador possui um número padrão de dois valores de entrada.

➤ *string ControlExit();*

Informa ao administrador o número de saídas que os Controladores possuem. Nesta implementação, cada controlador possui um número padrão de uma única saída, caracterizada no sistema como responsável por definir a Situação da Rede.

➤ *Double GetLast\_SituacaoInstantanea();*

Obtém do Serviço de Verificação Global o valor da última Situação da Rede inferida.

➤ *string GetLast\_SituacaoTextual();*

Obtém, de forma textualizada, do Serviço de Verificação Global, o valor da última Situação da Rede inferida.

➤ *void SituacaoGlobal();*

Informa à interface do sistema a situação da rede para ser mostrada ao administrados.

➤ *void DiagnosticoGlobal();*

Informa à interface do sistema qualquer situação de diagnóstico da rede.

➤ *void Interface(in DiagnosticInterface DI);*

Instância a classe DiagnosticInterface.

---

- *Interface DiagnosticInterface*

Este módulo é responsável por ficar atualizando a interface do sistema com informações sobre o resultado do processo de inferência.

Devido a enorme importância que tem o Sistema de Verificação Global no modelo proposto, este será melhor descrito na seção a seguir.

### 5.5 Sistema de Verificação Global

Os valores da rede, para cada tipo de *frame ethernet*, são inferidos no Controlador correspondente, resultando em uma indicação da Situação da Rede. Devido a simetria na construção de todas as variáveis lingüísticas (observadas no Apêndice C), os valores resultantes da Situação da Rede podem ser tratados, considerando-se o maior valor como caracterizando o tipo de tráfego mais pesado sobre a rede, naquele instante de tempo.

O processamento ocorrido no Sistema de Verificação Global, dá-se conforme mostra a figura 5.3 [Carvalho99c].

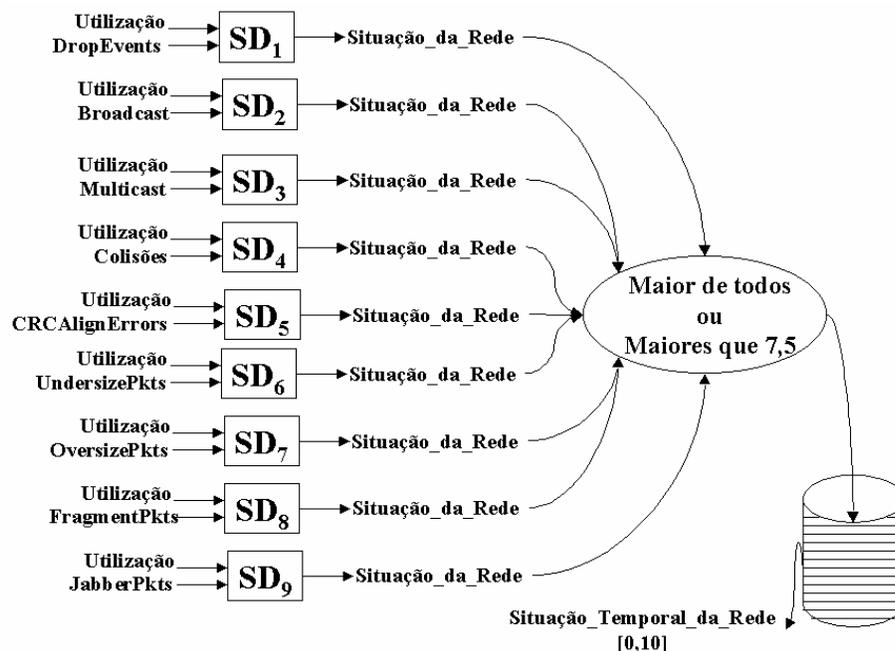


Figura 5.3. Verificação da Situação Temporal da Rede

O valor percentual de Taxa de Utilização do segmento da rede, expresso pelo objeto *etherHistoryUtilization*, é usado como entrada para o processo de inferência sobre os Controladores Difusos, juntamente com os valores percentuais dos demais objetos envolvidos: *etherHistoryBroadcastPkts*, *etherHistoryDropEvents*, *etherHistoryJabbers*, *etherHistoryFragments*, *etherHistoryOversizePkts*, *etherHistoryUndersizePkts*, *etherHistoryCRCAlignErrors*, *etherHistoryMulticastPkts*, *etherHistoryCollisions*.

Cada um destes nove controladores retorna um valor que caracteriza a Situação da Rede com relação ao tipo de tráfego analisado. O maior valor de Situação da Rede expressa o maior peso que a rede assume naquele instante, assim a rede pode ser caracterizada por este valor.

Como o Sistema de Verificação Global é encarregado de efetuar uma Análise Temporal de todo o comportamento da rede, esses valores instantâneos são guardados em uma estrutura de lista, onde apenas as amostras referentes a outra hora de monitoramento são avaliadas, para caracterizar o estado global da rede naquela hora e, assim, tomar ações corretivas sobre a mesma. Portanto, como as amostras se processam em intervalos de 3 em 3 minutos, no sistema, são armazenadas um total de 20 amostras, caracterizando a temporização da rede.

A avaliação temporal é assumida sobre um intervalo de 1 hora, da mesma forma que ocorria na avaliação da rede, feita por [Watzko97], que aplicava técnicas de sazonalidade sobre objetos RMoN, como forma de projetar o seu estado para o próximo período de tempo e, também, [Artola96] utilizou o mesmo intervalo horário sobre esses objetos RMoN, que são armazenados em uma Base de Conhecimentos de um Sistema Especialista Convencional.

Ao término da primeira hora de coleta, o sistema dá início ao processo de averiguação de possíveis desvios no comportamento, fazendo sempre uso das 20 últimas amostras colhidas, descartando todas as anteriores. Isso acontece, porque o comportamento normal da rede encontra-se expresso em dois locais no sistema: na base de conhecimentos difusa, presente no Módulo de Sistema Difuso e na MIB Difusa, e também em indicadores de maior e menor valor de Situação da Rede, presentes no Sistema de Verificação Global.

O intervalo horário de avaliação, também, pode ser alterado, como também o sistema pode efetuar a coleta dos valores da MIB RMoN da rede em outros intervalos, além

do padronizado pelo sistema. Uma das telas de configuração do sistema é mostrada na figura 5.4.

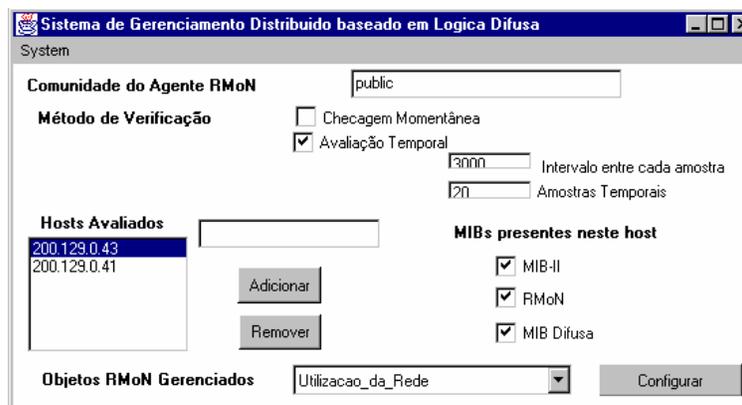


Figura 5.4 Módulo de Configuração do Sistema de Verificação Global

Sobre esta interface, são configuradas informações referentes a organização da rede em si. É neste ambiente que o administrador informa a comunidade do agente RMoN e o endereço IP da máquina que o contém. Todos os dispositivos, que armazenam agentes de gerenciamento, são cadastrados neste ambiente. Nesta primeira versão do sistema, apenas agentes de gerenciamento para MIB-2, MIB RMoN e MIB Difusa são manipulados. Em uma versão posterior o sistema pode vir a tratar também objetos da MIB ATM, MIB ILMI e outras.

No capítulo seguinte, veremos que as variáveis difusas, definidas no sistema, caracterizam o perfil de comportamento da rede. Daí não haver necessidade de manter um histórico dos valores coletados sobre a MIB RMoN.

A fim de instanciar valores referentes a configuração do Sistema Difuso, foi definida uma MIB que armazena os objetos utilizados no processo de inferência difusa. Essa MIB será melhor discutida na seção que se segue.

## 5.6 A MIB Difusa

Para o processo de inferência difusa aplicada à avaliação de desempenho da rede, foi criada uma MIB proprietária, chamada aqui de MIB Difusa, responsável por manter acessível ao sistema de gerência, informações sobre os dispositivos gerenciados e a Base de Conhecimentos Difusa utilizada. Essa MIB foi desenvolvida de acordo com a SMIV1

(Structure of Management Information), sendo utilizada a linguagem ASN.1 com a finalidade de torná-la útil a qualquer outro processo de gerência difusa [Carvalho99b].

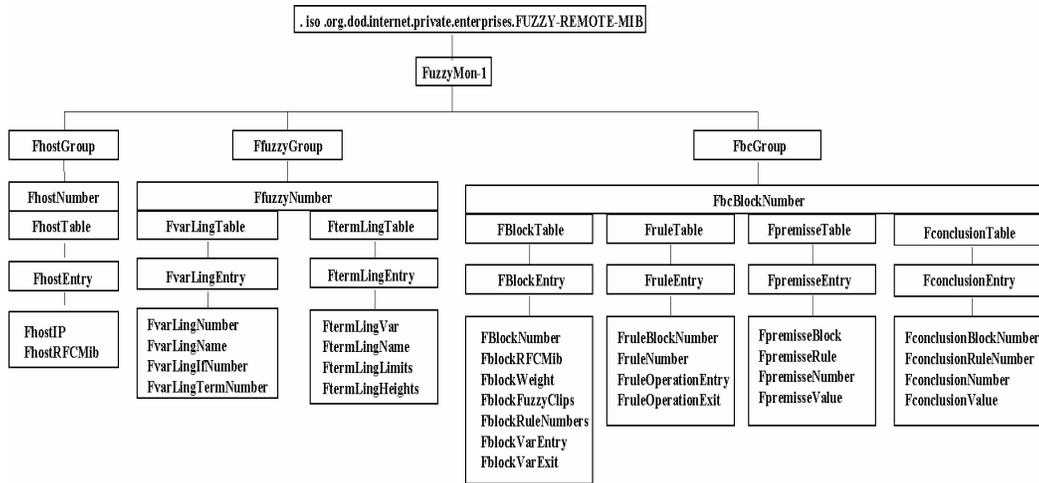


Figura 5.5. Estrutura Hierárquica da MIB Difusa

A definição em ASN.1 de todos os objetos gerenciados difuso encontra-se no Apêndice A e a instanciação desses objetos para a execução do protótipo pode ser visto no Apêndice B.

A MIB Difusa está dividida nos seguintes três grupos:

- **FhostGroup**

Este grupo contém informações sobre quais são os dispositivos gerenciáveis encontrados na rede local, ou seja, quais dispositivos possuem instaladas em sua plataforma, agente de monitoramento para MIB-2, MIB RMoN e/ou MIB Difusa. Isso porque é sobre esses dispositivos, que é executado o módulo de Gerenciamento Pró-ativo Pontual do modelo proposto.

- **FfuzzyGroup**

Contém informações relacionadas às variáveis e aos termos lingüísticos envolvidos no processo de inferência difusa. Uma linha da tabela *FvarLingTable* identifica uma única variável lingüística: seu nome, a interface de rede, que esta variável trata, e o número de termos lingüísticos que possui.

A tabela *FtermLingTable* armazena informações sobre os termos lingüísticos como: o nome do termo lingüístico, seus limites à esquerda, à direita e os pontos de pico com relação à sua posição, ao longo do universo da variável lingüística relacionada a esse termo.

- **FbcGroup**

É este grupo que permite ao Módulo Sistema Difuso do Modelo Proposto, construir todos os controladores difusos ou o sistema especialista para serem usados no processo de inferência.

Informações como a quantidade de controladores usados e a estrutura de cada um deles é de suma importância para o processo de inferência, que constitui o Módulo de Gerenciamento Pró-ativo Global.

Os valores reais são armazenados como *strings*, no entanto, o envio destes objetos é feito através da classe *ManagedObject*, permitindo, assim, que o gerente possa receber também as características do objeto gerenciado e não apenas seu valor. Isto pode ser útil em operações, onde o gerente desconheça as características do objeto, que está tratando, conhecendo apenas o seu OID.

Como mencionado anteriormente, todo o envio destas informações é feito através do ORB, que permite a transparência de localização desses objetos. Com isso, é possível em um ambiente corporativo, que faça uso deste modelo para avaliação do tráfego de suas redes, manter o agente difuso em um setor especializado da empresa, fazendo com que todos os gerentes das redes departamentais façam uso do mesmo processo de inferência. Isto facilita, também, a atualização da MIB, evitando problemas de redundância. Os objetos dessa MIB caracterizam o *Baseline* do sistema.

Resumidamente, a execução do modelo é feita conforme apresentado na figura 5.6.

Uma vez instanciado o Agente Difuso, o modelo está pronto para entrar em processo contínuo de monitoramento de forma que, a cada intervalo de tempo uma nova instância do comportamento da rede é coletada na MIB RMoN e analisada pelo Serviço de Verificação Global. O Sistema Difuso utiliza técnicas de inferência difusa, em uma estrutura de controlador, fazendo uso de regras para avaliação do estado apresentado pela rede. Essas regras retornam o nível de congestionamento da rede, que é tratado pelo SVG através de uma avaliação temporal, para detectar prováveis situações de degradação. É função do

---

Disparador controlar o tempo decorrido entre cada processo de inferência e, caso necessário, disparar todos os dispositivos gerenciados ao longo da rede, para fazer a coleta das instâncias apresentadas pelos objetos da MIB II particulares a esses dispositivos.

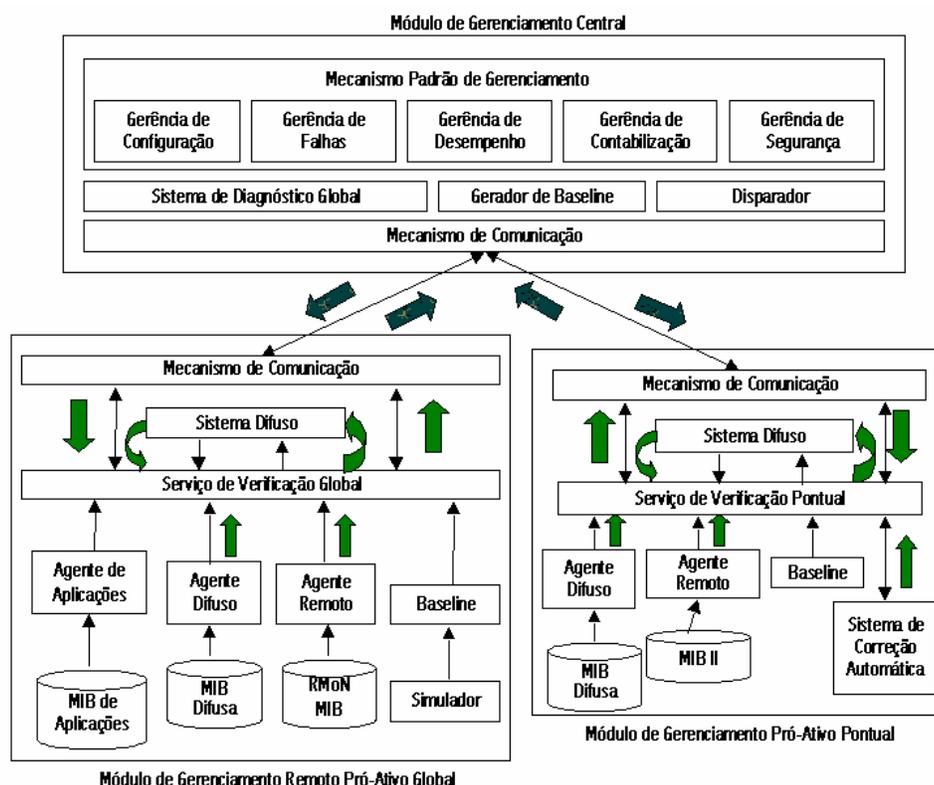


Figura 5.6 Fluxo de Execução do Modelo

O agente de monitoramento da MIB RMoN assume um papel fundamental na coleta de informações referentes às características de tráfego de um segmento de rede local. O agente utilizado na implementação deste modelo é comentado a seguir.

### 5.7 BTNG

A coleta de informações das variáveis RMoN é feita pelo software BTNG (*Beholder – The Next Generation*) [BTNG94]. Trata-se de um *probe* RMoN criado pelo grupo DNPAP – *Data Network Performance Analysis Project* – da Universidade de Delft na Holanda.

Para cada grupo da MIB RMON, tem-se um ou mais coletores responsáveis pela atualização estatística daquele grupo. Alguns coletores são automaticamente disparados quando da inicialização do *probe*, outros têm que ser configurados pelo administrador.

# CAPÍTULO

# 6

## 6 Análise de um Segmento Monitorado por meio da Teoria Difusa

A presente implementação é motivada pelo interesse em explorar e propor um modelo distribuído, para o uso de uma técnica difusa, na modelagem de um sistema de gerência de redes. Tal modelo permite incorporar a visão de um especialista e sintetizar os conhecimentos e as condições existentes para a diagnose de possíveis situações de degradação, suportando as decisões tomadas, através de uma visão mais lingüística das incertezas inerentes ao processo de gerência de redes.

Tanto a área de Inteligência Artificial, aplicada aqui com o uso da lógica difusa, quanto a área de Simulação, vêm sendo abordadas pela gerência pró-ativa. Ao simular uma rede com um modelo matemático, pode-se prognosticar a natureza das deficiências de desempenho, pela execução do modelo em condições simuladas. Infelizmente, a maioria das redes não se presta à modelagem matemática, ou por serem muito complexas e dinâmicas para serem modeladas, ou porque o custo computacional da execução desses modelos é abusivo [Lewis94].

A aplicação da técnica de simulação no gerenciamento pró-ativo pode ser feito na geração da *baseline* da rede, conforme ocorre em [Franceschi96]. Essa *baseline*, por se tratar do comportamento normal da rede, é fundamental para saber se esta está se comportando dentro do intervalo de valorização esperado ou se os valores da rede encontram-se alterados. Este sistema de gerência é intrinsecamente distribuído, ficando todo o módulo de interface com o usuário apresentado do lado do gerente.

O protótipo utiliza os objetos da RMON MIB (mib-2 16) [BTNG94], escolhidos para realizar uma análise de tendências. A forma da análise dos dados coletados e da previ-

são de situações, que possam levar à degradação do sistema, aplicado neste trabalho, é uma forma alternativa de fazer o monitoramento da rede, visando uma interpretação lingüística mais apurada da mesma. Através de uma análise difusa desses dados, pretende-se prever a ocorrência de valores que possam degradar o sistema antes que isto ocorra.

A tarefa de verificação de situações de degradação dá-se através da monitoração de um ou vários parâmetros significativos da rede, e da verificação de que eles ultrapassem ou não determinados valores significativos, chamados de *thresholds*. Quando um ou mais dos tráfegos ultrapassam esses valores de *thresholds*, o sistema difuso infere um valor, previamente deduzido, igual ou acima de 7,5 para a variável lingüística Situação\_da\_Rede. Esse valor 7,5 foi determinado a partir de inferências do módulo difuso usando valores simulados.

A característica de anormalidade faz com que seja necessário uma tomada de decisão por parte do administrador, a fim de que a rede volte a um estado de normalidade com relação ao fluxo do tráfego.

Este trabalho busca tratar as incertezas inerentes ao processo de determinação das situações pró-ativas por meio do uso de números difuso triangulares. Através de processos de inferência, esses números difusos operam de forma a retornar um valor numérico real que caracterize o estado da rede monitorada.

A razão pela qual se faz uso da lógica difusa é possibilitar ao administrador o uso de uma abordagem mais lingüística (linguagem humana), para a análise da variação do comportamento da rede, facilitando assim, a interpretação em seus diversos estados. A aplicação da técnica difusa seguiu uma seqüência lógica de raciocínio, como forma de seqüencializar a ordem do raciocínio adotada. Essa estruturação é apresentada a seguir.

## 6.1 Projeto de um Sistema Difuso

No projeto do Sistema Difuso, existem alguns pontos importantes que foram seguidos na elaboração deste trabalho. Extraídos de [Sousa95], os oito pontos, que se seguem, foram analisados um a um, na ordem abaixo:

1. Seleção das variáveis de entrada e saída.
  2. Quantificação do universo de discurso das variáveis de entrada e saída.
  3. Definição das funções de pertinência.
  4. Composição das regras de inferência.
-

5. “Discretização” do universo de entrada e saída.
6. Composição dos vetores das funções de pertinência.
7. Seleção do tipo de implicação ( $A \rightarrow B$ ).
8. Implementação do motor de inferência difuso.

Os pontos de 1 a 4 foram relacionados na fase de concepção de uma solução difusa para o problema estudado, ou seja, esses pontos foram utilizados na fase de modelagem do sistema proposto nesta dissertação.

Para a geração das variáveis lingüísticas, foi preciso um amplo entendimento do comportamento dos valores coletados nas MIBs e do estudo de experiências anteriores, onde o gerenciamento pró-ativo foi abordado, como em [Artola96] [Franceschi96] [Jander93][Rocha96][Watzko97].

A seleção das variáveis de entrada e saída diz respeito às variáveis lingüísticas envolvidas na entrada e na saída do sistema proposto. Como variáveis lingüísticas de entrada foram utilizadas as variáveis da MIB RMON, para o processo de inferência sobre o Módulo de Verificação Global. Essas variáveis lingüísticas usadas são representações das seguintes variáveis de rede:

- *etherHistoryUtilization;*
- *etherHistoryBroadcastPkts;*
- *etherHistoryDropEvents;*
- *etherHistoryJabbers;*
- *etherHistoryFragments;*
- *etherHistoryOversizePkts;*
- *etherHistoryUndersizePkts;*
- *etherHistoryCRCAlignErrors;*
- *etherHistoryMulticastPkts;*
- *etherHistoryCollisions;*

Os valores do universo de discurso, associados a cada uma dessas variáveis, são uma porcentagem da taxa de utilização do segmento monitorado. Por exemplo, a variável lingüística *broadcast*, mostrada no Apêndice C, representa a variável de rede *etherHis-*

---

*toryBroadcast*, cujo universo de discurso varia de 0 a 100% da taxa de utilização naquele momento. Mas, ela somente é tratada dentro do intervalo de 0 a 10%, uma vez que, acima disso, a situação de *frames broadcast* é totalmente alta. O valor percentual de entrada da variável lingüística *broadcast* é:

$$Broadcast = \frac{(etherHistoryBroadcast * etherHistoryUtilization)}{etherHistoryPkt}$$

A variável de saída adotada recebeu o nome de *Situacao\_da\_Nete* e tem como objetivo representar uma maior ou menor carga aplicada sobre a rede. A semântica da rede é mapeada para uma escala de valores numéricos [0, 10], largamente utilizado em processos de avaliação humana, facilitando assim a sua interpretação.

Observou-se o relacionamento entre algumas variáveis e a forma de como elas eram utilizadas em sistemas especialistas convencionais, para assim definir o universo de discurso que cada uma dessas variáveis lingüísticas possuiria. Por exemplo, observou-se que uma taxa de *frames broadcast* acima de 10% da utilização do segmento exigiria uma ação a ser tomada por parte do administrador. É por isso que 10% ou mais de *frames broadcast* são valores considerados totalmente alto pelo emprego da lógica difusa e, portanto, originadores de uma ação a ser tomada pelo administrador caso este valor persista. Em situações como esta, o módulo difuso tende a inferir um resultado para a situação da rede igual ou superior ao valor 7,5 anteriormente explicado.

Segundo [Sousa95], "A quantificação do universo de discurso das variáveis de entrada e saída, estabelece o número de níveis de quantificação dos universos de discurso. O número de níveis de quantificação pode ser diferente para cada um dos universos de discurso". O sistema proposto, nesta dissertação, utiliza como padrão três níveis de quantificação, ou termos lingüísticos, para todas as variáveis envolvidas. Observou-se que os administradores de rede têm dificuldade de tratar mais de três termos lingüísticos, sem fazer uso de expressões que simbolizem modificadores difusos, como por exemplo: *meio alto, um pouco baixo, mais ou menos normal*.

Uma vez que a definição de mais termos lingüísticos dificulta ainda mais a composição das regras de inferência, os níveis de quantificação sobre uma dada variável lingüística são representados por meio dos termos lingüísticos: *baixo, normal e alto*, simbolizando

os termos das variáveis de entrada do controlador difuso e, *baixa\_carga*, *normal* e *alta\_carga*, representando os termos da variável de saída das regras.

Conforme pode ser observado no Apêndice C, os termos lingüísticos são sobrepostos e apresentam uma mesma simetria para todas as variáveis lingüísticas usadas, definindo-se, desta forma, a etapa três. Apenas o intervalo de cada um deles, varia conforme a variável lingüística que ele representa. A simetria entre esses termos é importante na definição das regras de inferência.

A quarta etapa é a mais difícil no processo de um sistema difuso por exigir a aquisição prévia do conhecimento do especialista. A Composição das Regras de Inferência deve ser codificada através de proposições condicionais na forma: *Se ... Então ...*

Assim, foi definido um conjunto de sete regras padronizadas ao longo de nove controladores, conforme pode ser visto no Apêndice C. Essas regras possuem a seguinte forma de abstração:

*Se ( $v_1$  é baixo) e ( $v_2$  é baixo)*  
     *então (Situação\_da\_Rede é baixa\_carga)*

*Se ( $v_1$  é baixo) e ( $v_2$  é normal)*  
     *então (Situação\_da\_Rede é baixa\_carga) e (Situação\_da\_Rede é normal)*

*Se ( $v_1$  é normal) e ( $v_2$  é baixo)*  
     *então (Situação\_da\_Rede é baixa\_carga) e (Situação\_da\_Rede é normal)*

*Se ( $v_1$  é normal) e ( $v_2$  é normal)*  
     *então (Situação\_da\_Rede é normal)*

*Se ( $v_1$  é normal) e ( $v_2$  é alto)*  
     *então (Situação\_da\_Rede é normal) e (Situação\_da\_Rede é alta\_carga)*

*Se ( $v_1$  é alta) e ( $v_2$  é normal)*  
     *então (Situação\_da\_Rede é normal) e (Situação\_da\_Rede é alta\_carga)*

*Se ( $v_1$  é alta) e ( $v_2$  é alto)*  
     *então (Situação\_da\_Rede é alta\_carga)*

Onde a variável  $v_1$  representa a percentagem de utilização da rede e a segunda variável ( $v_2$ ) representa um dos diversos tipos característicos de tráfego da rede, obtido através das demais variáveis de rede utilizadas.

Para a definição das regras composicionais, apresentadas acima, foi utilizada uma operação de *AND* sobre os termos lingüísticos de cada variável lingüística de entrada envolvida. O gráfico representativo dessas variáveis lingüísticas é mostrado no Apêndice C. Cada variável de rede é definida como uma variável lingüística em uma escala de valor que representa a sua percentagem em relação a utilização do segmento. Como forma de homogeneizar todas essas variáveis deixando-as similar à variável lingüística Situação da Rede, elas são mapeadas para uma escala medida em unidades de valor (*u.v.*).

Suponha, por exemplo, a variável lingüística *Oversize* (figura 6.1), e a variável lingüística *Utilização da Rede* (figura 6.2). Ambas são relacionadas para inferir um valor, que caracterize a Situação da Rede (figura 6.3), em um dado instante.

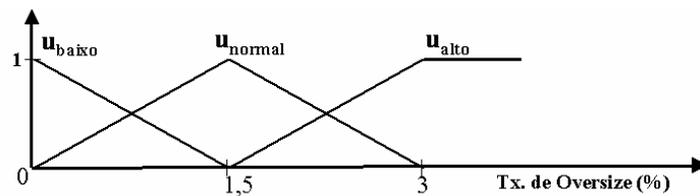


Figura 6.1 Variável Lingüística *Oversize*

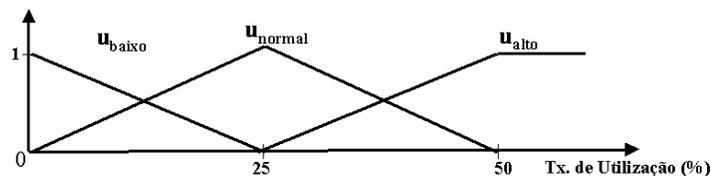


Figura 6.2 Variável Lingüística *Utilização da Rede*

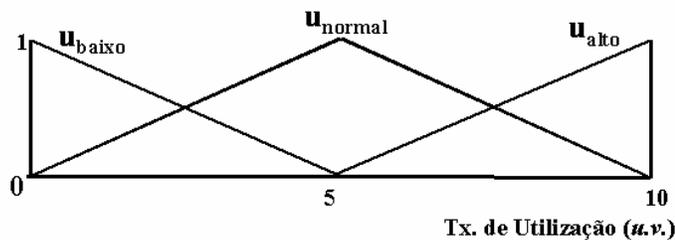


Figura 6.3 Variável Lingüística *Situação da Rede*

As regras dos controladores foram definidas por uma operação de *AND* sobre os termos lingüísticos das variáveis expressas em *u.v.*, da seguinte forma:

1. Uma *Utilização da Rede* baixa e uma taxa de *Oversize* baixa pela operação de AND, sobre esses dois conjuntos difusos triangulares, resultam em um conjunto difuso também triangular, que pode ser expresso pelo termo *baixa\_carga* da Variável Lingüística *Situação da Rede*;
2. Uma *Utilização da Rede* baixa e uma taxa de *Oversize* normal pela operação de AND sobre esses dois conjuntos difusos triangulares, resultam em um conjunto difuso também triangular, que pode ser expresso pelo conjunto difuso da área de interseção dos termos *baixa\_carga* e *normal* da variável lingüística *Situação da Rede*;
3. O mesmo conjunto difuso, resultante do item anterior, é gerado, quando se faz a operação de AND sobre os termos lingüísticos *normal* da variável *Utilização da Rede* e *baixo* de *Oversize*;
4. A quarta regra é construída, fazendo-se a operação de AND sobre os conjuntos difusos *normal* de ambas as variáveis de entrada, resultando em um conjunto difuso similar ao termo *normal* da variável lingüística *Situação da Rede*;
5. A quinta regra é construída, fazendo-se a operação de AND sobre os conjuntos difusos *normal* da variável *Utilização da Rede* e o conjunto difuso *alto* da variável *Oversize*, resultando no conjunto difuso da interseção dos conjuntos difusos *normal* e *alta\_carga* da variável *Situação da Rede*;
6. A sexta regra resulta em um conjunto difuso similar ao da regra anterior, invertendo-se apenas os termos lingüísticos de *Utilização da Rede* para *alto* e de *Oversize* para o termo *normal*;
7. A sétima e última regra do controlador difuso é resultante da operação dos conjuntos difusos *alto* de ambas as variáveis lingüísticas de entrada do controlador, resultando em um conjunto difuso, que pode ser caracterizado pelo termo *alta\_carga* da variável lingüística *Situação da Rede*.

Toda implementação computacional é discreta, daí a etapa 5: “Discretização” do universo de entrada e saída. Na implementação realizada, todos os valores de entrada e os valores de saída são tratados como números reais do tipo flutuante (*float*) e, portanto, armazenados em um conjunto de quatro *bytes* nos microcomputadores utilizados. Como a precisão obtida foi de  $10^{-2}$ , o resultado encontra-se condizente com uma avaliação por parte do administrador da rede em questão, que pode admitir uma taxa de erro de até  $10^{-1}$ , sem

qualquer prejuízo ao sistema. Esses valores foram obtidos, observando-se a interpretação dos administradores de rede junto ao sistema desenvolvido.

A sexta etapa do projeto, denominada Composição dos Vetores das Funções de Pertinência, está representada através dos valores armazenados na MIB Difusa e que, posteriormente, são carregados para o módulo Sistema Difuso, responsável por ordenar os valores das instâncias dos objetos da MIB, obtidos através de operações de *gets* em estruturas de classes, que representam as variáveis lingüísticas, os termos lingüísticos, as regras e os nove controladores utilizados no processo de inferência.

Na maioria das aplicações pesquisadas, incluindo este trabalho, o tipo de implicação, utilizado no processo de inferência difusa, é o *Método de Implicação de Mandani* através da inferência de *Modus Ponens* por ser de implementação simples e ter demonstrado bons resultados em todos os trabalhos catalogados. Pela mesma razão, o *Método de Desfuzificação* mais utilizado é o *Método do Centro de Gravidade* (seção 4.10.1). Na definição das funções de pertinência, é importante se ter em mente, que o nível de interação entre as regras de inferência depende do grau de sobreposição das funções definidas.

A última etapa do Projeto de um Sistema Difuso é a Implementação do Motor de Inferência, responsável pelo Sistema Difuso em si. A técnica utilizada para a avaliação difusa é melhor explicada no item que se segue.

## 6.2 Motor de Inferência Difuso

O Motor de Inferência Difuso é formado pela agregação de um conjunto de relações lingüísticas estruturadas, como regras de inferência na forma da equação (6.1). Nela, os valores  $x_1, x_2, \dots, x_N, Y$  são valores numéricos do universo de discurso de variáveis lingüísticas representadas pelos termos lingüísticos expressos por  $A_1, A_2, \dots, A_N, B$ , respectivamente.

$$\text{Se } (x_1 \text{ é } A_1) \text{ e } (x_2 \text{ é } A_2) \text{ e } \dots \text{ e } (x_N \text{ é } A_N) \text{ então } (Y \text{ é } B) \quad (6.1)$$

Um sistema de regras difusas mapea regiões no espaço das entradas  $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n$  para regiões no espaço das saídas  $V_1 \times V_2 \times \dots \times V_m$ , ou seja, de conjuntos difusos para conjuntos difusos, através da aplicação de regras de inferência [Gadelha99].

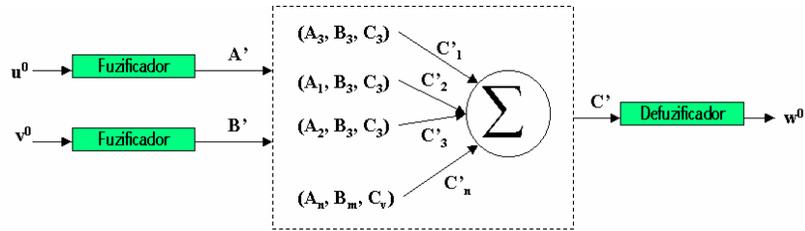


Figura 6.4 Modelo Geral de um Motor de Inferência Difuso

O sistema da figura 6.4 mapeia regiões do espaço  $R^2$  para o espaço  $R^1$ . As entradas  $A'$  e  $B'$  interagem com as " $n$ " regras representadas por  $(A_i, B_i, C_i)$ , produzindo " $n$ " conjuntos difusos  $C'_i$ , que são modificações dos conjuntos  $C_i$ , devido ao grau de interação das entradas com as respectivas regras. O conjunto difuso de saída  $C'$  é resultado da regra composicional de inferência (equação 6.2) que, ao aplicar o método do centro de gravidade (equação 6.3), resulta no valor *desfuzificado*  $w^0$ .

$$C' = \sum_{i=1}^n (A' \wedge B') \circ [(A_i \wedge B_i) \rightarrow C_i] \tag{6.2}$$

O Método do Centro de Gravidade  $w_i$  representa o centro local de gravidade e  $\mu_C(w)$  representa a área local, enquanto  $n$  representa o número de pontos ou segmentos locais.

$$w^0 = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \mu_C(w)}{\sum_{i=1}^n \mu_C(w)} \tag{6.3}$$

Esse motor de inferência, adotando duas premissas para cada regra, foi implementado para a validação desta dissertação conforme descrito na seção seguinte.

### 6.3 Controladores Difusos

O Motor de Inferência foi implementado como se segue [Carvalho99b]:

- A cada intervalo de 3 minutos, um conjunto amostral de valores dos objetos RMoN estudados, foi colhido. Um exemplo disso, são as amostras apresentadas no Apêndice D, colhidas no dia 24 de março de 1999. Neste apêndice, são apresentados as variáveis: *etherHistoryUtilization*, *etherHistoryDropEvents*, *etherHistoryBroadcast*,

*etherHistoryMulticast*, *etherHistoryCRCAlignError*, *etherHistoryUndersize*, *etherHistoryOversize*, *etherHistoryFragments*, *etherHistoryJabbers* e *etherHistoryCollisions*.

- O valor percentual de *etherHistoryUtilization* é entrado junto com uma segunda variável no controlador que é responsável por inferir tais valores.

A inferência acontece como no exemplo a seguir:

Considere os valores 5 e 1 referentes a um percentual de *Utilização da Rede* e um percentual de *Broadcast* referente ao monitoramento da rede em um dado instante. Esses valores são mapeados para uma outra escala de valores expressa em u.v. ficando representadas por 1 e 1 respectivamente.

Sobre a variável lingüística *Utilização da Rede* é inferido como entrada esse primeiro valor e o segundo é inferido sobre a variável *Broadcast*. Em seguida, cada premissa de cada regra do controlador difuso correspondente é calculada, gerando dois valores difusos, um para cada premissa e uma operação de conjunção (AND) é feita entre eles, conforme apresentado abaixo.

Regra 01: (*Utilização da Rede* é baixo) & (*Broadcast* é baixo)  $\Rightarrow 0,8 \& 0,8 \Rightarrow 0,8$

Regra 02: (*Utilização da Rede* é baixo) & (*Broadcast* é normal)  $\Rightarrow 0,8 \& 0,2 \Rightarrow 0,2$

Regra 03: (*Utilização da Rede* é normal) & (*Broadcast* é baixo)  $\Rightarrow 0,2 \& 0,8 \Rightarrow 0,2$

Regra 04: (*Utilização da Rede* é normal) & (*Broadcast* é normal)  $\Rightarrow 0,2 \& 0,2 \Rightarrow 0,2$

Regra 05: (*Utilização da Rede* é normal) & (*Broadcast* é alto)  $\Rightarrow 0,2 \& 0,0 \Rightarrow 0,0$

Regra 06: (*Utilização da Rede* é alto) & (*Broadcast* é normal)  $\Rightarrow 0,0 \& 0,2 \Rightarrow 0,0$

Regra 07: (*Utilização da Rede* é alto) & (*Broadcast* é alto)  $\Rightarrow 0,0 \& 0,0 \Rightarrow 0,0$

O valor resultante das premissas é posteriormente inferido na parte conclusiva da regra correspondente, definindo uma área sobre o termo lingüístico da sua variável de saída. Essas áreas são mostradas nas figuras a seguir:

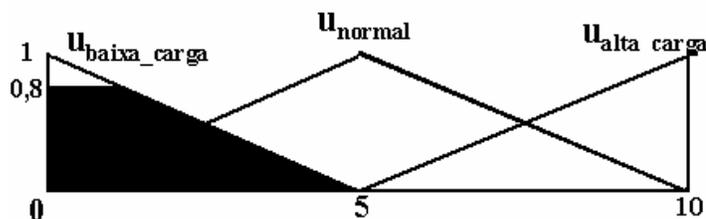


Figura 6.5 Conjunto Difuso resultante da cláusula conclusiva da Regra 01

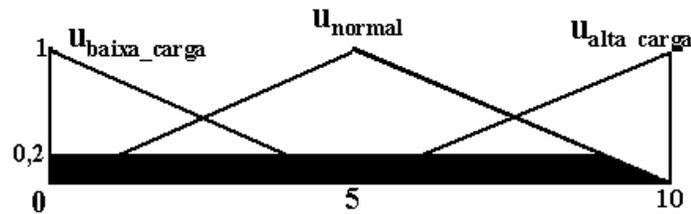


Figura 6.6 Conjunto Difuso resultante da cláusula conclusiva das Regras 02 e 03

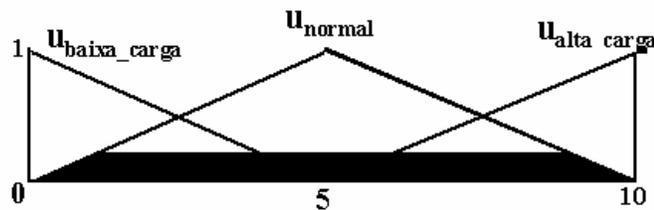


Figura 6.7 Conjunto Difuso resultante da cláusula conclusiva da Regra 04

As cláusulas conclusivas das demais regras não geram conjuntos difusos.

Em seguida, é feita a união de todos esses conjuntos difusos, conforme mostra a figura 6.8 para dar início à etapa de *desfuzificação*.

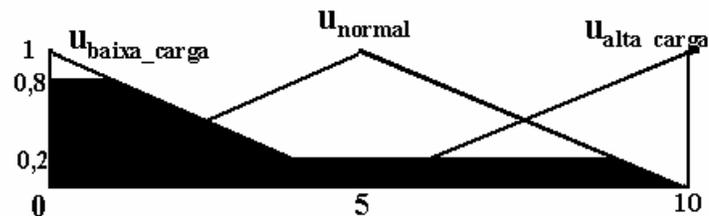


Figura 6.8 Conjunto Difuso resultante da União de todos os conjuntos anteriores

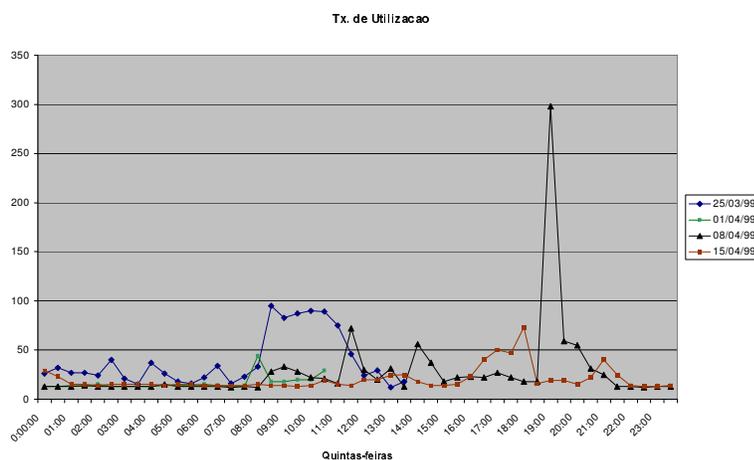
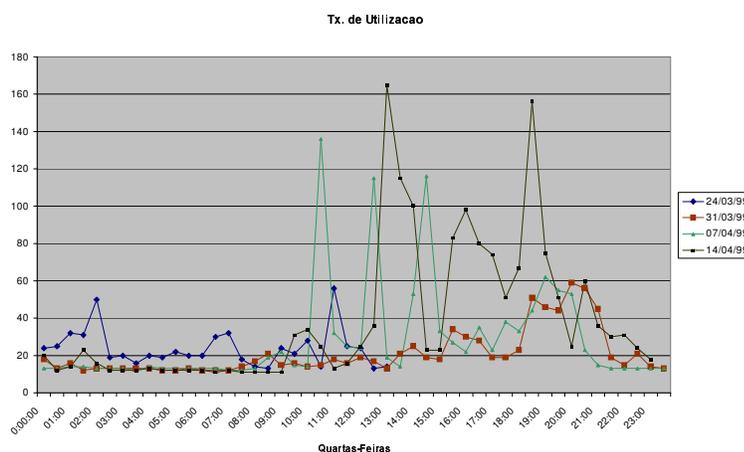
Na etapa de *desfuzificação*, é aplicado o método do Centro de Gravidade, mostrado na equação 6.3. O valor resultante depois desta operação é quatro.

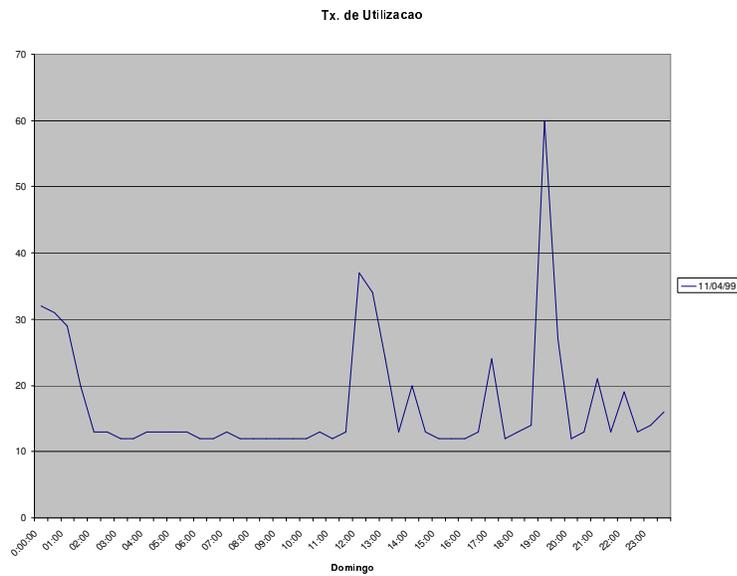
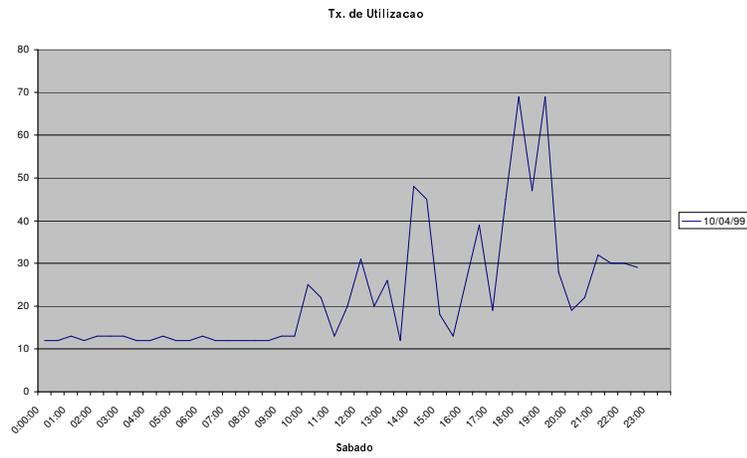
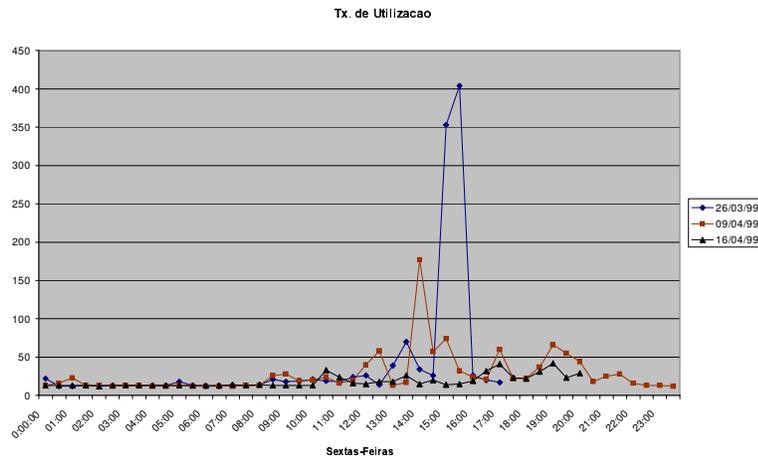
Foram implementados um total de 9 controladores difusos, cada um tratando um parâmetro diferente da rede. A mesma metodologia acima é aplicada na operação dos demais controladores e o maior valor numérico resultante destes processos de inferência, é tomado como representando a *Situação da Rede* naquele instante. A partir daí, dá-se início a todo o processo de temporização, a fim de se calcular a situação temporal da rede ao lon-

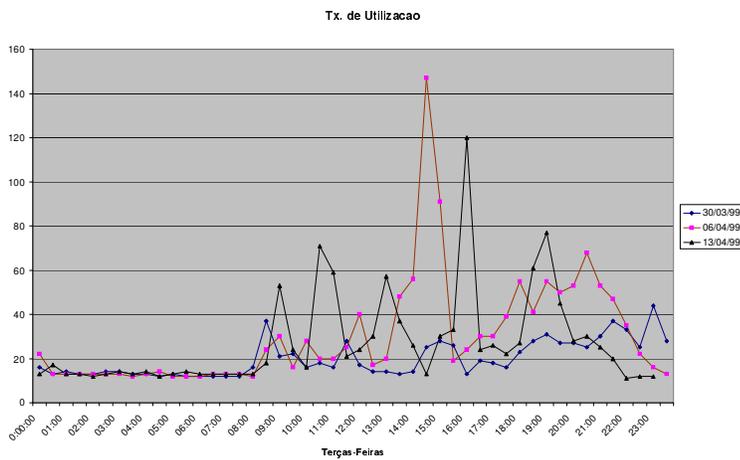
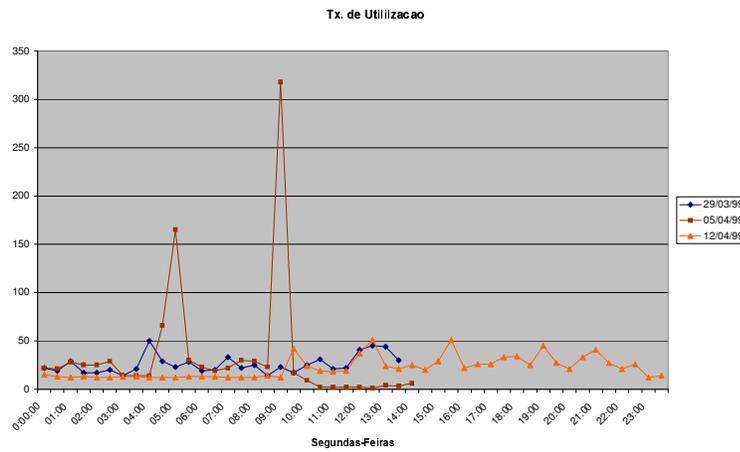
go de uma hora. Se esse valor for maior que 7,5 em pelo menos três das instâncias calculadas, medidas de ação devem ser tomadas pelo sistema.

No Apêndice D, são apresentadas amostras dos valores da rede colhidas no dia 24 de março, 14 de abril de 1999 e outros, além dos resultados de inferência difusa, apresentados no apêndice E, demonstrando a característica de baixa carga da rede, ao longo de todo o período de monitoramento.

A seguir são apresentados alguns gráficos, que caracterizam o comportamento da rede monitorada durante vários dias de observação. Esses gráficos representam somente a taxa de Utilização do segmento monitorado. Neles observa-se a semelhança entre os vários dias que caracterizam um mesmo dia de semana.







Por ser uma extensão da Lógica Clássica, a Lógica Difusa pode ser definida como um par  $\langle L, \models \rangle$ , onde  $L$  é a linguagem constituída de fórmulas e  $\models$  é a relação de consequência lógica aplicada sobre essas fórmulas. O alfabeto, termos e fórmulas definem a linguagem utilizada, enquanto que a decidibilidade, corretude e completude são caracterizadas pela relação de consequência lógica.

### 6.4 Fundamentação Lógica do Sistema Difuso

Uma vez que a abordagem difusa usada nesta dissertação já foi discutida neste capítulo, esta seção tem por objetivo caracterizar semanticamente o processo de inferência lógica, implementado através dos controladores e do sistema especialista difuso formulado.

No capítulo 4, seção 4.6.1, foi mencionado que a Lógica Difusa admite quantificadores universais  $\forall$  e existenciais  $\exists$ . A presença desses quantificadores caracteriza a Lógica Difusa como uma Lógica de 1ª Ordem. Portanto, a linguagem da Lógica Difusa pode ser vista como equivalente à Lógica de 1ª Ordem Clássica. Além do mais, o que diferencia a Lógica Difusa da Lógica de 1ª Ordem Clássica é o fato daquela ser aplicada sobre valores verdade dentro do intervalo  $[0, 1]$  e esta sobre os valores verdade 0 ou 1.

Segundo [Dalen94], toda linguagem é construída de símbolos que expressam propriedades, relações e objetos. Uma série de objetos com propriedades similares são chamados variáveis. Já os símbolos lógicos aqui apresentados incluem os quantificadores  $\forall$  e  $\exists$ , possibilitando a definição de propriedades e relações sobre esses objetos.

O processo de caracterização da linguagem adotada é constituída da definição de:

- um alfabeto;
- fórmulas bem formadas (FBFs) que constituem a linguagem.

A primeira etapa para o processo de caracterização da linguagem adotada é a definição do alfabeto. Segundo [Dalen94], o alfabeto definido na Lógica de 1ª Ordem consiste dos seguintes símbolos:

1. Símbolos Predicados:  $P_1, P_2, \dots, P_n$ .
2. Símbolos Funcionais:  $f_1, f_2, \dots, f_n$ .
3. Símbolos Constantes:  $c_i$  para  $i \in I$ .
4. Variáveis:  $x_0, x_1, x_2, \dots$
5. Conectivos:  $\vee, \wedge, \rightarrow, \neg, \leftrightarrow, \perp$ .
6. Quantificadores:  $\forall, \exists$ .
7. Símbolos Auxiliares: “(”, “)”, “,”.

Por definição,  $\delta$  é considerado Termo, se:

- $\delta$  for constante,
- $\delta$  for variável, ou
- $\delta$  for  $f(\delta_1, \dots, \delta_n)$  em que  $f$  é símbolo funcional e  $\delta_1, \dots, \delta_n$  são termos.

Essa definição de Termo é importante para a caracterização de uma Fórmula Atômica. Portanto,  $\wp(\tau_1, \dots, \tau_n)$  é fórmula, se:

---

- $\wp$  é Símbolo Predicado,
- $\tau_1, \dots, \tau_n$  são termos, logo  $\wp(\tau_1, \dots, \tau_n)$  é fórmula atômica.

Fórmulas podem expressar propriedades relativas a uma dada relação. Uma FBF pode ser definida como:

- Toda fórmula atômica é FBF,
- Se  $\alpha$  é FBF então  $\neg\alpha$  é FBF,
- Se  $\alpha$  e  $\beta$  são FBF então  $\alpha \rightarrow \beta$ ,  $\alpha \vee \beta$ ,  $\alpha \wedge \beta$  são FBFs,
- Se  $\alpha$  é FBF e  $x$  é variável então  $\forall x \alpha$  é FBF,  $\exists x \alpha$  é FBF.

A Base de Conhecimentos (BC) adotada nesse trabalho é caracterizada pela Lógica Difusa utilizada através do emprego de suas FBFs representadas pelo uso das Variáveis e Termos Lingüísticos.

O alfabeto empregado tanto sobre os controladores quanto sobre o sistema especialista em questão, adotado nesta dissertação, pode ser simplificado por:

$$\text{Alfabeto} = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_n, P_1, P_2, P_3, \dots, P_n, \vee, \wedge, \rightarrow, \neg\}, \text{ onde}$$

$c_i$ : representam constantes

$P_i$ : são predicados da linguagem, e

$\vee, \wedge, \rightarrow, \neg$ : são os conectivos aqui utilizados.

As constantes são representadas pelas Variáveis Lingüísticas: Utilização\_da\_Rede, Broadcast, UndersizePkts, entre outras. Os símbolos predicados são os Termos Lingüísticos: baixo, médio, alto, e que assumem valores verdade a partir de valorações para as fórmulas atômicas. Na Lógica Difusa essas fórmulas atômicas assumem valores no intervalo  $[0, 1]$ . Seus valores verdade podem ser expressos pela seguinte sintaxe:

$v$ : fórmula  $\rightarrow [0, 1]$ , onde fórmula expressa termos e predicados.

Um exemplo de valor verdade sobre o conjunto de Variáveis e Termos Lingüísticos utilizado nesta dissertação, é representado da seguinte forma:

$$v(\text{Baixa\_Carga} [\text{Utilização\_da\_Rede}]) = 0,8$$

Diferentemente dos predicados binários, ternários, ..., ou n-ários, expressos pelos símbolos  $P(t_1, t_2)$ ,  $P(t_1, t_2, t_3)$ , ..., ou  $P(t_1, t_2, \dots, t_n)$ , os predicados adotados nessa dissertação são todos unários, sendo representados por  $Pt_1$  [Enderton72] ou  $P(t_1)$  [Dalen94].

Como o número de predicados aplicados nesta dissertação é finito, uma vez que o conjunto de termos também é finito, então as estruturas de controle aqui aplicadas somente fazem uso de um subconjunto finito dos símbolos de primeira ordem. A linguagem resultante é isomórfica à linguagem de lógica proposicional. Portanto, os Provadores Automáticos de Teoremas (Controladores Difusos e Sistema Especialista Difuso) podem ser vistos como ferramentas que implementam a Lógica Proposicional Difusa.

Os conectivos  $\vee$ ,  $\wedge$ ,  $\neg$ ,  $\rightarrow$  representam respectivamente, em Lógica Difusa, as operações de disjunção (or), conjunção (and), negação (not) e a implicação (se... então), utilizados nos controladores e no sistema especialista difuso na implementação das operações difusas de máximo, mínimo, complementar e a implicação de Mandani. A operação de mínimo utilizada nesta dissertação é expressa através da operação t-norm da lógica de Gödel [Hajek99].

O Provador Automático de Teoremas (PAT), ou seja, os Controladores e o Sistema Especialista Difuso, utilizam fórmulas com implicação e conjunção utilizadas nesta implementação. O PAT representa a Máquina de Inferência implementada, isto é, todas as etapas do sistema difuso apresentado anteriormente na figura 4.7.

Um PAT para a Lógica de 1ª Ordem Clássica é semi-decidível, ou seja, dado uma fórmula  $\alpha$ , prova-se  $\alpha$  usando o PAT se  $\alpha$  for teorema. Se  $\alpha$  não for teorema, o PAT pode nunca parar. Como explicado acima, os controladores e o sistema especialista não fazem uso de fórmulas quantificadas, reduzindo a implementação do sistema difuso à Lógica Proposicional Difusa ao qual é considerada decidível, isto é, sempre é decidível saber se uma fórmula  $\alpha$  é ou não teorema.

A semântica do PAT pode ser discutida pela definição da relação de consequência lógica  $v \models \alpha$ :

Se  $\alpha$  e  $\beta$  são fórmulas então  $\alpha \wedge \beta$ ,  $\alpha \vee \beta$ ,  $\alpha \rightarrow \beta$  são fórmulas, ou seja:

1.  $v \models \alpha$  sse  $v(\alpha) = [0..1]$ .

2.  $v \models \neg\alpha$  sse  $\text{não} \models \alpha$ , onde "não" é a operação de complemento da lógica difusa.

Por exemplo: o complementar de Utilização\_da\_Rede é baixo, pode ser representado por Utilização\_da\_Rede é não baixo.

3.  $v \models \alpha \wedge \beta$  sse  $v \models \alpha$  e  $v \models \beta$ , onde "e" é a operação de mínimo.

4.  $v \models \alpha \vee \beta$  sse  $v \models \alpha$  ou  $v \models \beta$ , onde "ou" é a operação de máximo.

5. já o processo de inferência é baseado na regra de *modus ponens*, definido sobre uma abordagem axiomática.

Também  $\Gamma \models \alpha$  sse toda valoração  $v$  que satisfaz cada fórmula de  $\Gamma$ , satisfaz  $\alpha$ . Nesta dissertação,  $\Gamma$  é a Base de Conhecimentos BC.

Uma vez que foi implementado o PAT para a Lógica Difusa, é preciso mostrar que tal implementação é correta e completa com relação à definição da lógica dada, através de sua relação de consequência lógica ( $\models$ ), ou seja:

$BC \vdash_{\text{PAT}} \alpha$  sse  $BC \models \alpha$ , onde BC é a Base de Conhecimento e  $\alpha$  é uma fórmula. A prova dessa afirmação feita no sentido esquerda-direita garante a Corretude do Provador Automático de Teoremas implementado. Enquanto isso, o sentido direita-esquerda garante a Completude do mesmo. A prova de que as estruturas de controle implementadas nesta dissertação podem ser consideradas Corretas e Completas com relação à Lógica Proposicional, será apresentado como um trabalho futuro a ser desenvolvido. Por enquanto, pode-se dizer que tal equivalência se dá pela própria construção do PAT seguindo a definição da relação  $\models$ .

# CAPÍTULO

# 7

## 7 Conclusão

Devido aos requisitos de complexidade e flexibilidade necessários às redes de computadores atuais, são indispensáveis sistemas de gerência de redes mais eficientes e flexíveis. Tais sistemas devem ser capazes de tratar de forma inteligente todas as situações previsíveis de degradação do desempenho da rede e das aplicações por eles gerenciados.

Este trabalho teve por objetivo descrever o projeto de um sistema de gerenciamento distribuído, na área de desempenho, com suporte à distribuição através da tecnologia CORBA, fazendo uso de técnicas da Lógica Difusa como metodologia para a análise dos dados monitorados, ao longo de uma rede local, em uma abordagem pró-ativa.

Essa abordagem pró-ativa caracteriza-se pelo fato do agente reconhecer um problema, utilizando técnicas da lógica difusa, sobre a fase de análise dos dados. O Modelo apresentado tem a capacidade de tomar atitudes pró-ativas, para solucionar problemas em redes de computadores, configurando uma aplicação de gerenciamento, para a prevenção desses problemas, facilitando o processo de avaliação e diagnose da rede monitorada.

A Lógica Difusa é abordada, quando o conhecimento é impreciso, sendo útil na tomada de decisões, levando a exploração de métodos, que permitam representar e manipular imprecisões de maneira formal. A determinação da função de pertinência de um conjunto difuso qualquer é de natureza subjetiva e, geralmente, dependente do contexto no qual está inserido. Contudo, essa determinação não é arbitrária, visto que a função de pertinência tem que ser consistente com o perfil de comportamento dos valores monitorados. O emprego da lógica difusa, neste trabalho, "facilita a descrição do estado" em que a rede se encontra, pelo uso de termos lingüísticos, modelados de forma automática, através de variáveis lingüísticas utilizadas pelo administrador.

Os conjuntos difusos constituem uma fonte de abstração matemática bastante adequada para a representação de conceitos, cuja fonte de imprecisão advém da ausência de limites de abrangência bem definidos, ao invés, por exemplo, de fenômenos estatísticos. Esses conjuntos viabilizam a representação e manipulação de conceitos que, como neste trabalho, não apresentam contornos bem definidos, e cuja aplicabilidade a um dado estado é sempre uma questão de gradação. Desta forma, é possível criar-se modelos computáveis para um modo de raciocínio aproximado, semelhante aos dos seres humanos, tornando acessível à máquina formas de conhecimentos que, embora sejam amplamente aplicados no cotidiano das pessoas, apresentam dificuldades para uma formalização matemática exata.

Este trabalho contribui para o gerenciamento pró-ativo de redes de computadores em quatro dimensões:

- na utilização da lógica difusa na área de gerência pró-ativo de redes de computadores;
- na proposição de um Modelo Difuso para a Gerência Pró-Ativa Distribuída, tendo sido validada para o tratamento de informações em nível de enlace e de rede;
- na modelagem de uma MIB proprietária, para permitir o acesso a valores de inferência difusa.
- na especificação da interface IDL dos módulos que compõem o ambiente para a operacionalização do modelo proposto. Isso possibilita a distribuição dos métodos e objetos fazendo uso da transparência de localização para o acesso aos objetos instanciados da MIB Difusa, ou seja, os objetos difusos podem ser instanciados em qualquer equipamento da rede corporativa;

A utilização da lógica difusa, na estimativa do estado da rede, teve como objetivo permitir uma maior expressividade dos valores monitorados na rede através de um simbolismo, que facilitasse a manipulação desses objetos gerenciados pelo administrador da rede.

O modelo proposto cobre objetos da MIB RMoN e da MIB II, tendo sido implementado apenas o módulo que caracteriza o estado global da rede através de objetos da MIB remota. A coleta desses objetos deu-se através do software *beholder*, sobre uma plataforma Sun Sparc 5.1, tendo sido coletados valores referentes a objetos que caracterizam a camada de enlace do Modelo OSI. Objetos que caracterizam a camada de aplicação não foram monitorados, porque a máquina em questão não permitia a configuração de outros

---

grupos RMoN, que não fossem aqueles configurados por *default*. Isso aconteceu porque a plataforma não possuía *community* de *read-write*.

A definição de uma MIB proprietária para permitir o acesso a valores de inferência difusa, facilitou a gerência do sistema como um todo. Para uma corporação com várias redes locais instaladas que fizesse uso do modelo proposto, bastaria ter uma MIB Difusa instanciada em um departamento gestor e todos os demais departamentos utilizariam as mesmas instâncias de objetos. Ter-se-ia então, uma uniformização de todos os processos de inferência difusa aplicados sobre todas as redes locais avaliadas.

A rede local avaliada apresentou durante todo o período de monitoramento comportamento normal e estável, em vista do baixo fluxo de tráfego da rede. Simulações foram feitas como forma de verificar o disparo de ações de correção do sistema implementado e, sobre essas simulações, pode-se verificar a solicitação do sistema para uma tomada de ação do administrador sobre qualquer tráfego monitorado.

## 7.1 Trabalhos Futuros

Atualmente, os esforços são voltados principalmente para a tarefa de gerenciamento de redes, porém também é importante o gerenciamento dos sistemas conectados a essas redes. Experiências mostram que, sem um perfeito funcionamento das aplicações suportadas pela rede, o gerenciamento pró-ativo fica incompleto. Krupczak, em [Krupczak95a] e [Krupczak95b], tem realizado esforços no sentido de possibilitar um método consistente, para o gerenciamento dos recursos do sistemas e das aplicações críticas. Neste contexto, este trabalho define um modelo que possibilita o tratamento de dados de monitoramento da rede e das aplicações por ela suportadas.

Simulações e testes apenas encontram erros, mas não provam a corretude do sistema. Para garantir a validação do modelo para casos além daqueles aplicados nos testes, técnicas de especificação formal devem ser adotadas. Portanto, uma outra forma de aprimorar ainda mais o trabalho feito, ao longo desta dissertação é a especificação do modelo proposto utilizando tais técnicas.

Um outro complemento que pode ser dado ao trabalho, é a implementação do módulo de gerenciamento pró-ativo pontual, tornando assim o sistema completo no tocante à verificação, uma a uma, das máquinas em questão.

## Referências Bibliográficas

- [3COM97] 3COM Corporation. "*RMON Methodology*". <http://www.3com.com/nsc/500251.html>.
- [Artola96] ARTOLA, Esmilda Sáenz. "Olho Vivo: Sistema Especialista para Gerência Pró-Ativa Remota". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Janeiro, 1996.
- [Baldwin79] Baldwin, J. F. "*A new approach to approximate reasoning using a fuzzy logic, Fuzzy Sets and Systems*", 2, 309-325, in [Zimmermann91], 1979.
- [Belchior97] Belchior, A. D. "Um Modelo Fuzzy para avaliação da qualidade de software". Tese de Doutorado submetida à pós-graduação de engenharia da UFRJ. Rio de Janeiro. Maio. 1997.
- [Bellmann73] Bellmann, R. E., Giertz, M. "*On the analytic formalism of theory of fuzzy set*". Information Science, 5, 149-157, in [Sdorra93], 1973.
- [Bosack88] Bosack, L. e Hedrick, C. "*Bridges and Routers, observations, comparisons and choosing problems in Large LANs*". IEEE Network Magazine. Vol. 2. January, 1988, pp. 49-56.
- [Bussmann96] Luís A. S. Bussmann, Roberto A. Wenzel. "Mecanismos de comunicação em Sistemas Distribuídos". CEFET-PR. 1996.
- [Bussmann98] Bussmann, Luís Alberto Scandelari. "Uma Arquitetura para Gerência de Sistemas Corporativos". Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR, março, 1998.
- [BTNG94] DNPAP Group. "*BTNG - Beholder - The Next Generation*". <ftp://dnpap.et.tudelft.nl/pub/btng>.
- [Carvalho99a] Carvalho, E. V., "*Distributed Proactive Management Network based on Fuzzy Logic*", International Conference on Telecommunication - ICT'99, 15 a 18 de junho de 1999, Vol. 2, pp. 308-312, Cheju, Coréia do Sul.
- [Carvalho99b] Carvalho, E. V., "*Gerenciamento Pró-Ativo Distribuído baseado em Lógica Difusa*", 25 a 28 de maio de 1998, XVII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores - SBRC'99, pp. 649-664, Salvador, Brasil. Universidade Federal da Bahia – UFBA.
- [Carvalho99c] Carvalho, E. V., "*An Network Management Application using Fuzzy Logic*", NIS International Journal, Vol. 2, No. 3, May 1999, Editions Hermes, Paris, France.
- [Cesar98] Cesar, Cecília A. Castro. "Um Sistema Especialista para a Gerência Pró-Ativa de Redes de Computadores". Dissertação de Mestrado. ITA - Instituto Tecnológico da Aeronáutica. São José dos Campos - SP, 1998.

- [Cherkaoui98] Cherkaoui, O., Hillaire, Y. S., Mili, H. "*Towards a modular and interoperable SNMPv3*". Université du Québec à Montréal. NOMS'98, pág. 391-394, 1998.
- [Corba95] Object Management Group. "*The Common Object Request Broker: Architecture and Specification*". John Wiley & Sons. New York. 1995.
- [Dalen94] Dalen, D. van, "Logic and Structure", Springer-Verlag, September, 1994.
- [Dini96] Dini, Petre, Bochmann, Gregor v., Koch, Thomas & Krämer, Bernd, "*Agent based Management of Distributed Systems with Variable Polling Frequency Policies*", IEEE Second International Workshop on Systems Management, Toronto - Canada, 19-21 June, 1996.
- [DMTF96] "*Desktop Management Task Force, Desktop Management Interface Specification – Version 2.0*", Hillsbore – OR, 1996.
- [Dogac98] Dogac, A., Dengi, C. and Özsu, T. "*Distributed Object Computing Platforms*" in Communications of the ACM. Vol. 41. USA. pp. 95-103. 1998.
- [Dubois80] Didier Dubois e Henri Prade; "*Fuzzy Sets and Systems, Theory and Applications*". Academic Press. Orlando. 1980.
- [Dubois91] Dubois, D., Prade, H. "*Fuzzy sets in approximate reasoning, Part 1: Inference with possibility distributions, Fuzzy Sets and Systems*", IFSA, Special Memorial Volume: 25 years of fuzzy sets, North-Holland – Amsterdam, 1991.
- [Edwards95] Edwards, N. "*CORBA - An Industrial Approach to Open Distributed Computing*", Draft for inclusion in Open Distributed Systems", July 28, 1995.
- [Enderton72] Enderton, H. B., "A Mathematical Introduction to Logic", Academic Pr, April, 1972.
- [Engel 98] Engel, Fred. "*Application Behavior and Statistics via RMON2*". In Proc of the Third IEEE International Workshop on Systems Management. New Port, Rhode Island, April 22-24, 1998.
- [Feit95] Sidnie Feit. "*SNMP: A Guide to Network Management*". McGraw-Hill. 1995.
- [Ferrasa96] Ferrasa, M., Foltran, D.C., Penna, M.C. "Especificações de Gerenciamento entre Domínios:GDMO/CORBA", Relatório de Pesquisa, Projeto PLAGERE, CEFET-PR, 1996.
- [Filho98] Filho, R. H. "Um Sistema baseado em Conhecimento para Apoio à Gerência de Falhas em Redes de Computadores". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará – UFC, abril, 1998.

- [Franceschi96] DE FRANCESCHI, Analúcia Schiaffino Morales. "Aplicação de Desempenho para Validar a Gerência Pró-Ativa de Redes". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Fevereiro, 1996.
- [Freira98] Freira, Raissa Dantas. "*Um Survey sobre Aplicações de Gerência de Redes*". Relatório Técnico. RT-GRC-981. UFPB, 1998.
- [Fuhrmann90] Fuhrmann, G., "*Note on the Generality of Fuzzy Sets*", Information Sciences, 2, 143-152, 1990.
- [Gadelha99] Gadelha, J. C. "Controlador Fuzzy-Expert para Fluxo Viário". Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Ceará. Julho, 1999.
- [Gaspar98] Gaspar, L. P. "Estudo do Padrão RMoN2". Trabalho Individual. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS. 1998.
- [Genilloud96] Genilloud, Guy, "*An Analysis of the OSI Systems Management Architecture from an ODP Perspective*", IEEE Second International Workshop on Systems Management, Toronto - Canada, 19-21, June, 1996.
- [Giles76] Giles, R., "*Lukasiewicz logic and fuzzy theory*", Inter. J. Man-Mach, Stud. 8, 313-327, in [Zimmermann91].
- [Gonsalves88] Gonsalves, T. and Tobagi, F. "*On the Performance Effects of Station Locations and Access Protocol Parameters in Ethernet Networks*". IEEE Transaction on Communications, Vol. 36, No. 4, Apr. 1988, pp. 141.
- [Graham88] Ian Graham e P. L. Jones. "*Expert Systems: Knowledge, Uncertainty and Decision*". Chapman and Hall. London. 1988.
- [Gray97] John Shapley Gray, "*Interprocess Communications in UNIX: the nooks & crannies*", Prentice-Hall, 1997.
- [Gupta91] M.M. Gupta e J. Qi. "*Theory of T-norms and Fuzzy Inference Methods. Fuzzy Sets and Systems*". 40(1991). Pags. 431-450.
- [Hajek99] Hajek, P., "Metamathematics of Fuzzy Logic", Kluwer Academic Publishers, June, 1999.
- [Hsu96] Hsu, H. M., Chen, C. T., "*Aggregation of fuzzy opinions under group decision making, Fuzzy Sets and Systems*", 79, 279-285, 1996.
- [ISO/IEC 7498-4] "*Information Processing Systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 4: Management Framework*", 1989.

[ISO/IEC DIS 10040-91] "International Standards Organization / International Electrotechnical Commission. Information Technology – Open Systems Interconnection – Systems Management Overview". ISO/IEC DIS 10040, May, 1991.

[ISO/IEC DIS101654-91] International Standards Organization / International Electrotechnical Commission. Information Technology – Open Systems Interconnection – Structure of Management Information – Part 4: Guidelines for the Definition of Managed Objects. ISO/IEC DIS 10165-4, March 1991.

[Kaufmann91] Kaufmann, A., Gupta, M. M., "Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications". Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.

[Krupczak95a] Krupczak, Bobby. "Systems Management and the Internet Management Framework". ConneXions, nº 8, 1995.

[Krupczak95b] Krupczak, Cheryl. "Applicability of Host Resources MIB to Application Management". NetWorld+Interop BOF – Report to group, outubro, 1995.

[Jander93] JANDER, Mary. "Proactive LAN Management: Tools that look for Trouble to Keep LANs Out of Danger". Data Communications. Março. 1993.

[JAVA97] Cornell, G., Horstmann, C. "Core Java". SunSoft Press, 1997.

[JMAPI96] "Java Management API Architecture". <http://java.sun.com/jmapi/jmapi-arch.html>. Sun Microsystems. 1996.

[Klir95] Klir, G. J., Yuan, B., "Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications", Prentice Hall, New Jersey, 1995.

[Lee96a] Lee, H. M., "Applying fuzzy set theory to evaluate the rate of aggregative risk in software development, Fuzzy Sets and Systems", 79, 323-336, 1996.

[Lee96b] Lee, H. M., "Group decision making using fuzzy theory for evaluating the rate of aggregative risk in software development, Fuzzy Sets and Systems", 80, 261-271, 1996.

[Lento95] Lento, Luiz Otávio Botelho & Madeira, Edmundo R.M., "Um esquema para Acessar Objetos em Ambientes Distribuídos", Anais do 13º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Universidade Federal de Minas Gerais - MG, Abril, 1995.

[Lewis94] Lewis, Lundy, "A Fuzzy Logic representation of knowledge for Detecting/Correcting Network Performance Deficiencies, Network Management and Control", Vol. 2, 1994.

[M3010] CCITT. Recommendation M.3010. "Principles for a Telecommunications Management Network". Geneva. 1992.

[Marco97] Marco, A. R., Fernandez, L. F. N., Westphall, C. B., "Gerência Pró-Ativa de Redes de Computadores usando Agentes e Técnicas de Inteligência Artificial", SBRC'97 – Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Fortaleza, 1997.

[Matlack95] Matlack, Sallie S. "*Shopping for a RMON agent*". <http://pscc.dfw.ibm.com/aixtra/issues/mar95/rmon.html>.

[Munakata94] Munakata, J., Jani, Y., "*Fuzzy Systems: An Overview*", Communications of the ACM, vol. 37, no. 3, March 1994.

[Nasser94] Nasser, Dan. "*Network Optimization and TroubleShooting: Achieve Maximum Network Performance*". Indianapolis, NRP, 1994.

[Nauck92] Nauck, D., Klawonn, F., Kruse, R. "*Fuzzy Sets, Fuzzy Controllers and Neural Networks*". Scientific Journal of the Humboldt-University of Berlin, Series Medicine 41, no. 4, pp. 99-120, 1992. Disponível na página [www.....](http://www.fuzzy-intelligence.com)

[Orchard95] Orchard, R. A., *FuzzyCLIPS Version 6.04 – User's Guide*, June, 1995.

[Orfali97] Robert Orfali, Dan Harkley. "*Client/Server Programming with Java and CORBA*". John Wiley & Sons. 1997.

[Pras95] Aiko Pras. "*Network Mangement Architectures*". PhD Thesis. University of Twente. 1995. Netherlands.

[Perkins93] Perkins, David. "*Understanding SNMP MIBs*", september, 1993.

[Redlich98] Redlich, J. P., Suzuki, M. and Weinstein, S. "*Distributed Object Technology for Networking*". IEE Communications Magazine, October. 1998.

[RFC 1155] Rose, M. T., McCloghrie, K. "*Structure and identification of Management Information for TCP/IP based internets*", maio, 1990.

[RFC 1156] McCloghrie, K., Rose, M. "*Management Information Base for Network Management of TCP/IP based internets*", maio, 1990.

[RFC 1157] RFC 1157. "*A Simple Network Management Protocol (SNMP)*". Maio. 1990.

[RFC 1212] M.T. Rose, K. McCloghrie. "*Concise MIB definitions*". Mar-01-1991.

[RFC 1213] McCloghrie, K., Rose, M. "*Management Information Base for Network Management of TCP/IP based internets: MIB-II*". Março. 1991.

[RFC 1271] "*Remote Network Monitoring Management Information Base*". S. Wald-busser. Nov-01-1991. Obsoleted by RFC1757.

- [RFC 1442] J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, & S. Waldbusser. "Structure of Management Information for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2)". April 1993. Obsoleted by RFC1902.
- [RFC 1513] Waldbusser, S., "*Token Ring Extensions to the Remote Network Monitoring MIB*", September 1993, Updates 1271.
- [RFC 1757] Waldbusser, S., "*Remote Network Monitoring Management Information Base: RMON MIB*". 1995. <http://ftp.sunet.se/ftp/pub/Internet-documents/rfc>.
- [RFC 1902] J. Case, K. McCloghrie, M. Rose & S. Waldbusser. "*Structure of Management Information for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2)*". SNMPv2 Working Group, January 1996. Obsoletes RFC1442.
- [RFC 2271] Harrington, D., Presuhn, R., Wijnen, B. "*An Architecture for Describing SNMP Management Frameworks*", January 1998, Obsoletes RFC2261.
- [RFC 2272] Case, J., Harrington, D., Presuhn, R., Wijnen B. "*Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP)*". January 1998. Obsoletes RFC2262.
- [RFC 2273] Levi, D., Meyer, P., Stewart, B. "*SNMPv3 Applications*". January 1998. Obsoletes RFC2263.
- [RFC 2274] Blumenthal, U., Wijnen, B., "*User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3)*", January 1998. Obsoletes RFC2264.
- [RFC 2275] Wijnen, B., Presuhn, R., McCloghrie, K. "*View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP)*", January 1998. Obsoletes RFC2265.
- [Rocha96] ROCHA, Marco Antonio da, FERNANDEZ, Luiz Fernando Nunes, WESTPHALL, Carlos Becker. "Gerência Pró-Ativa de Redes de Computadores usando Agentes e Técnicas de Inteligência Artificial". Anais do 14º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Fortaleza, 97-117, 1996.
- [Rose91] Rose, M. T. "*The Simple Book: An Introduction of Management of TCP/IP – Based Internets*". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.
- [Rose95] Marshall T. Rose, Keith McCloghrie. "*How to Manage your Network using SNMP: the networking management praxium*". Prentice-Hall. Englewood Cliffs. 1995.
- [Rose96] Marshall T. Rose. "*The Simple Book: An Introduction to Network Management*". Revised Second Edition. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. 1996.

- [Rosenberry93] Ward Rosenberry, David Kenney, Gerry Fisher. "*Understanding DCE*". O'Reilly. USA. 1993.
- [Schneider96] Schneider, M., Kandel, A., Langholz, G., Chew, G. "*Fuzzy Expert System Tools*". John Wiley & Sons Ltda.
- [Sieg96] Jon Siegel. "*CORBA Fundamentals and Programming*". John Willey & Sons. 1996.
- [Sloman96] Sloman, Morris. "*Network and Distributed Systems Management*", Addison-Wesley, 1996.
- [Sousa95] de Sousa, Carlos Pimentel. "*Introdução à Lógica Nebulosa*". Apostila de aula, Outubro, 1995.
- [Stalling96] Stallings, William. "*SNMP, SNMPv2 and RMON*". Addison-Wesley Publishing Company, august, 1996.
- [Stalling97] Stallings, William. "*SNMP, SNMPv2 and RMON*". Addison-Wesley Publishing Company, august, 1997.
- [Stevenson95] STEVENSON, Douglas W., "*Network Management – What is and What isn't*". Whitepaper. <http://smurfland.cit.buffalo.edu/NetMan/Papers.html>, abril, 1995.
- [Soares95] Soares, L. F. G, Lemos, G., Colcher, S. "Redes de Computadores: Das LANs, MANs e WANs às Redes ATM", Segunda Edição, Editora Campus, 1995.
- [Suzuki93] Suzuki, H., "*Fuzzy sets and membership functions, Fuzzy Sets and Systems*", 58, 123-132, 1993.
- [Tanenbaum92] Tanenbaum, A. S. "*Computer Networks*". Prentice Hall, 1992.
- [Terano87] Toshiro Terano, Kiyoji Asai e Michio Sugeno. "*Fuzzy Theory and its Applications*". Academic Press, Inc. Boston. 1987.
- [Turksen91] Turksen, I. B., "*Measurement of membership functions and their acquisition, Fuzzy Sets and Systems*", IFSA, Special Memorial Volume: 25 years of fuzzy sets, North-Holland – Amsterdam, 1991.
- [Turken92] Turken, I.B. "*Fuzzy Expert Systems for IE OR MS*". Fuzzy Sets and Systems, 51 (1992). Pgs 1-27.
- [Udupa96] Divakara K. Udupa. "*Network Management Systems Essentials*". McGraw-Hill. 1996.
- [Watzko96] WATZKO-NETO, Francisco; MARTINS, Marcelo M.; MADEIRA, Edmundo R. M. "Gerenciamento de Aplicações". Position Paper publicado no 1º Workshop de Gerenciamento de Redes de Computadores, Fortaleza, 1996.

- [Watzko97] WATZKO-NETO, Francisco. "Gerenciamento Pró-Ativo: Consideração do Tráfego de Aplicações e Utilização de Séries Temporais". Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Junho, 1997.
- [Wilkinson92] S. Wilkinson and T. Capen. "Remote Control". Corporate Computing. October 1992. pp. 101-117.
- [WWW01] World Wide Web. "Overview of Fuzzy Logic". <http://www.cs.cmu.edu/Groups/AI/html/faqs/ai/fuzzy/part1>
- [WWW03] Inprise Corporation, "Visibroker - CORBA Technology from Inprise". <http://www.inprise.com/visibroker>
- [WWW04] World Wide Web. "Network Programmer's Guide and Reference". <http://scohelp.tomcat.ru:457/cgi-bin/getnav/netguide/CONTENTS.html>, 1996.
- [Yager83a] Yager, R. R., "Quantifiers in the formulation of multiple objective decision functions, *Informations Science*", 31, 107-138, 1983.
- [Yager83b] Yager, R. R., "Quantifiers propositions in a linguistic logic", *Internat. J. Man-Machine Stud.* 19, 195-227, in [Zacprzyk92], 1983.
- [Yager91] Yager, R. R., "Connectives and quantifiers in fuzzy sets, *Fuzzy Sets and Systems*", IFSA, Special Memorial Volume: 25 years of fuzzy sets, North-Holland - Amsterdam, 1991.
- [Zadeh65] Zadeh, L. A.. "Fuzzy Sets, *Information and Control*", 8, 1965, 338-353.
- [Zadeh77] Zadeh, L. A., "A theory of approximate reasoning", Memorandum no. UCB/ERLM 77/58, in [Turksen91], 1977.
- [Zadeh78] Zadeh, L. A. "Fuzzy Sets as Basis for Theory of Possibility". *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. 1. pp. 3-28.
- [Zadeh88] Zadeh, L. A., "Fuzzy Logic", *IEEE Transaction Comput.* 35, in [Turken91], 1988.
- [Zadeh94] Zadeh, L. A., "Fuzzy Logic, Neural Networks and Soft Computing, *Communications of the ACM*", march 1994, vol. 37, n<sup>o</sup> 3, pgs. 77-84.
- [Zimmermann91] Zimmermann, H. J., "Fuzzy Set Theory and Its Applications", Kluwer Boston, 2<sup>nd</sup> revised edition, 1991.

## Apêndice A

### MIB DIFUSA

Este anexo apresenta a descrição da MIB DIFUSA, que está de acordo com a *Structure of Management Information - SMIV1*. Esta MIB contém as informações necessárias para a inferência difusa presente no Módulo Global e no Módulo Pontual.

```
FUZZY-REMOTE-MIB DEFINITIONS ::= BEGIN
IMPORTS
    NetworkAddress,
    IPAddress,
    Counter,
    Gauge,
    TimeTicks
    OBJECT-TYPE
        FROM RFC1155-SMI
        FROM RFC-1212;

-- This MIB module uses the extended OBJECT-TYPE macro as
-- defined in [14];

FuzzyMon-1    OBJECT IDENTIFIER ::= {enterprises 1}

-- textual conventions
DisplayString ::=
    OCTET STRING
-- This data type is used to model textual information taken
-- from the NVT ASCII character set.  By convention, objects
-- with this syntax are declared as having
--
--    (SIZE (0..255))

PhysAddress ::=
    OCTET STRING
-- This data type is used to model media addresses.  For many
-- types of media, this will be in a binary representation.
-- For example, an ethernet address would be represented as
-- a string of 6 octets.

-- groups in FuzzyMon-1
Fhost        OBJECT IDENTIFIER ::= { FuzzyMon-1 1 }
Ffuzzy       OBJECT IDENTIFIER ::= { FuzzyMon-1 2 }
Fbc          OBJECT IDENTIFIER ::= { FuzzyMon-1 3 }

-- the Fhost group
-- Implementation of the Fhost group is mandatory for all
-- systems.  If an agent is not configured to have a value
-- for any of these variables, a string of length 0 is
-- returned.

FhostNumber OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DEFVAL  0
```

```

DESCRIPTION
    "Um numero inteiro que descreve quantos hosts estao
    catalogados na interface."
 ::= { Fhost 1 }

-- the Host table

-- A tabela Host contem informacoes de gerenciamento cataloga-
das -- dos hosts da rede.
-- Tais informacoes caracterizam a configuracao da rede sobre o
-- plano de gerencia.

FhostTable OBJECT-TYPE
    SYNTAX SEQUENCE OF FhostEntry
    ACCESS not-accessible
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma lista dos hosts com suas respectivas informacoes
        de gerencia."
    ::= { Fhost 2 }

FhostEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX FhostEntry
    ACCESS not-accessible
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma entrada de host contendo informacoes de gerenci-
        amento."
    INDEX { FhostIP }
    ::= { FhostTable 1 }

FhostEntry ::=
    SEQUENCE {
        FhostIP
        PhysAddress,
        FhostRFCMib
        INTEGER,
    }

FhostIP OBJECT-TYPE
    SYNTAX PhysAddress
    ACCESS read-write
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Endereco IP de uma maquina com plataforma de ge-
        rencia."
    ::= { FhostEntry 1 }

FhostRFCMib OBJECT-TYPE
    SYNTAX INTEGER
    ACCESS read-only
    STATUS mandatory
    DEFVAL 0
    DESCRIPTION
        "Este objeto informa sobre quais MIBs a inferencia
        difusa deve atuar para um dispositivo particular.
        As especificacoes de MIB abaixo sao calculadas de
        forma que a soma aritmetica
        informa quais RFCs estao presentes.

```

```

        {
            none(1),          -- none of the following
            RFC1213-MIB(2),
            RFC1271-MIB(4),
            RFC1315-FRAME(8),
            RFC1575-MIB(16),
            TOKEN-RING-RMON-MIB(32),
            FUZZY-REMOTE-MIB(64),
        }"
 ::= { FhostEntry 2 }

-- the Ffuzzy group
-- A implementação do Ffuzzy trata de armazenar informações
-- sobre todas as variáveis
-- difusas catalogadas.
-- E este grupo que caracteriza a baseline da rede.

FfuzzyNumber OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DEFVAL  0
    DESCRIPTION
        "Informa o numero de variaveis linguisticas cataloga-
        das."
    ::= { Ffuzzy 1 }

-- the FVarLing table
-- A tabela FVarLing contém informações de cada variável
-- lingüística em particular.

FVarLingTable OBJECT-TYPE
    SYNTAX  SEQUENCE OF FVarLingEntry
    ACCESS  not-accessible
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma lista das variaveis linguisticas possiveis de
        serem monitoradas."
    ::= { Ffuzzy 2 }

FVarLingEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX  FVarLingEntry
    ACCESS  not-accessible
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma entrada contendo informacoes de uma particu-
        lar variavel linguistica."
    INDEX   { FVarLingNumber }
    ::= { FVarLingTable 1 }

FVarLingEntry ::=
    SEQUENCE {
        FVarLingNumber
            INTEGER,
        FVarLingName
            DisplayString,
        FVarLingIfNumber
            INTEGER,

```

```

        FVarLingTermNumber
            INTEGER,
    }

FVarLingNumber OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Ordem da Variavel Linguistica Difusa catalogada."
    ::= { FVarLingEntry 1 }

FVarLingName OBJECT-TYPE
    SYNTAX  DisplayString (SIZE (0..255))
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Nome da Variavel Linguistica Difusa envolvimento
        no gerenciamento."
    ::= { FVarLingEntry 2 }

FVarLingIfNumber OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DEFVAL  0
    DESCRIPTION
        "Valor inteiro referente a uma das seguintes inter-
        faces.
        {
            fisica, enlace e rede (1),
            aplicacao(2),
        }
        enquadrada nesta Variavel Linguistica."
    ::= { FVarLingEntry 3 }

FVarLingTermNumber OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DEFVAL  3
    DESCRIPTION
        "Informa o numero do termos linguisticos associa-
        dos a uma variavel linguistica particular."
    ::= { FVarLingEntry 4 }

-- A implementação da tabela FTermLing trata de armazenar
-- informações sobre todos os termos Lingüísticos catalogados
-- para todas as variáveis lingüísticas.

FTermLingTable OBJECT-TYPE
    SYNTAX  SEQUENCE OF FTermLingEntry
    ACCESS  not-accessible
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma lista de todos os termos linguisticos para as
        varias Variaveis Linguisticas."
    ::= { Ffuzzy 3 }

```

```

FTermLingEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX FTermLingEntry
    ACCESS not-accessible
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma entrada de host contendo informacoes de ge-
        renciamento."
    INDEX { FTermLingVar, FTermLingName }
    ::= { FTermLingTable 1 }

FTermLingEntry ::=
    SEQUENCE {
        FTermLingVar
            INTEGER,
        FTermLingName
            DisplayString,
        FTermLingLimits
            DisplayString,
        FTermLingHeights
            DisplayString,
    }

FTermLingVar OBJECT-TYPE
    SYNTAX OBJECT IDENTIFIER
    ACCESS read-write
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Referencia uma variavel linguistica presente na
        tabela FVarLing."
    ::= { FTermLingEntry 1 }

FTermLingName OBJECT-TYPE
    SYNTAX DisplayString (SIZE (0..255))
    ACCESS read-write
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Nome do termo lingüístico."
    ::= { FTermLingEntry 2 }

FTermLingLimits OBJECT-TYPE
    SYNTAX DisplayString (SIZE (0..255))
    ACCESS read-write
    STATUS mandatory
    DEFVAL 0
    DESCRIPTION
        "Todos os limites do termo difuso associado. A
        sintaxe para o preenchimento deste objeto eh:
        <termo1>[;<termo2>][;<termo3>]..."
    ::= { FTermLingEntry 3 }

FTermLingHeights OBJECT-TYPE
    SYNTAX DisplayString (SIZE (0..255))
    ACCESS read-write
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Valores reais armazenados em um objeto do tipo
        DisplayString. Este objeto eh referente a altura
        dos termos difusos encontrado no objeto FTermLin-
        gLimits. A sintaxe de preenchimento deste objeto eh

```

```

        similar a do objeto FTermLingLimits: <height1>[;<height2>][;<height3>]..."
 ::= { FTermLingEntry 4 }

-- the Fbc group
-- Implementation of the Fbc group is mandatory for all
-- systems. If an agent is not configured to have a value
-- for any of these variables, a string of length 0 is
-- returned.

FbcBlockNumbers OBJECT-TYPE
    SYNTAX    INTEGER
    ACCESS    read-write
    STATUS    mandatory
    DESCRIPTION
        "Numero de Blocos presentes nesta base de conhecimento."
    ::= { Fbc 1 }

-- the FblockTable table
-- A tabela Fblock contem as Regras de Conhecimento Difusa sobre -- o gerenciamento dos hosts da rede.
-- Tais informações caracterizam a configuração da rede sobre o
-- plano de gerência.

FblockTable OBJECT-TYPE
    SYNTAX    SEQUENCE OF FblockEntry
    ACCESS    not-accessible
    STATUS    mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma lista dos blocos que são utilizados na inferência."
    ::= { Fbc 2 }

FblockEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX    FblockEntry
    ACCESS    not-accessible
    STATUS    mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma entrada de um bloco que é utilizado na inferência."
    INDEX    { FblockNumber }
    ::= { FblockTable 1 }

FblockEntry ::=
    SEQUENCE {
        FblockNumber
            INTEGER,
        FblockRFCMib
            INTEGER,
        FblockWeight
            INTEGER,
        FblockFuzzyClips
            INTEGER,
        FblockRuleNumbers
            INTEGER,
        FblockVarEntry
            INTEGER,
    }

```

```

        FblockVarExit
            INTEGER,
    }

FblockNumber OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Valor inteiro referente a ordem do bloco na tabela."
    ::= { FblockEntry 1 }

FblockRFCMib OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-only
    STATUS  mandatory
    DEFVAL  0
    DESCRIPTION
        "Valor inteiro referente as especificações de MIB apresentadas na variável FhostrFCMib."
    ::= { FblockEntry 2 }

FblockWeight OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Valor INTEGER(0..100) cuja divisão por 100 refere-se ao peso do bloco junto ao conjunto."
    ::= { FblockEntry 3 }

FblockFuzzyClips OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Valor 0(zero) se as regras não forem difusas e valor 1(um) se as regras forem difusas."
    ::= { FblockEntry 4 }

FblockRuleNumbers OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Número de regras catalogadas para cada bloco. Esta variável é importante pois, caso o bloco não seja difuso ele só terá uma regra"
    ::= { FblockEntry 5 }

FblockVarEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Número de variáveis de entrada do bloco."
    ::= { FblockEntry 6 }

```

```

FblockVarExit OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Número de variáveis de saída do bloco. O default é
        1(um)."
```

```

 ::= { FblockEntry 7 }
```

```

-- A implementação da tabela Frule trata de armazenar informações
-- sobre as operações das regras catalogadas dentro de um Bloco da
-- Base de Conhecimentos.
```

```

FruleTable OBJECT-TYPE
    SYNTAX  SEQUENCE OF FruleEntry
    ACCESS  not-accessible
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "As operações das premissas das regras que são uti-
        lizados no respectivo bloco em questão."
```

```

 ::= { Fbc 3 }
```

```

FruleEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX  FruleEntry
    ACCESS  not-accessible
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma entrada de uma regra que é utilizado em um
        bloco."
```

```

 INDEX    { FruleBlockNumber, FruleNumber }
 ::= { FruleTable 1 }
```

```

FruleEntry ::=
    SEQUENCE {
        FruleBlockNumber
            INTEGER,
        FruleNumber
            INTEGER,
        FruleOperationEntry
            INTEGER,
        FruleOperationExit
            INTEGER,
    }
```

```

FruleBlockNumber OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Valor de FBlockNumber indicando o bloco ao qual
        esta regra pertence."
```

```

 ::= { FruleEntry 1 }
```

```

FruleNumber OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
```

```

        "Valor inteiro referente à ordem da regra no conjunto de todas as regras pertencentes a um bloco."
 ::= { FruleEntry 2 }

FruleOperationEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX INTEGER
    ACCESS read-write
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Flag que indica a operação (difusa ou não) aplicada sobre dois ou mais operandos de entrada.
         Se 0(zero) = nenhuma operação;
         Se 1(um) = AND;
         Se 2(dois) = OR;
         Se 3(tres) = NOT."
 ::= { FruleEntry 3 }

FruleOperationExit OBJECT-TYPE
    SYNTAX INTEGER
    ACCESS read-write
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Flag que indica a operação (difusa ou não) aplicada sobre dois ou mais operandos de saída.
         Se 0(zero) = nenhuma operacao;
         Se 1(um) = AND;
         Se 2(dois) = OR;
         Se 3(três) = NOT."
 ::= { FruleEntry 4 }

-- A implementação da tabela Fpremissa trata de armazenar
-- informações sobre todas as premissas das regras catalogadas
-- dentro de um Bloco da Base de Conhecimentos.

FpremissaTable OBJECT-TYPE
    SYNTAX SEQUENCE OF FpremissaEntry
    ACCESS not-accessible
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma lista das regras que são utilizados no respectivo bloco em questão."
 ::= { Fbc 4 }

FpremissaEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX FpremissaEntry
    ACCESS not-accessible
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma entrada de uma regra que é utilizado em um bloco."
    INDEX { FpremissaBlock, FpremissaRule, FpremissaNumber }
 ::= { FpremissaTable 1 }

FpremissaEntry ::=
    SEQUENCE {
        FpremissaBlock
            INTEGER,
        FpremissaRule
            INTEGER,

```

```

        FpremiseNumber
            INTEGER,
        FpremiseValue
            OBJECT IDENTIFIER,
    }

FpremiseBlock OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "OID de FblockNumber indicando o bloco ao qual esta
        regra pertence."
    ::= { FpremiseEntry 1 }

FpremiseRule OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Valor inteiro referente a ordem da regra no conjunto
        de todas as regras pertencentes a um bloco."
    ::= { FpremiseEntry 2 }

FpremiseNumber OBJECT-TYPE
    SYNTAX  INTEGER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Valor inteiro referente a ordem da premissa no con-
        junto de entradas da regra."
    ::= { FpremiseEntry 3 }

FpremiseValue OBJECT-TYPE
    SYNTAX  OBJECT IDENTIFIER
    ACCESS  read-write
    STATUS  mandatory
    DEFVAL  0
    DESCRIPTION
        "OID de FtermLingLimits, referente ao par ordenado
        (VarLing, TermLing) para a entrada de cada regra."
    ::= { FpremiseEntry 4 }

-- A implementação da tabela Fconclusion trata de armazenar
-- informações sobre todas as variáveis conclusivas das regras
-- catalogadas dentro de um Bloco da Base de Conhecimentos.

FconclusionTable OBJECT-TYPE
    SYNTAX  SEQUENCE OF FconclusionEntry
    ACCESS  not-accessible
    STATUS  mandatory
    DESCRIPTION
        "Uma lista das conclusões das regras que são utiliza-
        dos no respectivo bloco em questão."
    ::= { Fbc 5 }

FconclusionEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX  FconclusionEntry

```

```

ACCESS  not-accessible
STATUS  mandatory
DESCRIPTION
    "Uma saída de uma regra que é utilizado em um blo-
    co."
INDEX   { FconclusionBlockNumber, FconclusionRuleNumber,
          FconclusionNumber }
::= { FconclusionTable 1 }

FconclusionEntry ::=
SEQUENCE {
    FconclusionBlockNumber
        INTEGER,
    FconclusionRuleNumber
        INTEGER,
    FconclusionNumber
        INTEGER,
    FconclusionValue
        OBJECT IDENTIFIER,
}

FconclusionBlockNumber OBJECT-TYPE
SYNTAX  INTEGER
ACCESS  read-write
STATUS  mandatory
DESCRIPTION
    "Valor inteiro referente a ordem do bloco no conjunto
    de todos os blocos."
::= { FconclusionEntry 1 }

FconclusionRuleNumber OBJECT-TYPE
SYNTAX  INTEGER
ACCESS  read-write
STATUS  mandatory
DESCRIPTION
    "Valor inteiro referente a ordem da regra no conjunto
    de todas as regras de um bloco."
::= { FconclusionEntry 2 }

FconclusionNumber OBJECT-TYPE
SYNTAX  INTEGER
ACCESS  read-write
STATUS  mandatory
DESCRIPTION
    "Valor inteiro referente a ordem da conclusão no con-
    junto de saídas da regra."
::= { FconclusionEntry 3 }

FconclusionValue OBJECT-TYPE
SYNTAX  OBJECT IDENTIFIER
ACCESS  read-write
STATUS  mandatory
DESCRIPTION
    "Valor do objeto FtermLingLimits, referente ao par
    ordenado (VarLing, TermLing) para a saída de cada re-
    gra."
::= { FconclusionEntry 4 }
END

```

# Apêndice B

## Instâncias dos Objetos da MIB Difusa

.1.3.6.1.4.1.1.1.1.0 FhostNumber 2 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.1.2.1.1.1 FhostIP 200.129.0.41 PhysAddress  
.1.3.6.1.4.1.1.1.2.1.1.2 FhostIP 200.129.0.43 PhysAddress

.1.3.6.1.4.1.1.1.2.1.1.200.129.0.41 FhostRFCMib 82 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.1.2.1.1.200.129.0.43 FhostRFCMib 82 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.2.1.0 FfuzzyNumber 11 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.1 FvarLingNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.2 FvarLingNumber 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.3 FvarLingNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.4 FvarLingNumber 4 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.5 FvarLingNumber 5 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.6 FvarLingNumber 6 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.7 FvarLingNumber 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.8 FvarLingNumber 8 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.9 FvarLingNumber 9 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.10 FvarLingNumber 10 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.11 FvarLingNumber 11 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.1 FvarLingName Utilizacao\_da\_Rede DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.2 FvarLingName Broadcast DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.3 FvarLingName DropEvents DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.4 FvarLingName JabbersPkts DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.5 FvarLingName FragmentPkts DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.6 FvarLingName OversizePkts DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.7 FvarLingName UndersizePkts DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.8 FvarLingName CRCAlignErrors DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.9 FvarLingName Multicast DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.10 FvarLingName Colision DisplayString  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.2.11 FvarLingName Situacao\_da\_Rede DisplayString

.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.1 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.2 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.3 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.4 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.5 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.6 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.7 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.8 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.9 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.10 FvarLingIfNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.3.11 FvarLingIfNumber 1 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.1 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.2 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.3 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.4 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.5 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.6 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.7 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.8 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.9 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.10 FvarLingTermNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.4.11 FvarLingTermNumber 3 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.2.3.1.1.1 FtermLingVar .1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.1 OBJECT\_IDENTIFIER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.3.1.1.2 FtermLingVar .1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.2 OBJECT\_IDENTIFIER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.3.1.1.3 FtermLingVar .1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.3 OBJECT\_IDENTIFIER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.3.1.1.4 FtermLingVar .1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.4 OBJECT\_IDENTIFIER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.3.1.1.5 FtermLingVar .1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.5 OBJECT\_IDENTIFIER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.3.1.1.6 FtermLingVar .1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.6 OBJECT\_IDENTIFIER  
.1.3.6.1.4.1.1.2.3.1.1.7 FtermLingVar .1.3.6.1.4.1.1.2.2.1.1.7 OBJECT\_IDENTIFIER



.1.3.6.1.4.1.1.3.1.0 FbcBlockNumbers 9 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.1.1 FblockNumber 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.1.2 FblockNumber 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.1.3 FblockNumber 3 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.1.4 FblockNumber 4 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.1.5 FblockNumber 5 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.1.6 FblockNumber 6 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.1.7 FblockNumber 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.1.8 FblockNumber 8 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.1.9 FblockNumber 9 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.2.1 FblockRFCMib 16 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.2.2 FblockRFCMib 16 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.2.3 FblockRFCMib 16 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.2.4 FblockRFCMib 16 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.2.5 FblockRFCMib 16 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.2.6 FblockRFCMib 16 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.2.7 FblockRFCMib 16 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.2.8 FblockRFCMib 16 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.2.9 FblockRFCMib 16 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.3.1 FblockWeight 100 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.3.2 FblockWeight 100 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.3.3 FblockWeight 100 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.3.4 FblockWeight 100 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.3.5 FblockWeight 100 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.3.6 FblockWeight 100 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.3.7 FblockWeight 100 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.3.8 FblockWeight 100 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.3.9 FblockWeight 100 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.4.1 FblockFuzzyClips 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.4.2 FblockFuzzyClips 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.4.3 FblockFuzzyClips 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.4.4 FblockFuzzyClips 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.4.5 FblockFuzzyClips 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.4.6 FblockFuzzyClips 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.4.7 FblockFuzzyClips 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.4.8 FblockFuzzyClips 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.4.9 FblockFuzzyClips 1 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.5.1 FblockRuleNumbers 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.5.2 FblockRuleNumbers 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.5.3 FblockRuleNumbers 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.5.4 FblockRuleNumbers 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.5.5 FblockRuleNumbers 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.5.6 FblockRuleNumbers 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.5.7 FblockRuleNumbers 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.5.8 FblockRuleNumbers 7 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.5.9 FblockRuleNumbers 7 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.6.1 FblockVarEntry 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.6.2 FblockVarEntry 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.6.3 FblockVarEntry 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.6.4 FblockVarEntry 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.6.5 FblockVarEntry 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.6.6 FblockVarEntry 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.6.7 FblockVarEntry 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.6.8 FblockVarEntry 2 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.6.9 FblockVarEntry 2 INTEGER

.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.7.1 FblockVarExit 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.7.2 FblockVarExit 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.7.3 FblockVarExit 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.7.4 FblockVarExit 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.7.5 FblockVarExit 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.7.6 FblockVarExit 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.7.7 FblockVarExit 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.7.8 FblockVarExit 1 INTEGER  
.1.3.6.1.4.1.1.3.2.1.7.9 FblockVarExit 1 INTEGER











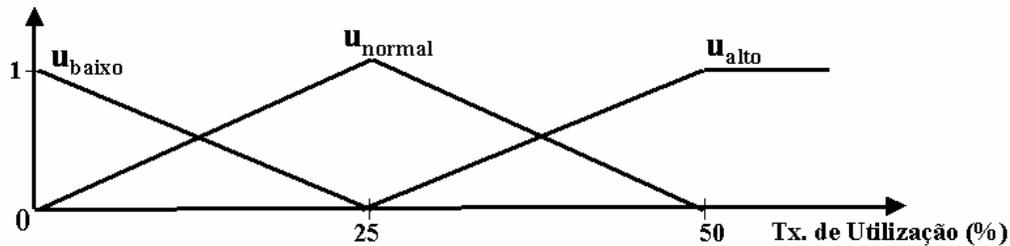


## Apêndice C

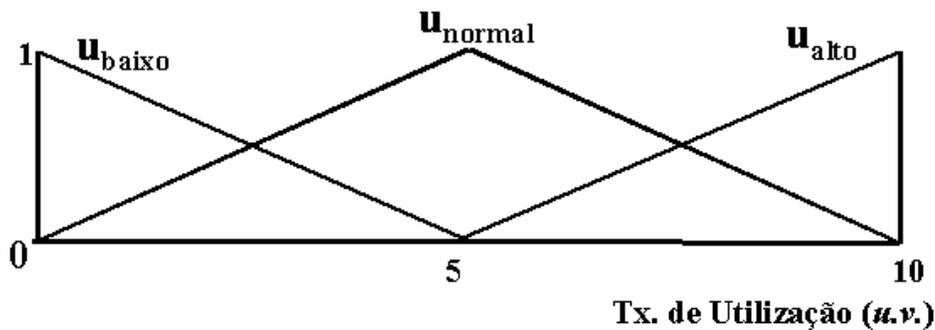
Neste apêndice, são apresentadas todas as variáveis lingüísticas dos nove controladores difusos usados para o processo de verificação do comportamento global da rede.

Dentre os objetivos propostos para a realização desta dissertação, um deles trata da necessidade de descobrir meios, para que o processo de gerência de redes tenha uma expressividade humana mais lingüística. Como forma de tornar isso possível, todos os objetos gerenciados, que foram utilizados nesta dissertação, possuem seus valores mapeados para o intervalo  $[0,10]$ . Isso acontece porque esta é uma escala de fácil legibilidade, sendo empregado em inúmeros processos de avaliação.

A Variável Lingüística, apresentada logo a seguir, representa a Taxa de Utilização da Rede em uma escala percentual da largura de banda do segmento de rede. O valor limite para "alto" foi obtido a partir de observações estudadas em dissertações anteriores, como [Artola96] e [Cesar98].



Os valores do universo de discurso das variáveis foram mapeados para o intervalo  $[0, 10]$ , conforme comentado anteriormente. O gráfico abaixo apresenta a Taxa de Utilização da Rede expressa agora em unidades de valor ( $uv$ ).

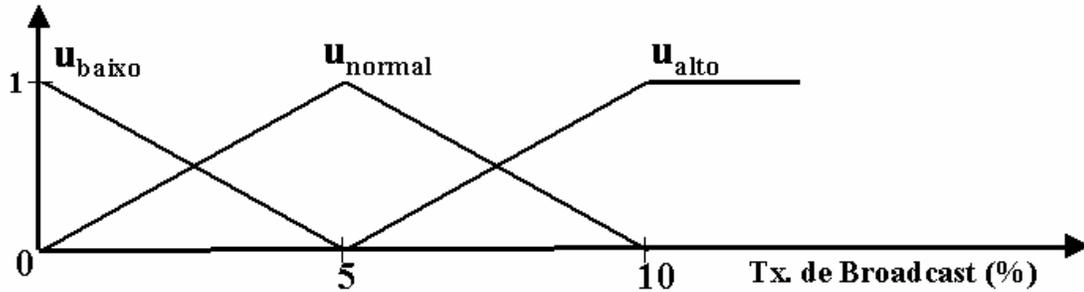


O mapeamento da Taxa de Utilização de percentual para  $u.v.$ , esta representado na tabela abaixo.

Mapeamento			
Valor real (%)	0	25	$\geq 50$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

As demais Variáveis Linguísticas são apresentadas em taxas percentuais junto à Tabela de Mapeamento, que as enquadra em uma medida de *unidade de valor*. O gráfico dessas variáveis em unidades de valor não é apresentado por serem todos iguais.

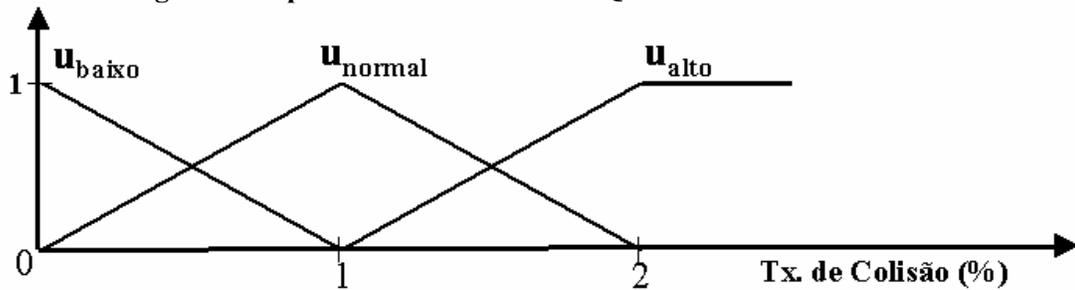
Variável Linguística representativa da Taxa de Quadros *Broadcast* que trafegam pelo segmento ethernet 10BaseT:



Mapeamento

Valor real (%)	0	5	$\geq 10$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

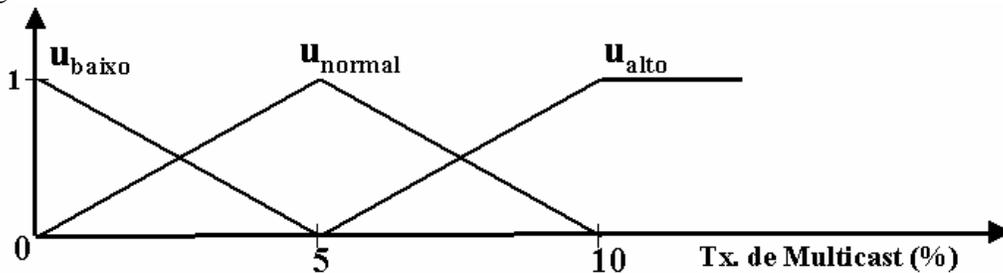
Variável Linguística representativa da Taxa de Quadros Colididos:



Mapeamento

Valor real (%)	0	1	$\geq 2$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

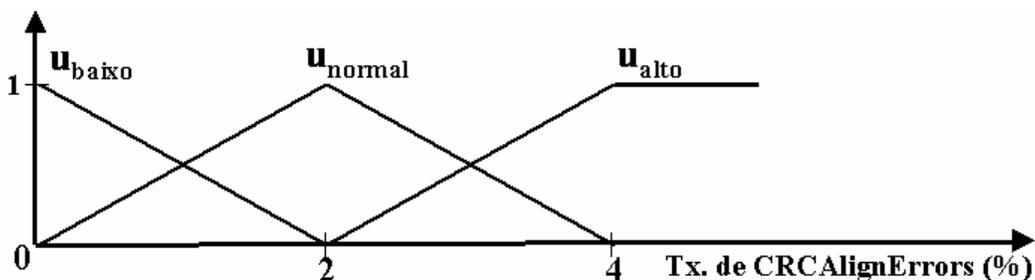
Variável Linguística representativa da Taxa de Quadros *Multicast* que trafegam sobre a rede:



Mapeamento

Valor real (%)	0	5	$\geq 10$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

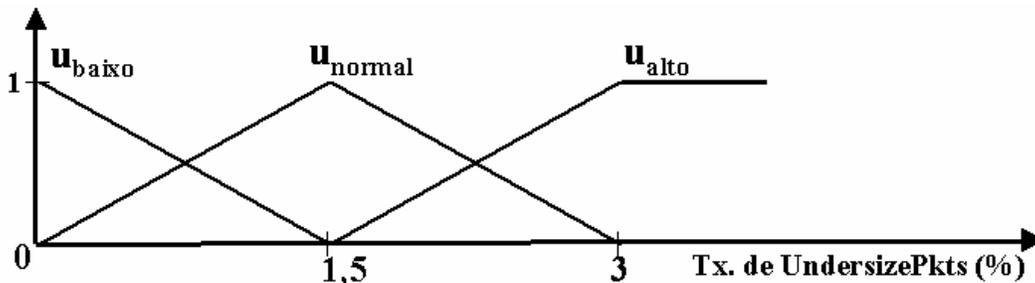
Variável Lingüística representativa da Taxa de Quadros com erro de CRC ou de alinhamento:



Mapeamento

Valor real (%)	0	2	$\geq 4$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

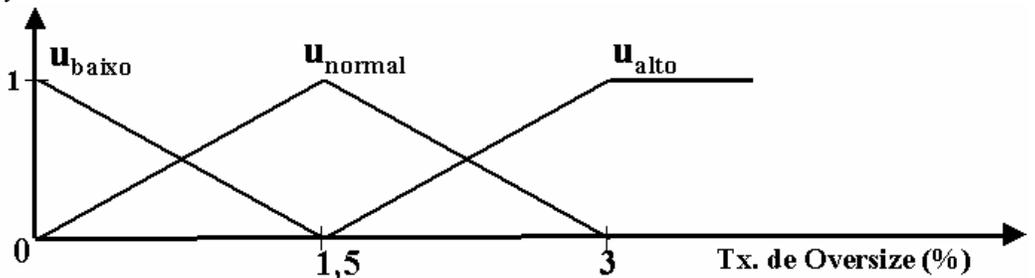
Variável Lingüística representativa da Taxa de Quadros menores que 64 bytes:



Mapeamento

Valor real (%)	0	1,5	$\geq 3$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

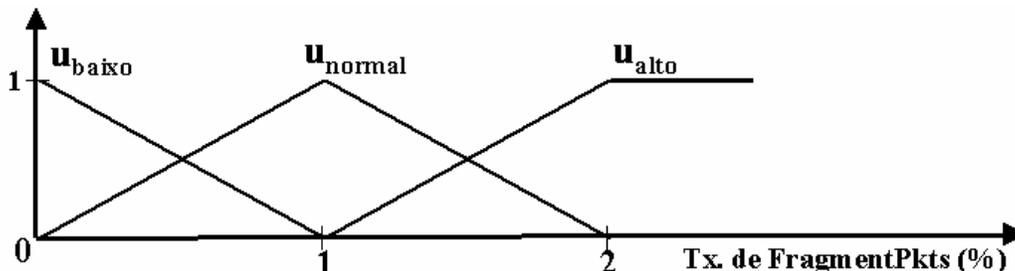
Variável Lingüística representativa da Taxa de Quadros maiores que 1518 bytes:



Mapeamento

Valor real (%)	0	1,5	$\geq 3$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

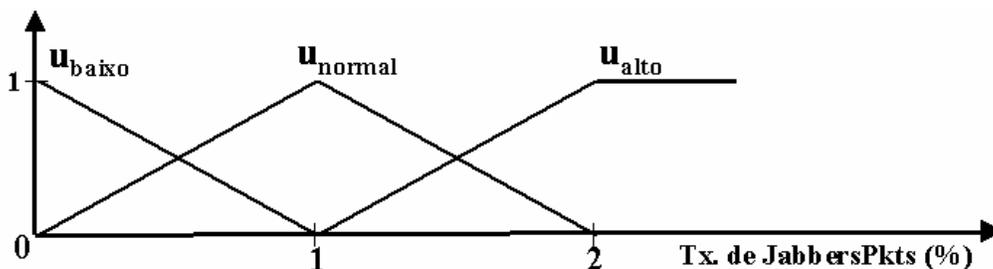
Variável Lingüística representativa da Taxa de Quadros menores que 64 bytes com erro de CRC ou de Alinhamento:



Mapeamento

Valor real (%)	0	1	$\geq 2$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

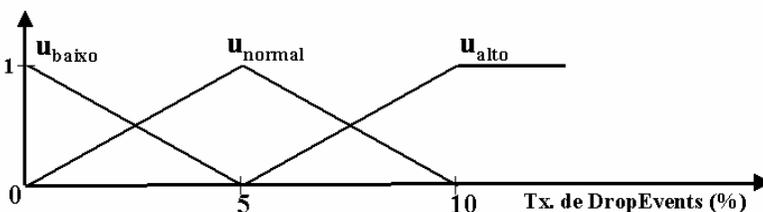
Variável Lingüística representativa da Taxa de Quadros maiores que 1518 bytes com erro de CRC ou de Alinhamento:



Mapeamento

Valor real (%)	0	1	$\geq 2$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

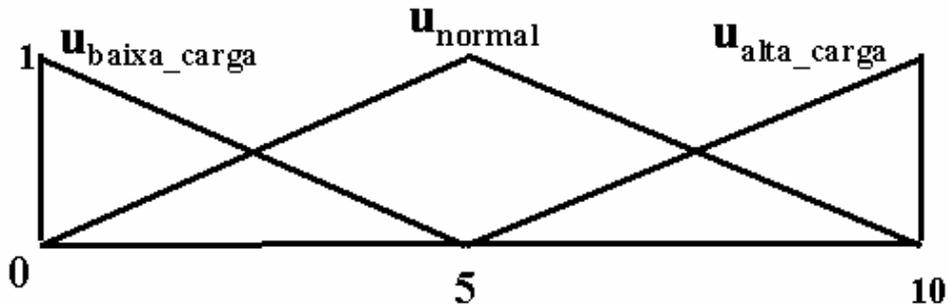
Variável Lingüística representativa da Taxa de perda de quadros sobre o segmento de rede:



Mapeamento

Valor real (%)	0	5	$\geq 10$
Valor Mapeado ( $u.v$ )	0	5	10

Variável Lingüística Situação da Rede que representa a saída de cada controlador difuso:



### Conjunto de Regras aplicadas sobre o Primeiro Controlador Difuso

- Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*Broadcast* é baixo) então Situação\_da\_Rede é baixa\_carga
- Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*Broadcast* é normal) então Situação\_da\_Rede é baixa\_carga e Situação\_da\_Rede é normal
- Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*Broadcast* é baixo) então Situação\_da\_Rede é baixa\_carga e Situação\_da\_Rede é normal
- Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*Broadcast* é normal) então Situação\_da\_Rede é normal
- Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*Broadcast* é alto) então Situação\_da\_Rede é normal e Situação\_da\_Rede é alta\_carga
- Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*Broadcast* é normal) então Situação\_da\_Rede é normal e Situação\_da\_Rede é alta\_carga
- Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*Broadcast* é alto) então Situação\_da\_Rede é alta\_carga

### Conjunto de Regras aplicadas sobre o Segundo Controlador Difuso

- Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (Colisão é baixo) então Situação\_da\_Rede é baixa\_carga
- Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (Colisão é normal) então Situação\_da\_Rede é baixa\_carga e Situação\_da\_Rede é normal
- Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (Colisão é alto) então Situação\_da\_Rede é normal
- Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (Colisão é baixo) então Situação\_da\_Rede é baixa\_carga
- Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (Colisão é normal) então Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (Colisão é alto) então  
    Situação\_da\_Redde é alta\_carga  
Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (Colisão é baixo) então  
    Situação\_da\_Redde é normal  
Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (Colisão é normal) então  
    Situação\_da\_Redde é normal e Situação\_da\_Redde é alta\_carga  
Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (Colisão é alto) então  
    Situação\_da\_Redde é alta\_carga

### **Conjunto de Regras aplicadas sobre o Terceiro Controlador Difuso**

Se (Utilização\_da\_Redde é baixo) e (*Multicast* é baixo) então  
    Situação\_da\_Redde é baixa\_carga  
Se (Utilização\_da\_Redde é baixo) e (*Multicast* é normal) então  
    Situação\_da\_Redde é baixa\_carga e Situação\_da\_Redde é normal  
Se (Utilização\_da\_Redde é baixo) e (*Multicast* é alto) então  
    Situação\_da\_Redde é normal  
Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (*Multicast* é baixo) então  
    Situação\_da\_Redde é baixa\_carga  
Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (*Multicast* é normal) então  
    Situação\_da\_Redde é normal  
Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (*Multicast* é alto) então  
    Situação\_da\_Redde é alta\_carga  
Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (*Multicast* é baixo) então  
    Situação\_da\_Redde é normal  
Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (*Multicast* é normal) então  
    Situação\_da\_Redde é normal e Situação\_da\_Redde é alta\_carga  
Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (*Multicast* é alto) então  
    Situação\_da\_Redde é alta\_carga

### **Conjunto de Regras aplicadas sobre o Quarto Controlador Difuso**

Se (Utilização\_da\_Redde é baixo) e (*CRCAAlignErrors* é baixo) então  
    Situação\_da\_Redde é baixa\_carga  
Se (Utilização\_da\_Redde é baixo) e (*CRCAAlignErrors* é normal) então  
    Situação\_da\_Redde é baixa\_carga e Situação\_da\_Redde é normal  
Se (Utilização\_da\_Redde é baixo) e (*CRCAAlignErrors* é alto) então  
    Situação\_da\_Redde é normal  
Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (*CRCAAlignErrors* é baixo) então  
    Situação\_da\_Redde é baixa\_carga  
Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (*CRCAAlignErrors* é normal) então  
    Situação\_da\_Redde é normal  
Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (*CRCAAlignErrors* é alto) então  
    Situação\_da\_Redde é alta\_carga  
Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (*CRCAAlignErrors* é baixo) então  
    Situação\_da\_Redde é normal  
Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (*CRCAAlignErrors* é normal) então  
    Situação\_da\_Redde é normal e Situação\_da\_Redde é alta\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*CRCAlignErrors* é alto) então  
Situação\_da\_Rede é alta\_carga

### **Conjunto de Regras aplicadas sobre o Quinto Controlador Difuso**

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*UndersizePkts* é baixo) então  
Situação\_da\_Rede é baixa\_carga  
Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*UndersizePkts* é normal) então  
Situação\_da\_Rede é baixa\_carga e Situação\_da\_Rede é normal  
Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*UndersizePkts* é alto) então  
Situação\_da\_Rede é normal  
Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*UndersizePkts* é baixo) então  
Situação\_da\_Rede é baixa\_carga  
Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*UndersizePkts* é normal) então  
Situação\_da\_Rede é normal  
Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*UndersizePkts* é alto) então  
Situação\_da\_Rede é alta\_carga  
Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*UndersizePkts* é baixo) então  
Situação\_da\_Rede é normal  
Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*UndersizePkts* é normal) então  
Situação\_da\_Rede é normal e Situação\_da\_Rede é alta\_carga  
Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*UndersizePkts* é alto) então  
Situação\_da\_Rede é alta\_carga

### **Conjunto de Regras aplicadas sobre o Sexto Controlador Difuso**

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*OversizePkts* é baixo) então  
Situação\_da\_Rede é baixa\_carga  
Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*OversizePkts* é normal) então  
Situação\_da\_Rede é baixa\_carga e Situação\_da\_Rede é normal  
Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*OversizePkts* é alto) então  
Situação\_da\_Rede é normal  
Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*OversizePkts* é baixo) então  
Situação\_da\_Rede é baixa\_carga  
Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*OversizePkts* é normal) então  
Situação\_da\_Rede é normal  
Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*OversizePkts* é alto) então  
Situação\_da\_Rede é alta\_carga  
Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*OversizePkts* é baixo) então  
Situação\_da\_Rede é normal  
Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*OversizePkts* é normal) então  
Situação\_da\_Rede é normal e Situação\_da\_Rede é alta\_carga  
Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*OversizePkts* é alto) então  
Situação\_da\_Rede é alta\_carga

### **Conjunto de Regras aplicadas sobre o Sétimo Controlador Difuso**

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*FragmentPkts* é baixo) então  
 Situação\_da\_Rede é baixa\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*FragmentPkts* é normal) então  
 Situação\_da\_Rede é baixa\_carga e Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*FragmentPkts* é alto) então  
 Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*FragmentPkts* é baixo) então  
 Situação\_da\_Rede é baixa\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*FragmentPkts* é normal) então  
 Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*FragmentPkts* é alto) então  
 Situação\_da\_Rede é alta\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*FragmentPkts* é baixo) então  
 Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*FragmentPkts* é normal) então  
 Situação\_da\_Rede é normal e Situação\_da\_Rede é alta\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*FragmentPkts* é alto) então  
 Situação\_da\_Rede é alta\_carga

### **Conjunto de Regras aplicadas sobre o Oitavo Controlador Difuso**

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*JabbersPkts* é baixo) então  
 Situação\_da\_Rede é baixa\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*JabbersPkts* é normal) então  
 Situação\_da\_Rede é baixa\_carga e Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*JabbersPkts* é alto) então  
 Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*JabbersPkts* é baixo) então  
 Situação\_da\_Rede é baixa\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*JabbersPkts* é normal) então  
 Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Rede é normal) e (*JabbersPkts* é alto) então  
 Situação\_da\_Rede é alta\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*JabbersPkts* é baixo) então  
 Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*JabbersPkts* é normal) então  
 Situação\_da\_Rede é normal e Situação\_da\_Rede é alta\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é alto) e (*JabbersPkts* é alto) então  
 Situação\_da\_Rede é alta\_carga

### **Conjunto de Regras aplicadas sobre o Nono Controlador Difuso**

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*DropEvents* é baixo) então  
 Situação\_da\_Rede é baixa\_carga

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*DropEvents* é normal) então  
 Situação\_da\_Rede é baixa\_carga e Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Rede é baixo) e (*DropEvents* é alto) então  
 Situação\_da\_Rede é normal

Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (*DropEvents* é baixo) então  
    Situação\_da\_Redde é baixa\_carga

Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (*DropEvents* é normal) então  
    Situação\_da\_Redde é normal

Se (Utilização\_da\_Redde é normal) e (*DropEvents* é alto) então  
    Situação\_da\_Redde é alta\_carga

Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (*DropEvents* é baixo) então  
    Situação\_da\_Redde é normal

Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (*DropEvents* é normal) então  
    Situação\_da\_Redde é normal e Situação\_da\_Redde é alta\_carga

Se (Utilização\_da\_Redde é alto) e (*DropEvents* é alto) então  
    Situação\_da\_Redde é alta\_carga

## **Regras do Sistema Especialista usados no processo de inferência de valores da MIB II sobre o Módulo de Gerenciamento Pró-Ativo Pontual**

As regras aqui apresentadas são uma adaptação do conjunto de 23 regras desenvolvidas por [Filho98] para serem usadas em Sistemas Especialistas Convencionais. Essas regras foram adaptadas neste trabalho, a fim de que as variáveis apresentadas fossem tratadas como variáveis lingüísticas difusas, além dos pesos nas regras, caracterizando o seu disparo. Isso estende o Sistema Especialista Convencional para um Sistema Especialista Difuso aplicado sobre o Módulo de Gerenciamento Pró-Ativo Pontual apresentado no modelo proposto.

Nesta primeira etapa do trabalho proposto nesta dissertação, essas regras não foram implementadas, tendo sido feito apenas estudos teóricos para a caracterização da mesma.

### **Regra 01**

Se ifOperStatus = 2 (Peso 1.0)

Então Problema = Interface desligada ou defeituosa

### **Regra 02**

Se ifOperStatus = 1 e ifOutDiscard é inaceitável (Peso 0.75)

Então Problema = Memória Insuficiente

### **Regra 03**

Se ifOperStatus = 1 e ifInUnknownProtosErrors é inaceitável (Peso 0.75)

Então Problema = Uso de protocolo não suportado

### **Regra 04**

Se ifOperStatus = 1 e ifOutOctets é inaceitável (Peso 0.75)

Então Problema = Número de pacotes não unicast recebidos acima do aceitável

### **Regra 05**

Se ifOperStatus = 1 e ipOutNoRoutes é inaceitável (Peso 0.75)

Então Problema = Rotas desconhecidas, verificar tabela de roteamento

### **Regras 06**

Se ifOperStatus = 1 e ipReasmFails é inaceitável (Peso 0.75)

Então Problema = Falha no algoritmo de remontagem do pacote IP

### **Regras 07**

Se ifOperStatus = 1 e ipInHdrErrors é inaceitável (Peso 0.75)

Então Problema = Problema com o cabeçalho de datagrama IP

### **Regras 08**

Se ifOperStatus = 1 e ipInAddrErrors é inaceitável (Peso 0.75)

Então Problema Datagramas recebidos com endereços destino inválidos

**Regras 09**

Se  $ifOperStatus = 1$  e  $icmpInErrors$  é inaceitável (Peso 0.75)  
Então Problema = Mensagens ICMP recebidas com problema

**Regra 10**

Se  $ifOperStatus = 1$  e  $icmpOutErrors$  é inaceitável (Peso 0.75)  
Então Problema = Problema com o envio de mensagens ICMP. Possivelmente falta de buffers.

**Regra 11**

Se  $ifOperStatus = 1$  e  $udpInErrors$  é inaceitável (Peso 0.75)  
Então Problema = Pacotes UDP sendo recebidos com erros.

**Regra 12**

Se  $ifOperStatus = 1$  e  $udpNoPorts$  é inaceitável (Peso 0.75)  
Então Problema = Alguma aplicação na rede deve estar usando a porta udp incorretamente.

**Regra 13**

Se  $ifOperStatus = 1$  e  $tcpAttemptFails$  é inaceitável (Peso 0.75)  
Então Problema = Falha no estabelecimento de conexões TCP feitas por esta máquina

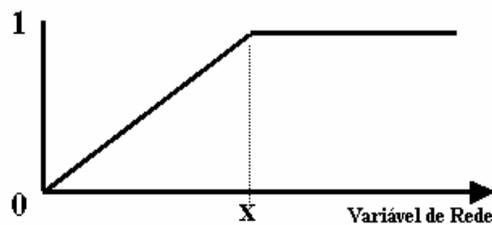
**Regra 14**

Se  $ifOperStatus = 1$  e  $tcpRetransSegs$  é inaceitável (Peso 0.75)  
Então Problema = Número excessivo de segmentos TCP retransmitidos

**Regra 15**

Se 75% das regras anteriores forem disparadas  
Então Alterar  $ifAdminStatus$  para 2(down) e Comunicar ao administrador.

O Termo Lingüística *inaceitável* apresentada nas regras anteriores possui a estrutura apresentada no gráfico abaixo, onde  $x$  representa o maior valor numérico que for monitorado, em casos não falhos, para a sua variável de rede correspondente.



## Apêndice D

### Monitoramento e Inferência dos Dados

24/03/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragments	Jabbers	Collisions
10:30	187	24	96	5164762	14774	4090	955	0	1051	0	0	0	0
11:00	180187	25	0	5375408	22064	4040	942	0	989	0	0	0	0
11:30	360187	32	0	6705985	32143	4094	1131	0	1352	0	0	0	0
12:00	540187	31	0	6652805	27095	4079	949	0	1135	0	0	0	0
12:30	720187	50	0	10459453	41352	3975	941	0	991	0	0	0	0
13:00	900187	19	0	4095288	12802	3823	941	0	1224	0	0	0	0
13:30	1080187	20	0	4355877	13605	4090	942	0	1040	0	0	0	0
14:00	1260187	16	0	3530758	11519	4244	942	0	1013	0	0	0	0
14:30	1440187	20	0	4224545	19480	3880	952	0	994	0	0	0	0
15:00	1620187	19	0	3964925	15835	4247	957	0	1041	0	0	0	0
15:30	1800187	22	0	4744834	19137	4092	987	0	1482	0	0	0	0
16:00	1980187	20	0	4329522	15276	4301	952	0	1398	0	0	0	0
16:30	2160187	20	0	4243524	18295	4049	941	0	1052	0	0	0	0
17:00	2340187	30	0	6042666	37013	4207	986	0	1043	0	0	0	0
17:30	2520187	32	0	6643673	32174	4608	1213	0	1073	0	0	0	0
18:00	2700187	18	0	3816524	16882	4970	1452	0	1157	0	0	0	0
18:30	2880187	14	0	3103382	9409	4026	937	0	953	0	0	0	0
19:00	3060187	13	0	2889344	8587	3906	932	0	927	0	0	0	0
19:30	3240187	24	0	5216267	18251	4001	933	0	929	0	0	0	0
20:00	3420187	21	0	4454517	18333	3851	933	0	929	0	0	0	0
20:30	3600187	28	0	6250837	13029	3723	933	0	929	0	0	0	0
21:00	3780187	14	0	3118854	10339	3763	933	0	930	0	0	0	0
21:30	3960187	56	0	11931124	34714	3675	933	0	929	0	0	0	0
22:00	4140187	25	0	5264067	27447	3729	934	0	927	0	0	0	0
22:30	4320187	24	0	5013657	27928	3823	936	0	929	0	0	0	0
23:00	4500187	13	0	2834876	8807	3770	934	0	929	0	0	0	0
23:30	4680187	14	0	2979399	8709	3826	932	0	929	0	0	0	0

25/03/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragments	Jabbers	Collisions
09:30	217	26	0	5660947	18547	4033	941	0	974	0	0	0	0
10:00	180217	32	0	6631360	28859	3927	941	0	959	0	0	0	0
10:30	360217	27	0	5841008	19318	4004	967	0	1031	0	0	0	0
11:00	540217	27	67	5951246	16234	3987	968	0	2100	0	0	0	0
11:30	720217	24	0	5054677	22632	3902	957	0	1629	0	0	0	0
12:00	900217	40	0	8207482	41597	3972	962	0	1348	0	0	0	0
12:30	1080217	21	0	4370749	21059	3891	942	0	1020	0	0	0	0
13:00	1260217	15	0	3198205	10917	4069	956	0	1026	0	0	0	0
13:30	1440217	37	0	7302055	58319	4358	942	0	1020	0	0	0	0
14:00	1620217	26	0	5395966	25641	4255	973	0	1050	0	0	0	0
14:30	1800217	18	0	3686155	19173	3939	945	0	1018	0	0	0	0
15:00	1980217	16	0	3458929	12741	4136	968	0	1151	0	0	0	0
15:30	2160217	22	265	4753539	18675	4081	957	0	1122	0	0	0	0
16:00	2340217	34	0	7094635	30263	4023	948	0	1088	0	0	0	0
16:30	2520217	16	0	3411734	13499	3918	942	0	1020	0	0	0	0
17:00	2700217	23	0	5029716	17725	3933	951	0	1221	0	0	0	0
17:30	2880217	33	254	6838444	30978	4168	958	0	1460	0	0	0	226
18:30	3060217	95	0	20415999	54191	4159	936	0	1017	0	0	0	0
19:00	3240217	83	280	18148675	35487	4176	938	0	965	0	0	0	0
19:30	3420217	87	0	18909978	37657	3975	937	0	959	0	0	0	0
20:00	3600217	90	0	19568388	37636	3959	950	0	1002	0	0	0	0
20:30	3780217	89	0	19393417	33144	3971	954	0	1007	0	0	0	0
21:00	3960217	75	0	16503733	23961	3731	934	0	959	0	0	0	0
21:30	4140217	46	0	10125517	19675	3800	945	0	990	0	0	0	0
22:00	4320217	24	0	5255008	14323	3943	938	0	990	0	0	0	0
22:30	4500217	29	0	6307941	16091	4010	947	0	998	0	0	0	0
23:00	4680217	12	0	2744073	8695	3839	945	0	1001	0	0	0	0
23:30	4860217	18	0	3977241	11800	4163	936	0	989	0	0	0	0

26/03/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragments	Jabbers	Collisions
00:00	5040217	22	0	4738332	13828	3970	934	0	988	0	0	0	0
00:30	5220217	12	0	2659514	8618	3688	933	0	928	0	0	0	0
01:00	5400217	12	0	2677151	8700	3740	934	0	929	0	0	0	0
01:30	5580217	13	0	2883124	8695	3902	933	0	929	0	0	0	0
02:00	5760217	13	0	2748981	8813	3762	933	0	929	0	0	0	0
02:30	5940217	13	0	2960375	8961	3950	934	0	929	0	0	0	0
03:00	6120217	13	0	2846973	8683	3902	934	0	929	0	0	0	0
03:30	6300217	13	0	2877251	8831	3864	933	0	928	0	0	0	0
04:00	6480217	13	0	2761512	8559	3781	933	0	929	0	0	0	0
04:30	6660217	13	0	2769401	8887	3828	933	0	928	0	0	0	0
05:00	6840217	18	0	3938982	10267	3810	934	0	929	0	0	0	0
05:30	7020217	13	0	2826006	8606	3825	934	0	930	0	0	0	0
06:00	7200217	12	0	2714726	8729	3783	932	0	929	0	0	0	0
06:30	7380217	12	0	2625697	8439	3682	933	0	928	0	0	0	0
07:00	7560217	13	0	2785481	8881	3797	933	0	928	0	0	0	0
07:30	7740217	13	0	2927450	8935	3911	934	0	929	0	0	0	0
08:00	7920217	14	0	3076747	8867	4019	933	0	929	0	0	0	0
08:30	8100217	21	0	4602722	16250	3967	934	0	933	0	0	0	0
09:00	8280217	18	0	3899781	18530	3825	934	0	929	0	0	0	0
09:30	8460217	19	0	4165638	13589	4077	1066	0	975	0	0	0	0
10:00	8640217	21	0	4581905	18260	3852	937	0	928	0	0	0	0
10:30	8820217	19	0	4081015	15111	3941	985	0	1146	0	0	0	0
11:00	9000217	18	0	3899299	12485	4086	945	0	1018	0	0	0	0
11:30	9180217	24	0	5085081	17557	3992	950	0	981	0	0	0	0
12:00	9360217	26	0	5533867	20774	4069	949	0	1009	0	0	0	0
12:30	9540217	14	0	3012441	9974	3991	938	0	1017	0	0	0	0
13:00	9720217	39	0	8295566	24471	4026	954	0	1025	0	0	0	0
13:30	9900217	70	0	14719196	55843	3948	940	0	1019	0	0	0	0
14:00	10080217	34	0	6689428	54649	4053	973	0	1050	0	0	0	0
14:30	10260217	26	0	5159143	37254	4050	964	0	1019	0	0	0	0
15:00	10440217	353	270	77938593	83710	4011	975	0	1047	0	0	0	0
15:30	10620217	404	348	88743564	113297	4238	961	0	1069	0	0	0	0
16:00	10800217	26	0	5539050	22759	4453	960	0	1025	0	0	0	0
16:30	10980217	20	99	4271333	17317	4224	944	0	1020	0	0	0	0
17:00	11160217	17	0	3678052	11866	4055	945	0	1096	0	0	0	0

29.03.1999	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragments	Jabbers	Collisions
10:00	226	22	447	4856251	13960	4134	979	0	990	0	0	0	0
10:30	180226	19	0	3935549	18774	4208	1078	0	1064	0	0	0	0
11:00	360226	29	0	6055745	26376	4125	1008	0	1112	0	0	0	0
11:30	540226	17	0	3747286	11270	4581	1167	0	1413	0	0	0	0
12:00	720226	17	0	3700005	14522	4036	956	0	968	0	0	0	0
12:30	900226	20	0	4193615	16574	4037	945	0	958	0	0	0	0
13:00	1080226	14	0	3037854	10018	3943	939	0	959	0	0	0	0
13:30	1260226	21	0	4458168	19885	3987	950	0	964	0	0	0	0
14:00	1440226	50	0	10380188	53281	4096	1084	0	1131	0	0	0	0
14:30	1620226	29	0	6067958	22945	3958	944	0	989	0	0	0	0
15:00	1800226	23	0	4817489	20249	4069	943	0	989	0	0	0	0
15:30	1980226	28	0	5905905	23177	4267	974	0	1022	0	0	0	0
16:00	2160226	19	0	3986481	18506	4394	1018	0	1219	0	0	0	0
16:30	2340226	20	0	4218200	18981	4244	951	0	988	0	0	0	0
17:00	2520226	33	1494	6863373	29638	4359	960	0	1020	0	0	0	0
17:30	2700226	22	0	4621586	22913	4245	941	0	1024	0	0	0	0
18:00	2880226	25	0	5401967	18205	4252	939	0	1019	0	0	0	0
18:30	3060226	14	0	3127215	9166	4109	937	0	1018	0	0	0	0
19:00	3240226	23	0	5052478	15177	4468	948	0	1137	0	0	0	0
19:30	3420226	17	0	3725897	11300	4317	940	0	989	0	0	0	0
20:00	3600226	25	0	5420206	16261	4038	937	0	989	0	0	0	0
20:30	3780226	31	0	6696467	19631	4573	942	0	990	0	0	0	0
21:00	3960226	21	0	4591031	13814	4333	942	0	1093	0	0	0	0
21:30	4140226	22	0	4680803	14279	4049	937	0	987	0	0	0	0
22:00	4320226	41	0	8790576	26434	4084	939	0	1073	0	0	0	0
22:30	4500226	45	0	9655134	26121	4177	949	0	1302	0	0	0	0
23:00	4680226	44	0	9440109	25687	4278	968	0	1753	0	0	0	0
23:30	4860226	30	42	6557542	19108	3981	951	0	1374	0	0	0	0

30/03/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragments	Jabbers	Collisions
0:00:00	5040226	16	0	3540841	10794	4032	938	0	1017	0	0	0	0
00:30	5220226	13	0	2812211	8621	3990	936	0	988	0	0	0	0
01:00	5400227	14	0	2997002	8874	4121	941	0	1129	0	0	0	0
01:30	5580226	13	0	2928178	8931	3933	933	0	937	0	0	0	0
02:00	5760226	13	0	2866487	8341	3937	933	0	930	0	0	0	0
02:30	5940226	14	0	3121656	8653	4298	936	0	929	0	0	0	0
03:00	6120226	14	0	3118445	8706	4290	936	0	929	0	0	0	0
03:30	6300226	13	0	2789164	8131	3929	931	0	927	0	0	0	0
04:00	6480226	13	0	2825971	8388	3938	933	0	929	0	0	0	0
04:30	6660226	12	0	2735633	8277	3882	933	0	929	0	0	0	0
05:00	6840226	13	0	2846824	8212	3962	933	0	929	0	0	0	0
05:30	7020226	12	0	2743531	8257	3878	932	0	929	0	0	0	0
06:00	7200226	12	0	2605819	7964	3784	932	0	929	0	0	0	0
06:30	7380226	12	0	2693640	8367	3862	932	0	928	0	0	0	0
07:00	7560226	12	0	2734598	8291	3893	933	0	929	0	0	0	0
07:30	7740226	12	0	2744421	8170	3911	933	0	929	0	0	0	0
08:00	7920226	16	0	3581639	10643	3994	933	0	929	0	0	0	0
08:30	8100226	37	0	8033709	16204	4090	932	0	932	0	0	0	0
09:00	8280226	21	0	4546074	17270	4195	1066	0	971	0	0	0	0
09:30	8460226	22	0	4712501	14913	4132	1005	0	997	0	0	0	0
10:00	8640226	16	0	3453565	11134	4128	967	0	1020	0	0	0	0
10:30	8820226	18	0	3818812	13800	4291	947	0	1087	0	0	0	0
11:00	9000226	16	0	3555795	13069	4124	944	0	989	0	0	0	0
11:30	9180226	28	1677	6060564	17781	4055	950	0	988	0	0	0	0
12:00	9360226	17	0	3713911	14204	4386	1074	0	1031	0	0	0	0
12:30	9540226	14	0	3090556	8797	4223	942	0	988	0	0	0	0
13:00	9720226	14	0	3135923	9005	4217	944	0	989	0	0	0	0
13:30	9900226	13	0	2860935	8611	4067	943	0	989	0	0	0	0
14:00	10080226	14	0	3168056	10039	4161	943	0	988	0	0	0	0
14:30	10260226	25	0	5284677	24130	4128	953	0	994	0	0	0	0
15:00	10440226	28	0	5991009	21016	4018	944	0	989	0	0	0	0
15:30	10620226	26	0	5662372	17820	4127	949	0	1414	0	0	0	0
16:00	10800226	13	0	2859185	9953	3949	959	0	986	0	0	0	0
16:30	10980226	19	0	4108742	18574	4152	1001	0	996	0	0	0	0
17:00	11160226	18	0	3718357	19544	4180	966	0	1072	0	0	0	0
17:30	11340226	16	0	3533948	13455	4002	939	0	989	0	0	0	0
18:00	11520226	23	0	5080262	15629	4262	978	0	1016	0	0	0	0
18:30	11700226	28	0	5576578	44204	4151	973	0	1048	0	0	0	0
19:00	11880226	31	0	6036367	48149	4124	936	0	1019	0	0	0	0
19:30	12060226	27	0	5424145	41154	4071	935	0	1012	0	0	0	0
20:00	12240226	27	0	5328675	38853	4095	931	0	989	0	0	0	0
20:30	12420226	25	0	5028065	36956	3987	931	0	990	0	0	0	0
21:00	12600226	30	0	5975913	47120	4049	931	0	989	0	0	0	0
21:30	12780226	37	0	7138622	65574	3965	930	0	988	0	0	0	0

31/03/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragments	Jabbers	Collisions
00:00	13680226	18	0	3909498	11644	3770	931	0	967	0	0	0	0
00:30	13860226	13	0	2885692	8274	3879	930	0	929	0	0	0	0
01:00	14040226	16	0	3582127	10713	3799	930	0	928	0	0	0	0
01:30	14220226	12	0	2737408	8225	3793	931	0	930	0	0	0	0
02:00	14400226	13	0	2808635	8435	3820	931	0	929	0	0	0	0
02:30	14580226	13	0	2859273	8493	3868	931	0	929	0	0	0	0
03:00	14760226	13	0	2762726	8189	3843	931	0	930	0	0	0	0
03:30	14940226	13	0	2876236	8478	3878	929	0	928	0	0	0	0
04:00	15120226	13	0	2765803	8340	3818	930	0	929	0	0	0	0
04:30	15300226	12	0	2664013	8171	3723	931	0	929	0	0	0	0
05:00	15480226	12	0	2644340	8267	3739	931	0	929	0	0	0	0
05:30	15660226	13	0	2766086	8170	3814	931	0	929	0	0	0	0
06:00	15840226	12	0	2688860	8395	3760	931	0	929	0	0	0	0
06:30	16020226	12	0	2654568	8238	3744	929	0	927	0	0	0	0
07:00	16200226	12	0	2665131	8262	3698	931	0	929	0	0	0	0
07:30	16380226	14	0	2962061	9516	3937	1017	0	1002	0	0	0	0
08:00	16560226	17	0	3753614	13433	3956	942	0	960	0	0	0	0
08:30	16740226	21	0	4482333	12871	4106	935	0	963	0	0	0	0
09:00	16920226	15	0	3239197	9936	4264	1064	0	1002	0	0	0	0
09:30	17100226	16	0	3608361	10479	4026	939	0	957	0	0	0	0
10:00	17280226	14	0	3082925	9231	4040	942	0	959	0	0	0	0
10:30	17460226	15	0	3314669	11215	4276	940	0	1018	0	0	0	0
11:00	17640226	18	0	3846322	13232	4262	987	0	1046	0	0	0	0
11:30	17820226	16	0	3520587	11475	4040	957	0	1193	0	0	0	14
12:00	18000226	19	2778	4188989	13840	4042	934	0	958	0	0	0	0
12:30	18180226	17	0	3746567	10909	3870	934	0	958	0	0	0	0
13:00	18360226	13	0	2850381	8805	3881	935	0	960	0	0	0	0
13:30	18540226	21	0	4267410	24745	4227	947	0	985	0	0	0	0
14:00	18720226	25	0	5078036	34600	4125	945	0	994	0	0	0	0
14:30	18900226	19	0	4113233	17999	4157	966	0	1023	0	0	0	0
15:00	19080226	18	0	3798130	13653	4271	981	0	1477	0	0	0	0
15:30	19260226	34	0	7274140	27471	4631	1085	0	1031	0	0	0	0
16:00	19440226	30	0	6389560	25026	4405	940	0	990	0	0	0	0
16:30	19620226	28	0	6000574	21052	4263	946	0	1012	0	0	0	0
17:00	19800226	19	0	3897423	19107	4149	939	0	989	0	0	0	0
17:30	19980226	19	0	4006793	20970	4133	938	0	988	0	0	0	0
18:00	20160226	23	0	4718502	27167	4221	951	0	999	0	0	0	0
18:30	20340226	51	463	9784869	94831	4116	938	0	988	0	0	0	0
19:00	20520226	46	333	8881672	74110	4134	939	0	989	0	0	0	0
19:30	20700226	44	0	8514142	77246	4259	939	0	990	0	0	0	0
20:00	20880226	59	1992	11157867	109510	4193	939	0	988	0	0	0	0
20:30	21060226	56	0	10703955	103950	4119	939	0	989	0	0	0	0
21:00	21240226	45	0	8573620	80117	4146	939	0	989	0	0	0	0
21:30	21420226	19	0	3996855	20693	4130	972	0	970	0	0	0	0
22:00	21600226	15	0	3377496	9574	4009	933	0	929	0	0	0	0
01/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragments	Jabbers	Collisions

0:00:00	22320226	13	0	2900867	8502	3944	933	0	929	0	0	0	0
00:30	22500226	13	0	2901847	8317	3988	932	0	928	0	0	0	0
01:00	22680226	14	0	3144909	8686	4049	933	0	929	0	0	0	0
01:30	22860226	13	0	2962321	8455	4006	933	0	929	0	0	0	0
02:00	23040226	15	0	3279504	8943	4379	933	0	931	0	0	0	0
02:30	23220226	13	0	2873517	8463	3874	933	0	929	0	0	0	0
03:00	23400226	13	0	2861515	8259	3862	933	0	930	0	0	0	0
03:30	23580226	13	0	2919949	8493	4004	933	0	928	0	0	0	0
04:00	23760226	13	0	2803835	8372	3827	933	0	929	0	0	0	0
04:30	23940226	14	0	3106318	8612	4201	935	0	929	0	0	0	0
05:00	24120226	14	0	3140845	8787	4202	934	0	929	0	0	0	0
05:30	24300226	14	0	3183966	8566	4254	935	0	929	0	0	0	0
06:00	24480226	15	0	3342762	9194	4537	937	0	929	0	0	0	0
06:30	24660226	14	0	3134223	8846	4283	935	0	928	0	0	0	0
07:00	24840226	13	0	2895220	8480	3985	933	0	929	0	0	0	0
07:30	25020226	13	0	2769825	8674	3827	932	0	928	0	0	0	0
08:00	25200226	44	0	9569965	21505	4085	969	0	976	0	0	0	0
08:30	25380226	18	282	3804639	19919	3972	938	0	959	0	0	0	0
09:00	25560226	18	329	3829766	13175	4038	935	0	961	0	0	0	0
09:30	25740226	20	0	4305610	18318	4110	934	0	958	0	0	0	0
10:00	25920226	20	0	4112282	21428	4322	1039	0	1051	0	0	0	0
10:30	26100226	29	0	6184496	23795	4428	1022	0	1167	0	0	0	0

05/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
09:00	202	22	0	4814891	13941	4228	974	0	998	0	0	0	0
09:30	180202	21	0	4533590	14984	4078	1008	0	974	0	0	0	0
10:00	360202	28	16	5967270	18090	4010	962	0	1117	0	0	0	0
10:30	540202	25	0	5466400	17757	4072	944	0	1018	0	0	0	0
11:00	720202	25	0	5415151	20582	4106	943	0	959	0	0	0	0
11:30	900202	29	326	6266827	19884	3966	952	0	974	0	0	0	0
12:00	1080202	14	0	3014870	9435	4098	943	0	989	0	0	0	0
12:30	1260202	14	0	3108915	9333	4276	946	0	989	0	0	0	0
13:00	1440202	14	0	3058654	9099	4133	943	0	989	0	0	0	0
13:30	1620202	66	0	13243942	81370	4545	1087	0	1059	0	0	0	0
14:00	1800202	165	0	32849520	223912	4090	945	0	989	0	0	0	0
14:30	1980202	30	0	6313663	31887	4110	941	0	988	0	0	0	0
15:00	2160202	23	0	4949041	21566	4220	962	0	1286	0	0	0	0
15:30	2340202	19	0	4010028	14049	4178	963	0	1385	0	0	0	0
16:00	2520202	22	0	4716843	20156	4077	944	0	989	0	0	0	0
16:30	2700202	30	0	6273308	24705	4144	958	0	1509	0	0	0	0
17:00	2880202	29	0	6052774	25304	4098	954	0	1136	0	0	0	0
17:30	3060202	23	15	4877337	21063	4045	943	0	1363	0	0	0	0
18:00	3240202	318	14445	70253913	75278	4711	1326	0	8639	0	0	0	0
18:30	3420202	17	0	3660680	17335	4133	1004	0	1258	0	0	0	0
19:00	3600202	9	0	1875733	7474	2616	936	0	930	0	0	0	0
19:30	3780202	2	0	522200	4958	556	930	0	929	0	0	0	0
20:00	3960202	2	0	515989	4902	553	930	0	929	0	0	0	0
20:30	4140202	2	0	506304	4716	557	930	0	928	0	0	0	0
21:00	4320202	2	0	514791	4854	548	931	0	930	0	0	0	0
21:30	4500202	1	0	351165	2694	544	931	0	930	0	0	0	0
22:00	4680202	4	0	806887	5659	554	931	0	929	0	0	0	0
22:30	4860202	3	0	667574	5210	556	931	0	930	0	0	0	0
23:30	5040202	6	0	1398098	6414	1649	930	0	929	0	0	0	0

06/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
0:00:00	5220202	22	0	4680682	15841	3843	930	0	928	0	0	0	0
00:30	5400202	13	0	2893241	9017	3897	931	0	929	0	0	0	0
01:00	5580202	13	0	2895625	8526	3906	931	0	930	0	0	0	0
01:30	5760202	13	0	2858482	8287	3903	931	0	929	0	0	0	0
02:00	5940202	13	0	2826532	8202	3874	931	0	929	0	0	0	0
02:30	6120202	13	0	2834290	8311	3901	930	0	929	0	0	0	0
03:00	6300202	13	0	2835042	8184	3916	930	0	928	0	0	0	0
03:30	6480202	12	0	2681541	8218	3789	931	0	929	0	0	0	0
04:00	6660202	13	0	2872963	8215	3938	931	0	929	0	0	0	0
04:30	6840202	14	0	2990023	8441	4009	931	0	930	0	0	0	0
05:00	7020202	12	0	2713659	8200	3801	931	0	929	0	0	0	0
05:30	7200202	12	0	2705704	8068	3820	930	0	929	0	0	0	0
06:00	7380202	12	0	2721812	8210	3836	930	0	928	0	0	0	0
06:30	7560202	13	0	2807940	8228	3917	931	0	929	0	0	0	0
07:00	7740202	13	0	2830978	8331	3879	930	0	930	0	0	0	0
07:30	7920202	13	0	2825112	8477	3865	931	0	929	0	0	0	0
08:00	8100202	12	0	2732258	8108	3850	931	0	929	0	0	0	0
08:30	8280202	24	76	5168577	17342	4006	993	0	969	0	0	0	0
09:00	8460202	30	0	6467066	17312	4068	976	0	988	0	0	0	0
09:30	8640202	16	0	3459960	12627	3939	947	0	959	0	0	0	0
10:00	8820202	28	0	5991784	22682	3986	941	0	959	0	0	0	0
10:30	9000202	20	0	4362829	13858	4179	1038	0	1002	0	0	0	0
11:00	9180202	20	0	4293231	12745	4099	1026	0	1019	0	0	0	0
11:30	9360202	25	0	5486616	17210	4107	960	0	933	0	0	0	0
12:00	9540202	40	0	8627594	29844	4129	980	0	1022	0	0	0	0
12:30	9720202	17	0	3768981	13801	3891	946	0	959	0	0	0	0
13:00	9900202	20	0	4267646	13483	3841	944	0	959	0	0	0	0
13:30	10080202	48	91	9079323	87424	3909	988	0	1080	0	0	0	0
14:00	10260202	56	1189	11105321	81537	4000	960	0	2930	0	0	0	0
14:30	10440202	147	0	29377676	189535	4135	1024	0	1153	0	0	0	0
15:00	10620202	91	0	18197616	117107	4403	1242	0	1399	0	0	0	0
15:30	10800202	19	0	4067427	16957	4283	1004	0	1723	0	0	0	0
16:00	10980202	24	0	5164064	14108	4190	950	0	1071	0	0	0	0
16:30	11160202	30	164	6553157	17662	4276	957	0	1904	0	0	0	0
17:00	11340202	30	21	6315146	21754	4231	948	0	1405	0	0	0	0
17:30	11520202	39	0	8467809	25877	4304	941	0	1214	0	0	0	0
18:00	11700202	55	0	11965511	30441	3980	934	0	1161	0	0	0	0
18:30	11880202	41	93	7867664	72686	4087	940	0	1039	0	0	0	0
19:00	12060202	55	1213	10508762	99460	4590	940	0	989	0	0	0	0
19:30	12240202	50	428	9565563	90785	4122	936	0	1034	0	0	0	0
20:00	12420202	53	88	10098018	98910	4061	937	0	1039	0	0	0	0
20:30	12600202	68	6466	12855388	131452	4188	935	0	1002	0	0	0	0
21:00	12780202	53	2911	10053425	100292	3922	934	0	987	0	0	0	0
21:30	12960202	47	742	8904710	85135	4106	936	0	989	0	0	0	0

08/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
00:00	22500202	13	0	2846192	8209	3851	932	0	928	0	0	0	0
00:30	22680202	13	0	2865258	8404	3883	933	0	929	0	0	0	0
01:00	22860202	13	0	2796335	8337	3868	933	0	929	0	0	0	0
01:30	23040202	14	0	3013862	8332	3989	933	0	929	0	0	0	0
02:00	23220202	13	0	2864686	8396	3925	933	0	930	0	0	0	0
02:30	23400202	13	0	2873994	8333	3899	932	0	928	0	0	0	0
03:00	23580202	13	0	2816339	8248	3868	932	0	928	0	0	0	0
03:30	23760202	13	0	2926982	8441	3988	933	0	930	0	0	0	0
04:00	23940202	13	0	2935823	8208	3978	933	0	929	0	0	0	0
04:30	24120202	15	0	3375436	9070	4573	938	0	929	0	0	0	0
05:00	24300202	13	0	2829562	8333	3910	933	0	929	0	0	0	0
05:30	24480202	13	0	2844485	8195	3905	932	0	928	0	0	0	0
06:00	24660202	13	0	2792410	8299	3877	932	0	929	0	0	0	0
06:30	24840202	13	0	2780538	8180	3859	933	0	929	0	0	0	0
07:00	25020202	12	0	2653508	8255	3816	933	0	930	0	0	0	0
07:30	25200202	13	0	2898954	8671	3917	933	0	929	0	0	0	0
08:00	25380202	12	0	2702640	8085	3836	932	0	928	0	0	0	0
08:30	25560202	28	0	6014486	15669	3821	933	0	929	0	0	0	0
09:00	25740202	33	0	7092949	24646	4326	1125	0	1044	0	0	0	0
09:30	25920202	28	0	5945554	19856	4133	955	0	959	0	0	0	0
10:00	26100202	22	0	4829795	16109	4033	946	0	959	0	0	0	0
10:30	26280202	21	0	4319461	27466	4211	954	0	1174	0	0	0	8
11:00	26460202	16	0	3315727	14356	4026	943	0	1001	0	0	0	0
11:30	26640202	72	9751	15709634	32826	3880	937	0	954	0	0	0	0
12:00	26820202	30	1488	6527091	17984	4129	967	0	1013	0	0	0	0
12:30	27000202	20	0	4374103	14090	4031	947	0	1242	0	0	0	0
13:00	27180202	31	0	6715132	19617	4050	942	0	958	0	0	0	0
13:30	27360202	13	0	2891666	8861	3985	941	0	959	0	0	0	0
14:00	27540202	56	0	10706682	104344	4042	957	0	1363	0	0	0	0
14:30	27720202	37	0	7237671	64583	4015	941	0	1172	0	0	0	0
15:00	27900202	18	0	3922098	16867	4172	939	0	1008	0	0	0	0
15:30	28080202	22	363	4876272	13018	4095	941	0	1540	0	0	0	0
16:00	28260202	23	714	4973002	18837	4149	1030	0	1736	0	0	0	0
16:30	28440202	22	35	4656527	20540	4147	957	0	993	0	0	0	0
17:00	28620202	27	19	5673639	23824	4263	943	0	1042	0	0	0	0
17:30	28800202	22	0	4703746	15552	4282	949	0	989	0	0	0	0
18:00	28980202	18	0	3916818	14044	4594	1006	0	1068	0	0	0	0
18:30	29160202	18	0	4005457	13450	4485	953	0	1038	0	0	0	0
19:00	29340202	298	8868	64144809	153316	4180	1029	0	23130	0	0	0	0
19:30	29520202	59	162	11143766	115673	4040	946	0	1459	0	0	0	0
20:00	29700202	55	0	10370984	107153	3977	939	0	1459	0	0	0	0
20:30	29880202	31	0	5977960	52017	3883	941	0	1276	0	0	0	0
21:00	30060202	25	0	5048850	36187	3929	944	0	1304	0	0	0	0
21:30	30240202	13	0	2973843	8727	3987	943	0	1011	0	0	0	0
22:00	30420202	13	0	2777858	8207	3876	933	0	929	0	0	0	0

09/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
00:00	31140202	13	0	2900630	8446	3896	932	0	928	0	0	0	0
00:30	31320202	16	0	3481203	9640	3771	933	0	930	0	0	0	0
01:00	31500202	23	0	5075093	14438	3871	933	0	929	0	0	0	0
01:30	31680202	13	0	2763861	8366	3840	931	0	928	0	0	0	0
02:00	31860202	13	0	2850635	8255	3923	933	0	929	0	0	0	0
02:30	32040202	12	0	2756664	8233	3842	933	0	929	0	0	0	0
03:00	32220202	13	0	2925870	8800	3805	932	0	928	0	0	0	0
03:30	32400202	13	0	2796280	8338	3828	933	0	929	0	0	0	0
04:00	32580202	12	0	2716366	8210	3827	932	0	928	0	0	0	0
04:30	32760202	12	0	2697194	8130	3808	933	0	930	0	0	0	0
05:00	32940202	13	0	2925964	8359	3995	933	0	929	0	0	0	0
05:30	33120203	12	0	2584825	8072	3713	933	0	930	0	0	0	0
06:00	33300202	12	0	2698410	8296	3825	931	0	927	0	0	0	0
06:30	33480202	12	0	2638870	8165	3762	933	0	929	0	0	0	0
07:00	33660202	12	0	2748175	8178	3849	933	0	929	0	0	0	0
07:30	33840202	13	0	2790965	8419	3839	933	0	929	0	0	0	0
08:00	34020202	13	0	2778761	8361	3865	932	0	929	0	0	0	0
08:30	34200202	26	0	5702381	14613	3889	933	0	929	0	0	0	0
09:00	34380202	28	0	6036656	19384	3912	932	0	928	0	0	0	0
09:30	34560202	19	0	4079112	14652	4140	1071	0	972	0	0	0	0
10:00	34740202	20	0	4345287	14064	4023	977	0	934	0	0	0	0
10:30	34920202	24	796	5227916	18098	4036	975	0	985	0	0	0	0
11:00	35100202	16	0	3425596	10559	4061	948	0	1018	0	0	0	0
11:30	35280202	20	0	4398197	13641	3986	944	0	959	0	0	0	0
12:00	35460202	40	0	8705014	23134	4012	943	0	1581	0	0	0	0
12:30	35640202	58	0	12675961	23499	4026	974	0	1043	0	0	0	0
13:00	35820202	13	0	2808032	8468	3944	947	0	960	0	0	0	0
13:30	36000202	17	0	3726670	14544	3903	954	0	1005	0	0	0	0
14:00	36180202	177	5391	36852510	154339	4085	958	0	4239	0	0	0	0
14:30	36360202	57	370	10773349	113578	4230	973	0	1041	0	0	0	0
15:00	36540202	74	242	13900274	147918	4305	939	0	988	0	0	0	0
15:30	36720202	32	0	6456327	44599	4467	1071	0	1075	0	0	0	0
16:00	36900202	24	0	4906257	27057	4167	943	0	992	0	0	0	0
16:30	37080202	21	0	4455952	19569	4220	953	0	1084	0	0	0	0
17:00	37260202	60	2509	13064793	29937	4364	947	0	3396	0	0	0	0
17:30	37440202	22	0	4564764	25237	4176	936	0	1171	0	0	0	0
18:00	37620202	22	0	4589077	27926	3984	934	0	1142	0	0	0	0
18:30	37800202	37	0	7256036	63498	4133	1000	0	1095	0	0	0	0
19:00	37980202	66	186	12402425	128132	4087	946	0	988	0	0	0	0
19:30	38160202	55	0	11659990	40360	4136	966	0	1015	0	0	0	0
20:00	38340202	44	0	9472571	31121	3971	931	0	959	0	0	0	0
20:30	38520202	18	0	4009039	10858	3950	931	0	959	0	0	0	0
21:00	38700202	25	0	5400035	14374	4058	994	0	1000	0	0	0	0
21:30	38880202	28	0	5677327	32564	3913	944	0	989	0	0	0	0
22:00	39060202	16	0	3502922	12450	4077	937	0	1384	0	0	0	0

10/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
00:00	39780202	12	0	2731136	8429	3904	932	0	928	0	0	0	0
00:30	39960202	12	0	2691588	8380	3864	933	0	929	0	0	0	0
01:00	40140202	13	0	2843702	8481	3963	932	0	928	0	0	0	0
01:30	40320202	12	0	2730416	8458	3913	933	0	930	0	0	0	0
02:00	40500202	13	0	2769998	8255	3883	933	0	929	0	0	0	0
02:30	40680202	13	0	2796373	8521	3920	933	0	929	0	0	0	0
03:00	40860202	13	0	2825275	8464	3966	932	0	929	0	0	0	0
03:30	41040202	12	0	2735486	8277	3922	932	0	928	0	0	0	0
04:00	41220202	12	0	2745736	8411	3919	933	0	929	0	0	0	0
04:30	41400202	13	0	2776490	8273	3932	933	0	929	0	0	0	0
05:00	41580202	12	0	2703597	8416	3868	933	0	929	0	0	0	0
05:30	41760202	12	0	2642504	8313	3845	933	0	930	0	0	0	0
06:00	41940202	13	0	2768101	8235	3929	932	0	928	0	0	0	0
06:30	42120202	12	0	2597052	8325	3804	932	0	929	0	0	0	0
07:00	42300202	12	0	2632592	8351	3823	933	0	929	0	0	0	0
07:30	42480202	12	0	2731298	8404	3887	933	0	929	0	0	0	0
08:00	42660202	12	0	2681968	8396	3886	933	0	929	0	0	0	0
08:30	42840202	12	0	2689405	8148	3835	933	0	929	0	0	0	0
09:00	43020202	13	0	2845173	8661	3997	932	0	929	0	0	0	0
09:30	43200202	13	0	2816077	8427	3955	933	0	928	0	0	0	0
10:00	43380202	25	0	5439144	18468	3879	932	0	929	0	0	0	0
10:30	43560202	22	0	4766744	11890	3893	933	0	930	0	0	0	0
11:00	43740202	13	0	2960429	8480	4164	933	0	1022	0	0	0	0
11:30	43920202	20	0	4108374	23785	3957	933	0	929	0	0	0	0
12:00	44100202	31	0	6370883	37099	4003	932	0	928	0	0	0	0
12:30	44280202	20	0	4174044	21935	3991	932	0	928	0	0	0	0
13:00	44460202	26	0	5550966	18362	3967	933	0	929	0	0	0	0
13:30	44640202	12	0	2755235	8383	3913	933	0	929	0	0	0	0
14:00	44820202	48	0	10045612	41795	4017	933	0	929	0	0	0	0
14:30	45000203	45	0	9706768	22371	3864	933	0	929	0	0	0	0
15:00	45180202	18	0	3876691	9685	4123	931	0	928	0	0	0	0
15:30	45360202	13	0	2969947	8738	4057	933	0	930	0	0	0	0
16:00	45540202	26	0	5447939	20765	4005	933	0	929	0	0	0	0
16:30	45720202	39	0	8292900	24269	3913	933	0	929	0	0	0	0
17:00	45900202	19	0	4076937	18220	3893	933	0	929	0	0	0	0
17:30	46080202	45	0	9599293	26384	3954	932	0	928	0	0	0	0
18:00	46260202	69	0	14780872	39803	3777	932	0	929	0	0	0	0
18:30	46440202	47	0	9866980	42559	3866	933	0	929	0	0	0	0
20:00	46620203	69	0	14572043	50164	3804	933	0	930	0	0	0	0
20:30	46800202	28	0	6177606	13464	3771	933	0	929	0	0	0	0
21:00	46980202	19	0	4145098	10358	3838	933	0	929	0	0	0	0
21:30	47160202	22	0	4624009	26959	3982	933	0	928	0	0	0	0
22:00	47340202	32	0	6660148	28858	3779	931	0	928	0	0	0	0
22:30	47520202	30	0	6143564	34941	3999	933	0	930	0	0	0	0
23:00	47700202	30	0	6169530	37044	3952	933	0	929	0	0	0	0

11/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
00:00	48060202	32	0	6868229	19861	3949	933	0	930	0	0	0	0
00:30	48240202	31	0	6814574	13645	4066	932	0	928	0	0	0	0
01:00	48420202	29	0	6405517	13053	3898	933	0	929	0	0	0	0
01:30	48600202	20	0	4439761	10702	3957	932	0	928	0	0	0	0
02:00	48780202	13	0	2972902	8545	4066	933	0	929	0	0	0	0
02:30	48960202	13	0	2847275	8683	3974	933	0	929	0	0	0	0
03:00	49140202	12	0	2746328	8528	3871	933	0	928	0	0	0	0
03:30	49320202	12	0	2670051	8260	3815	933	0	929	0	0	0	0
04:00	49500202	13	0	2784505	8538	3899	933	0	930	0	0	0	0
04:30	49680202	13	0	2769362	8538	3916	932	0	928	0	0	0	0
05:00	49860202	13	0	2767908	8397	3938	933	0	929	0	0	0	0
05:30	50040202	13	0	2877951	8456	3983	933	0	929	0	0	0	0
06:00	50220202	12	0	2737737	8238	3929	932	0	929	0	0	0	0
06:30	50400202	12	0	2723632	8412	3879	933	0	929	0	0	0	0
07:00	50580202	13	0	2858071	8469	4003	933	0	930	0	0	0	0
07:30	50760202	12	0	2606847	8182	3803	932	0	928	0	0	0	0
08:00	50940202	12	0	2636684	8497	3825	933	0	930	0	0	0	0
08:30	51120202	12	0	2693151	8177	3864	933	0	930	0	0	0	0
09:00	51300202	12	0	2714104	8448	3867	932	0	928	0	0	0	0
09:30	51480202	12	0	2734224	8352	3867	932	0	929	0	0	0	0
10:00	51660202	12	0	2639525	8094	3788	933	0	929	0	0	0	0
10:30	51840202	13	0	2765914	8464	3950	932	0	928	0	0	0	0
11:00	52020202	12	0	2670004	8216	3834	933	0	930	0	0	0	0
11:30	52200202	13	0	2809280	8479	3945	932	0	928	0	0	0	0
12:00	52380202	37	0	7766346	39059	4183	978	0	1154	0	0	0	0
12:30	52560202	34	0	6542386	58178	3987	939	0	990	0	0	0	0
13:00	52740202	24	0	5014533	27491	3921	935	0	969	0	0	0	0
13:30	52920202	13	0	2757392	8417	3909	935	0	943	0	0	0	0
14:00	53100202	20	0	4143434	20304	3848	933	0	929	0	0	0	0
14:30	53280202	13	0	2973645	8599	4054	932	0	928	0	0	0	0
15:00	53460202	12	0	2655086	8102	3856	933	0	929	0	0	0	0
15:30	53640202	12	0	2651045	8425	3844	933	0	929	0	0	0	0
16:00:00	53820202	12	0	2682385	8392	3895	933	0	929	0	0	0	0
16:30	54000202	13	0	2816155	9360	3868	932	0	928	0	0	0	0
17:00	54180202	24	0	4885291	28969	3966	933	0	929	0	0	0	0
17:30	54360202	12	0	2733101	8267	3939	932	0	929	0	0	0	0
18:00	54540202	13	0	2795442	8527	3953	933	0	929	0	0	0	0
18:30	54720202	14	0	3000124	10890	3851	933	0	930	0	0	0	0
19:00	54900202	60	0	12269406	67672	4063	933	0	929	0	0	0	0
19:30	55080202	27	0	5703742	20721	3909	932	0	928	0	0	0	0
20:00	55260202	12	0	2715516	8260	3941	933	0	930	0	0	0	0
20:30	55440202	13	0	2836631	8553	4004	931	0	928	0	0	0	0
21:00	55620202	21	0	4517633	13919	3966	933	0	930	0	0	0	0
21:30	55800202	13	0	2829184	8436	4070	934	0	929	0	0	0	0
22:00	55980202	19	0	4151734	11887	4430	936	0	929	0	0	0	0

12/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
00:00	56700202	15	0	3312640	9514	4117	933	0	929	0	0	0	0
00:30	56880202	13	0	2852042	8649	4081	934	0	929	0	0	0	0
01:00	57060202	12	0	2753378	8437	3911	933	0	930	0	0	0	0
01:30	57240202	13	0	2854241	8452	4007	932	0	928	0	0	0	0
02:00	57420202	12	0	2698348	8383	3873	932	0	929	0	0	0	0
02:30	57600202	12	0	2674166	8197	3903	933	0	929	0	0	0	0
03:00	57780202	13	0	2789977	8599	3950	933	0	929	0	0	0	0
03:30	57960202	13	0	2771365	8400	3883	933	0	929	0	0	0	0
04:00	58140202	12	0	2738863	8307	3923	933	0	929	0	0	0	0
04:30	58320202	12	0	2698385	8260	3784	933	0	929	0	0	0	0
05:00	58500202	12	0	2582905	8063	3745	931	0	927	0	0	0	0
05:30	58680202	13	0	2833678	8601	4056	935	0	929	0	0	0	0
06:00	58860202	13	0	2778661	8444	3943	934	0	930	0	0	0	0
06:30	59040202	13	0	2861441	8299	4006	934	0	929	0	0	0	0
07:00	59220202	12	0	2677866	8265	3789	933	0	929	0	0	0	0
07:30	59400202	12	0	2738082	8507	3862	934	0	929	0	0	0	0
08:00	59580202	12	0	2655650	8268	3819	930	0	927	0	0	0	0
08:30	59760202	14	0	2999268	8676	3804	933	0	929	0	0	0	0
09:00	59940202	12	0	2619184	8127	3759	933	0	929	0	0	0	0
09:30	60120202	42	0	9124158	16796	3952	933	0	930	0	0	0	0
10:00	60300202	24	0	5175626	17064	3973	939	0	929	0	0	0	0
10:30	60480202	19	0	4052108	12514	4151	986	0	934	0	0	0	0
11:00	60660202	18	0	3845194	12033	4147	966	0	958	0	0	0	0
11:30	60840202	19	0	4076097	14721	4123	950	0	1062	0	0	0	0
12:00	61020202	37	0	7999821	26883	4079	942	0	1203	0	0	0	0
12:30	61200202	51	1874	10653452	43578	3963	942	0	1094	0	0	0	0
13:00	61380202	24	0	5097045	17632	4102	941	0	958	0	0	0	0
13:30	61560202	21	0	4451306	19203	4088	943	0	980	0	0	0	0
14:00	61740202	25	0	5231246	20196	3905	936	0	958	0	0	0	0
14:30	61920202	20	0	4325534	16785	3940	938	0	960	0	0	0	0
15:00	62100202	29	0	6120123	29005	4029	955	0	1070	0	0	0	0
15:30	62280202	51	0	10529415	51743	4059	972	0	1005	0	0	0	0
16:00	62460202	22	0	4637607	21763	4132	942	0	990	0	0	0	0
16:30	62640202	26	213	5629357	17741	4379	976	0	1019	0	0	0	0
17:00	62820202	26	0	5480964	24354	4126	948	0	988	0	0	0	0
17:30	63000202	33	0	6923351	25206	4204	963	0	1607	0	0	0	0
18:00	63180202	34	784	7339951	25580	4165	985	0	1446	0	0	0	0
18:30	63360202	25	0	5249321	25618	4374	952	0	1351	0	0	0	0
19:00	63540202	45	3673	9839846	23318	4100	943	0	1343	0	0	0	0
19:30	63720203	27	7	5722528	23138	4239	963	0	2068	0	0	0	0
20:00	63900202	21	0	4533418	20720	4205	941	0	1418	0	0	0	0
20:30	64080202	33	0	6514553	53371	4006	953	0	1503	0	0	0	0
21:00	64260202	41	0	8019256	67472	4067	938	0	1184	0	0	0	0
21:30	64440202	27	0	5484319	39014	3896	936	0	1016	0	0	0	0
22:00	64620202	21	0	4588185	13495	4075	937	0	959	0	0	0	0

13/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
00:00	65340202	13	0	2932454	8704	4008	937	0	1024	0	0	0	0
00:30	65520202	17	0	3624320	10294	4085	983	0	1483	0	0	0	0
01:00	65700202	13	0	2790693	8534	3932	933	0	929	0	0	0	0
01:30	65880202	13	0	2812501	8415	3929	933	0	929	0	0	0	0
02:00	66060202	12	0	2688281	8274	3868	931	0	927	0	0	0	0
02:30	66240202	13	0	2822493	8523	3934	933	0	929	0	0	0	0
03:00	66420202	14	0	3006816	8399	4060	933	0	929	0	0	0	0
03:30	66600202	13	0	2906070	8636	3992	933	0	929	0	0	0	0
04:00	66780202	14	0	3056024	8694	4124	932	0	929	0	0	0	0
04:30	66960202	12	0	2710516	8240	3875	933	0	929	0	0	0	0
05:00	67140202	13	0	2818020	8485	3983	932	0	928	0	0	0	0
05:30	67320202	14	0	3174793	8611	4223	933	0	929	0	0	0	0
06:00	67500202	13	0	2973015	8630	4098	932	0	928	0	0	0	0
06:30	67680202	13	0	2819986	8461	3952	933	0	929	0	0	0	0
07:00	67860202	13	0	2899775	8391	4041	933	0	929	0	0	0	0
07:30	68040202	13	0	2836326	8584	3904	933	0	929	0	0	0	0
08:00	68220202	13	0	2842612	8506	3981	931	0	928	0	0	0	0
08:30	68400202	18	0	3963400	11410	4078	933	0	929	0	0	0	0
09:30	68580202	53	0	11661175	23330	3961	933	0	929	0	0	0	0
10:00	68760202	24	0	5245546	17594	4183	1020	0	977	0	0	0	0
10:30	68940202	16	0	3488520	12138	4398	1038	0	1019	0	0	0	0
11:00	69120202	71	0	15155408	47224	4980	1147	0	1166	0	0	0	0
11:30	69300202	59	0	12502228	38966	4660	1158	0	1232	0	0	0	0
12:00	69480202	21	0	4598351	15088	4209	954	0	947	0	0	0	0
12:30	69660202	24	2054	5219433	15165	4190	947	0	1082	0	0	0	0
13:00	69840202	30	0	6450819	18104	4256	945	0	930	0	0	0	0
13:30	70020202	57	3413	12197058	39414	4320	977	0	933	0	0	0	0
14:00	70200202	37	0	7643021	35407	4074	953	0	929	0	0	0	0
14:30	70380202	26	0	5485135	19495	4375	984	0	934	0	0	0	0
15:00	70560202	13	0	2869646	8511	4009	946	0	928	0	0	0	0
15:30	70740202	30	0	6001375	47127	4244	973	0	1047	0	0	0	0
16:00	70920202	33	0	6521864	52328	4247	947	0	959	0	0	0	0
16:30	71100202	120	13240	25900142	63553	4346	937	0	952	0	0	0	0
17:00	71280202	24	1351	4941731	26580	4188	950	0	1114	0	0	0	0
17:30	71460202	26	0	5351489	27218	5221	1342	0	1083	0	0	0	0
18:00	71640202	22	0	4555416	23199	5002	1349	0	1085	0	0	0	0
18:30	71820202	27	13	5817841	21145	4967	1215	0	1043	0	0	0	0
19:00	72000202	61	0	12948725	42620	4333	945	0	959	0	0	0	0
19:30	72180202	77	2778	16215818	55505	4304	978	0	2172	0	0	0	0
20:00	72360202	45	0	9277973	53154	4256	940	0	1188	0	0	0	0
20:30	72540202	28	0	5674207	35506	4224	934	0	1049	0	0	0	0
21:00	72720202	30	0	5889234	43523	4246	935	0	959	0	0	0	0
21:30	72900202	25	0	4949240	33883	4142	936	0	967	0	0	0	0
22:00	73080202	20	0	4405616	9733	4013	933	0	929	0	0	0	0
22:30	73260202	11	0	2488291	5240	3883	933	0	929	0	0	0	0

14/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
00:00	73800202	20	0	4401664	9940	3969	933	0	929	0	0	0	0
00:30	73980202	12	0	2616709	5267	3978	933	0	930	0	0	0	0
01:00	74160202	14	0	3171516	6123	4150	933	0	929	0	0	0	0
01:30	74340202	23	0	5007990	12338	4061	932	0	928	0	0	0	0
02:00	74520202	16	0	3479248	7570	4027	933	0	929	0	0	0	0
02:30	74700202	12	0	2732987	5323	4064	932	0	928	0	0	0	0
03:00	74880202	12	0	2808389	5424	4077	933	0	929	0	0	0	0
03:30	75060202	12	0	2724138	5308	4050	931	0	928	0	0	0	0
04:00	75240202	13	0	2823329	5414	4104	933	0	929	0	0	0	0
04:30	75420202	12	0	2663764	5320	3990	933	0	930	0	0	0	0
05:00	75600202	12	0	2638973	5239	3945	933	0	929	0	0	0	0
05:30	75780202	12	0	2639337	5247	4029	931	0	927	0	0	0	0
06:00	75960202	12	0	2715897	5308	4034	933	0	929	0	0	0	0
06:30	76140202	11	0	2548696	5164	3865	933	0	929	0	0	0	0
07:00	76320202	12	0	2647888	5181	3944	933	0	929	0	0	0	0
07:30	76500202	11	0	2586238	5215	3941	932	0	928	0	0	0	0
08:00	76680202	11	0	2552820	5140	3855	933	0	929	0	0	0	0
08:30	76860202	11	0	2499778	5284	3822	932	0	929	0	0	0	0
09:00	77040202	11	0	2588661	5214	3918	933	0	929	0	0	0	0
10:00	77220202	31	0	6828951	16094	3905	933	0	929	0	0	0	0
10:30	77400202	34	0	7356564	15717	3838	932	0	928	0	0	0	0
11:00	77580202	25	0	5400697	19378	4417	1100	0	977	0	0	0	0
11:30	77760202	13	0	2808769	7896	4033	951	0	929	0	0	0	0
12:00	77940202	16	0	3520270	11407	4187	973	0	1084	0	0	0	0
12:30	78120202	25	0	5301038	22615	4388	973	0	1108	0	0	0	0
13:00	78300202	36	1248	7821152	24681	4205	947	0	1002	0	0	0	0
13:30	78480202	165	0	36157226	59396	4237	976	0	988	0	0	0	0
14:00	78660202	115	0	25184322	39197	4437	998	0	1363	0	0	0	0
14:30	78840202	100	0	21938576	37750	4518	1042	0	1360	0	0	0	0
15:00	79020202	23	0	4973979	14890	4374	1040	0	985	0	0	0	2
15:30	79200202	23	0	4779720	21696	4262	957	0	959	0	0	0	0
16:00	79380202	83	0	18012916	39559	4163	946	0	1019	0	0	0	0
16:30	79560202	98	0	21083243	58370	4147	943	0	967	0	0	0	0
17:00	79740202	80	0	17302739	37263	4415	987	0	1047	0	0	0	0
17:30	79920202	74	0	15905792	39327	4742	1045	0	1130	0	0	0	0
18:00	80100202	51	0	10935995	27387	4347	944	0	958	0	0	0	0
18:30	80280202	67	0	14010521	60511	4358	941	0	958	0	0	0	0
19:00	80460202	156	11781	34095801	59499	4200	951	0	953	0	0	0	0
19:30	80640202	75	0	15776219	59733	4199	944	0	981	0	0	0	0
20:00	80820202	51	0	11103303	25418	4276	959	0	959	0	0	0	0
20:30	81000202	25	15	5244492	21009	4534	1013	0	1336	0	0	0	0
21:00	81180202	60	0	12481599	56716	4503	959	0	1455	0	0	0	0
21:30	81360202	36	0	7659290	32537	4076	931	0	929	0	0	0	0
22:00	81540202	30	0	6533256	21949	4430	933	0	930	0	0	0	0
22:30	81720202	31	0	6653090	23069	4076	931	0	930	0	0	0	0

15/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
00:00	82260202	29	0	6128035	19985	4053	930	0	928	0	0	0	0
00:30	82440202	23	0	4897156	16625	4160	932	0	930	0	0	0	0
01:00	82620202	15	0	3139884	12395	4007	929	0	928	0	0	0	0
01:30	82800202	15	0	3176391	12439	4033	931	0	929	0	0	0	0
02:00	82980202	14	0	3088954	12086	3980	931	0	929	0	0	0	0
02:30	83160202	15	0	3160899	12302	4053	931	0	929	0	0	0	0
03:00	83340202	15	0	3292869	12198	4109	929	0	928	0	0	0	0
03:30	83520202	15	0	3188144	12422	4059	931	0	929	0	0	0	0
04:00	83700202	15	0	3214093	12381	4055	931	0	929	0	0	0	0
04:30	83880202	14	0	3042660	12072	3967	931	0	930	0	0	0	0
05:00	84060202	15	0	3166412	12278	4007	930	0	928	0	0	0	0
05:30	84240202	15	0	3179114	12056	4046	931	0	929	0	0	0	0
06:00	84420202	14	0	3000508	12042	3939	930	0	928	0	0	0	0
06:30	84600202	14	0	2933582	12001	3896	931	0	930	0	0	0	0
07:00	84780202	14	0	3117920	12005	4008	931	0	929	0	0	0	0
07:30	84960202	14	0	3097518	12193	3996	930	0	928	0	0	0	0
08:00	85140202	15	0	3247474	12297	4073	931	0	929	0	0	0	0
08:30	85320202	14	0	2971739	11913	3885	931	0	929	0	0	0	0
09:00	85500202	14	0	2920418	12266	3874	930	0	928	0	0	0	0
09:30	85680202	13	0	2854784	11829	3851	930	0	928	0	0	0	0
10:00	85860202	14	0	3110919	12113	3985	931	0	929	0	0	0	0
10:30	86040202	19	0	4091264	14855	3979	931	0	930	0	0	0	0
11:00	86220202	15	0	3292745	12243	4514	1087	0	990	0	0	0	0
11:30	86400202	14	0	3122149	10676	4082	936	0	899	0	0	0	0
12:00	86580202	20	0	4236791	20059	4471	1036	0	985	0	0	0	0
12:30	86760202	20	0	4129978	23531	4192	984	0	1027	0	0	0	0
13:00	86940202	24	0	4875610	32175	4177	943	0	1002	0	0	0	0
13:30	87120202	25	0	5173277	26818	4177	940	0	958	0	0	0	0
14:00	87300202	18	0	3899122	14980	4222	988	0	996	0	0	0	0
14:30	87480202	14	0	3065695	9509	4155	956	0	959	0	0	0	0
15:00	87660202	14	0	3030949	8970	4170	944	0	958	0	0	0	0
15:30	87840202	15	0	3274528	11284	4227	940	0	959	0	0	0	0
16:00	88020202	23	0	4971008	17814	4192	959	0	1029	0	0	0	0
16:30	88200202	40	0	8369602	35105	4200	979	0	965	0	0	0	0
17:00	88380202	50	21	10556730	37574	4283	944	0	959	0	0	0	0
17:30	88560202	47	0	10086918	26776	4012	939	0	958	0	0	0	0
18:00	88740202	73	436	15911260	34620	4167	958	0	2765	0	0	0	0
18:30	88920202	16	0	3387260	12033	4245	949	0	1075	0	0	0	0
19:00	89100202	19	0	4040780	14462	4148	940	0	959	0	0	0	0
19:30	89280202	19	0	4015101	15150	4035	952	0	961	0	0	0	0
20:00	89460202	15	0	3215698	9980	4087	939	0	935	0	0	0	0
20:30	89640202	22	0	4533008	25391	4149	969	0	1004	0	0	0	0
21:00	89820202	40	0	8015495	58875	4006	938	0	958	0	0	0	0
21:30	90000202	25	0	5138941	35369	4278	939	0	949	0	0	0	0
22:00	90180202	14	0	3011738	8662	4257	934	0	928	0	0	0	0

16/04/99	Interval	Utiliz	DropEvents	Octets	Pkts	Broad	Multi	CRCAE	Under	Over	Fragment	Jabbers	Collisions
0:00:00	90900202	13	0	2799007	8550	3932	931	0	928	0	0	0	0
00:30	91080202	13	0	2895292	8480	3997	933	0	929	0	0	0	0
01:00	91260202	13	0	2823656	8595	3979	933	0	929	0	0	0	0
01:30	91440202	13	0	2826396	8578	3962	933	0	929	0	0	0	0
02:00	91620202	12	0	2694448	8350	3883	932	0	928	0	0	0	0
02:30	91800202	13	0	2920835	8585	4007	933	0	929	0	0	0	0
03:00	91980202	13	0	2822201	8589	3990	932	0	928	0	0	0	0
03:30	92160202	13	0	2885287	8441	4022	933	0	929	0	0	0	0
04:00	92340202	13	0	2939271	8719	4059	932	0	929	0	0	0	0
04:30	92520204	13	0	2819288	8338	3940	933	0	929	0	0	0	0
05:00	92700202	13	0	2886707	8758	4012	933	0	929	0	0	0	0
05:30	92880202	13	0	2965508	8703	4153	934	0	929	0	0	0	0
06:00	93060202	13	0	2820824	8384	3985	931	0	927	0	0	0	0
06:30	93240202	13	0	2904231	8630	4069	933	0	929	0	0	0	0
07:00	93420202	14	0	3093163	8646	4264	935	0	929	0	0	0	0
07:30	93600202	13	0	2956858	8729	4071	933	0	929	0	0	0	0
08:00	93780202	14	0	2995344	8674	4094	932	0	929	0	0	0	0
08:30	93960202	13	0	2887250	8574	4032	933	0	929	0	0	0	0
09:00	94140202	13	0	2926036	8661	4045	931	0	928	0	0	0	0
09:30	94320202	13	0	2765164	8404	3931	933	0	929	0	0	0	0
10:00	94500202	13	0	2944738	8687	4054	933	0	929	0	0	0	0
10:30	94680202	33	0	7148567	20070	4100	932	0	928	0	0	0	0
11:00	94860202	24	0	5129157	14430	4400	1102	0	977	0	0	0	0
11:30	95040202	16	0	3498011	14011	4168	982	0	1138	0	0	0	0
12:00	95220202	15	0	3325696	12988	4221	958	0	1001	0	0	0	0
12:30	95400202	18	0	3882089	17879	4174	939	0	959	0	0	0	0
13:00	95580202	18	0	3911581	16290	4164	939	0	1002	0	0	0	0
13:30	95760202	26	0	5659273	18216	4185	940	0	960	0	0	0	0
14:00	95940202	15	0	3270422	11645	4069	943	0	963	0	0	0	0
14:30	96120202	20	0	4161135	19121	4068	941	0	958	0	0	0	0
15:00	96300202	14	0	3052845	8832	4236	938	0	959	0	0	0	0
15:30	96480202	15	0	3405580	9164	4465	940	0	959	0	0	0	0
16:00	96660202	19	0	3850578	23124	4034	966	0	1059	0	0	0	0
16:30	96840202	32	0	6401795	50483	4261	946	0	989	0	0	0	0
17:00	97020202	41	0	8485246	44654	4206	943	0	989	0	0	0	0
17:30	97200202	23	0	5062732	15935	4191	941	0	988	0	0	0	0
18:00	97380202	22	0	4672940	19294	4149	941	0	988	0	0	0	0
18:30	97560202	31	0	6569490	25354	4250	958	0	1168	0	0	0	0
19:00	97740202	42	0	9068935	24640	4327	947	0	1227	0	0	0	0
19:30	97920202	23	0	4999064	18905	4100	943	0	1199	0	0	0	0
20:00	98100202	29	0	6188761	22268	4085	963	0	1005	0	0	0	0

# Apêndice E

**Tabela referente aos vários valores inferidos pelo sistema em períodos de 3 minutos, no dia 24 de março de 1999.**

<b>Tempo</b>	<b>Inferência Momentânea</b>	<b>Média Temporal</b>
10:30	Situação da Rede: 1.7428783 Baixa_carga=0.65142435 Normal=0.34857565 Alta_carga=0.0	
10:33	Situação da Rede: 1.7400335 Baixa_carga=0.6519933 Normal=0.3480067 Alta_carga=0.0	
10:36	Situação da Rede: 1.7275735 Baixa_carga=0.6544853 Normal=0.3455147 Alta_carga=0.0	
10:39	Situação da Rede: 1.7419631 Baixa_carga=0.6516074 Normal=0.34839264 alta_carga=0.0	
10:42	Situação da Rede: 1.7426314 baixa_carga=0.6514737 normal=0.3485263 alta_carga=0.0	
10:45	Situação da Rede: 1.7210103 baixa_carga=0.65579796 normal=0.34420207 alta_carga=0.0	
10:48	Situação da Rede: 1.7265043 baixa_carga=0.65469915 normal=0.34530085 alta_carga=0.0	
10:51	Situação da Rede: 1.7094222 baixa_carga=0.65811557 normal=0.34188443 alta_carga=0.0	
10:54	Situação da Rede: 1.7255828 baixa_carga=0.65488344 normal=0.34511656 alta_carga=0.0	
10:57	Situação da Rede: 1.719549 baixa_carga=0.6560902 normal=0.3439098 alta_carga=0.0	
11:00	Situação da Rede: 1.7361261 baixa_carga=0.6527748 normal=0.34722522 alta_carga=0.0	
11:03	Situação da Rede: 1.726592 baixa_carga=0.6546816 normal=0.34531838 alta_carga=0.0	
11:06	Situação da Rede: 1.72592 baixa_carga=0.65481603 normal=0.345184 alta_carga=0.0	
11:09	Situação da Rede: 1.7112559 baixa_carga=0.6577488 normal=0.34225118 alta_carga=0.0	
11:12	Situação da Rede: 1.7381178 baixa_carga=0.6523764 normal=0.34762356 alta_carga=0.0	
11:15	Situação da Rede: 1.7170823 baixa_carga=0.65658355 normal=0.34341645 alta_carga=0.0	
11:18	Situação da Rede: 1.7001411 baixa_carga=0.6599718	

11:21	normal=0.34002823 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6955588 baixa_carga=0.66088825	
11:24	normal=0.33911175 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7450697 baixa_carga=0.6509861	
11:27	normal=0.34901395 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7300723 baixa_carga=0.65398556	Situação da Rede: 1.7261542 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:30	normal=0.34601444 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7635468 baixa_carga=0.64729065	Situação da Rede: 1.7271876 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:33	normal=0.35270935 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7007004 baixa_carga=0.6598599	Situação da Rede: 1.725221 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:36	normal=0.34014007 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7674283 baixa_carga=0.64651436	Situação da Rede: 1.7272137 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:39	normal=0.35348564 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7129973 baixa_carga=0.65740055	Situação da Rede: 1.7257655 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:42	normal=0.34259945 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7103038 baixa_carga=0.65793926	Situação da Rede: 1.724149 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:45	normal=0.34206074 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6945039 baixa_carga=0.6610992	Situação da Rede: 1.7228237 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:48	normal=0.33890077 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6973908 baixa_carga=0.66052186	Situação da Rede: 1.7213681 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:51	normal=0.33947816 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7093452 baixa_carga=0.65813094	Situação da Rede: 1.7213641 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:54	normal=0.34186906 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6940337 baixa_carga=0.66119325	Situação da Rede: 1.7197868 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:57	normal=0.33880675 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6978575 baixa_carga=0.6604285	Situação da Rede: 1.7187022 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:00	normal=0.3395715 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6964521 baixa_carga=0.66070956	Situação da Rede: 1.7167184 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:03	normal=0.33929044 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6950302 baixa_carga=0.66099393	Situação da Rede: 1.7151403 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:06	normal=0.33900604 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7003373 baixa_carga=0.65993255	Situação da Rede: 1.7138612 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:09	normal=0.34006745 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7002864 baixa_carga=0.65994275	Situação da Rede: 1.7133127 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:12	normal=0.34005728 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6934074 baixa_carga=0.66131854	Situação da Rede: 1.7110772 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:15	normal=0.3386815 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6942286 baixa_carga=0.66115427	Situação da Rede: 1.7099346 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
	normal=0.33884573 alta_carga=0.0	

12:18	Situação da Rede: 1.6923631 baixa_carga=0.6615274 normal=0.33847263 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7095457 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:21	Situação da Rede: 1.6946006 baixa_carga=0.6610799 normal=0.33892012 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7094978 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:24	Situação da Rede: 1.6925154 baixa_carga=0.66149694 normal=0.33850306 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7068701 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:27	Situação da Rede: 1.6896296 baixa_carga=0.6620741 normal=0.3379259 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7048479 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:30	Situação da Rede: 1.6915406 baixa_carga=0.6616919 normal=0.33830813 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7012476 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:33	Situação da Rede: 1.6923488 baixa_carga=0.66153026 normal=0.33846977 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7008301 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:36	Situação da Rede: 1.6925136 baixa_carga=0.6614973 normal=0.3385027 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6970843 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:39	Situação da Rede: 1.7101039 baixa_carga=0.65797925 normal=0.34202078 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6969396 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:42	Situação da Rede: 1.7992839 baixa_carga=0.6401432 normal=0.35985678 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7013886 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:45	Situação da Rede: 1.7315551 baixa_carga=0.65368897 normal=0.34631103 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7032412 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:48	Situação da Rede: 1.734012 baixa_carga=0.6531976 normal=0.3468024 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7050723 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:51	Situação da Rede: 1.7077308 baixa_carga=0.6584538 normal=0.34154615 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7049916 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:54	Situação da Rede: 1.715942 baixa_carga=0.6568116 normal=0.3431884 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.706087 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:57	Situação da Rede: 1.7104226 baixa_carga=0.6579155 normal=0.34208453 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7067152 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:00	Situação da Rede: 1.7614604 baixa_carga=0.64770794 normal=0.3522921 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7099656 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:03	Situação da Rede: 1.7140098 baixa_carga=0.6571981 normal=0.34280196 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7109146 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:06	Situação da Rede: 1.6997377 baixa_carga=0.6600525 normal=0.33994752 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7108846 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:09	Situação da Rede: 1.7007107 baixa_carga=0.65985787 normal=0.34014213 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7109058 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:12	Situação da Rede: 1.6950276 baixa_carga=0.66099447 normal=0.33900553 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7109869 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:15	Situação da Rede: 1.7016655	Situação da Rede: 1.7113587

	baixa_carga=0.6596669 normal=0.3403331 alta_carga=0.0	A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:18	Situação da Rede: 1.7323513 baixa_carga=0.65352976 normal=0.34647027 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.713358 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:21	Situação da Rede: 1.7557704 baixa_carga=0.6488459 normal=0.3511541 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7164166 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:24	Situação da Rede: 1.7536966 baixa_carga=0.6492607 normal=0.3507393 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7194756 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:27	Situação da Rede: 1.6953976 baixa_carga=0.6609205 normal=0.33907953 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.719764 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:30	Situação da Rede: 1.7233697 baixa_carga=0.65532607 normal=0.34467393 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7213554 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:33	Situação da Rede: 1.7159938 baixa_carga=0.6568012 normal=0.34319875 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7225378 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:36	Situação da Rede: 1.7101004 baixa_carga=0.6579799 normal=0.3420201 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.723417 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:39	Situação da Rede: 1.7415371 baixa_carga=0.65169257 normal=0.34830743 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7249887 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:42	Situação da Rede: 1.6949515 baixa_carga=0.66100967 normal=0.3389903 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7197721 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:45	Situação da Rede: 1.6943003 baixa_carga=0.66113997 normal=0.33886006 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7179093 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:48	Situação da Rede: 1.6960475 baixa_carga=0.6607905 normal=0.3392095 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7160112 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:51	Situação da Rede: 1.6985655 baixa_carga=0.6602869 normal=0.3397131 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7155529 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:54	Situação da Rede: 1.6964092 baixa_carga=0.66071814 normal=0.33928186 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7145762 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:57	Situação da Rede: 1.6937928 baixa_carga=0.6612414 normal=0.33875856 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7137448 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:00	Situação da Rede: 1.6856598 baixa_carga=0.662868 normal=0.33713195 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7099547 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:03	Situação da Rede: 1.6979383 baixa_carga=0.6604123 normal=0.33958766 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7091511 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:06	Situação da Rede: 1.691166 baixa_carga=0.66176677 normal=0.3382332 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7087226 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:09	Situação da Rede: 1.7747818 baixa_carga=0.6450436 normal=0.35495636 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7124262 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

**Tabela referente aos vários valores inferidos pelo sistema em períodos de 3 minutos, no dia 14 de abril de 1999.**

<b>Tempo</b>	<b>Inferência Momentânea</b>	<b>Média Temporal</b>
00:00	Situação da Rede: 1.6937342 Baixa_carga=0.66125315 normal=0.33874685 alta_carga=0.0	
00:03	Situação da Rede: 1.6957406 baixa_carga=0.6608519 normal=0.3391481 alta_carga=0.0	
00:06	Situação da Rede: 1.70773 Baixa_carga=0.658454 Normal=0.341546 Alta_carga=0.0	
00:09	Situação da Rede: 1.7409512 Baixa_carga=0.65180975 Normal=0.34819025 alta_carga=0.0	
00:12	Situação da Rede: 1.6929507 baixa_carga=0.66140985 normal=0.33859015 alta_carga=0.0	
00:15	Situação da Rede: 1.694682 baixa_carga=0.6610636 normal=0.3389364 alta_carga=0.0	
00:18	Situação da Rede: 1.6927652 baixa_carga=0.6614469 normal=0.33855304 alta_carga=0.0	
00:21	Situação da Rede: 1.6963385 baixa_carga=0.66073227 normal=0.3392677 alta_carga=0.0	
00:24	Situação da Rede: 1.6935925 baixa_carga=0.66128147 normal=0.3387185 alta_carga=0.0	
00:27	Situação da Rede: 1.691943 baixa_carga=0.6616114 normal=0.33838862 alta_carga=0.0	
00:30	Situação da Rede: 1.6956649 baixa_carga=0.66086704 normal=0.33913296 alta_carga=0.0	
00:33	Situação da Rede: 1.6915281 baixa_carga=0.6616944 normal=0.33830562 alta_carga=0.0	
00:36	Situação da Rede: 1.6962456 baixa_carga=0.66075087 normal=0.3392491 alta_carga=0.0	
00:39	Situação da Rede: 1.6892253 baixa_carga=0.6621549 normal=0.33784506 alta_carga=0.0	
00:42	Situação da Rede: 1.6916072 baixa_carga=0.66167855 normal=0.33832145 alta_carga=0.0	
00:45	Situação da Rede: 1.6903539 baixa_carga=0.66192925 normal=0.33807078 alta_carga=0.0	
00:48	Situação da Rede: 1.6925788 baixa_carga=0.66148424 normal=0.33851576 alta_carga=0.0	
00:51	Situação da Rede: 1.6935127	

	baixa_carga=0.66129744 normal=0.33870253 alta_carga=0.0	
00:54	Situação da Rede: 1.6932544 baixa_carga=0.6613491 normal=0.33865088 alta_carga=0.0	
00:57	Situação da Rede: 1.7533476 baixa_carga=0.6493305 normal=0.35066953 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6993873 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:00	Situação da Rede: 1.694254 baixa_carga=0.6611492 normal=0.3388508 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6994133 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:03	Situação da Rede: 1.7615185 baixa_carga=0.6476963 normal=0.35230368 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7027022 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:06	Situação da Rede: 1.7213823 baixa_carga=0.6557236 normal=0.34427646 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7033849 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:09	Situação da Rede: 1.745251 baixa_carga=0.6509498 normal=0.34905022 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7035998 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:12	Situação da Rede: 1.7069712 baixa_carga=0.65860575 normal=0.34139425 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7035998 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:15	Situação da Rede: 1.727334 baixa_carga=0.6545332 normal=0.3454668 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7059335 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:18	Situação da Rede: 1.7912852 baixa_carga=0.64174294 normal=0.35825703 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7108594 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:21	Situação da Rede: 1.8548963 baixa_carga=0.62902075 normal=0.37097925 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7187873 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:24	Situação da Rede: 1.6938931 baixa_carga=0.6612214 normal=0.33877861 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7188023 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:27	Situação da Rede: 1.6943004 baixa_carga=0.6611399 normal=0.3388601 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7189202 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:30	Situação da Rede: 1.7143034 baixa_carga=0.6571393 normal=0.34286067 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7198522 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:33	Situação da Rede: 1.7490472 baixa_carga=0.6501906 normal=0.34980944 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7227281 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:36	Situação da Rede: 1.6838886 baixa_carga=0.6632223 normal=0.33677772 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7221103 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:39	Situação da Rede: 1.6852324 baixa_carga=0.6629535 normal=0.33704647 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7219106 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:42	Situação da Rede: 1.7078677 baixa_carga=0.65842646 normal=0.34157354 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7227236 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:45	Situação da Rede: 1.7178025 baixa_carga=0.6564395 normal=0.34356052 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7240961 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:48	Situação da Rede: 1.7306046 baixa_carga=0.65387905	Situação da Rede: 1.7259973 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

01:51	normal=0.34612092 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.8304507 baixa_carga=0.6339099 normal=0.36609012 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7328442 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:54	Situação da Rede: 1.7177495 baixa_carga=0.6564501 normal=0.3435499 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.734069 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
01:57	Situação da Rede: 1.6915559 baixa_carga=0.6616888 normal=0.33831117 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7309794 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:00	Situação da Rede: 1.7074478 baixa_carga=0.65851045 normal=0.34148955 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7316391 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:03	Situação da Rede: 1.6900496 baixa_carga=0.66199005 normal=0.33800992 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7280657 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:06	Situação da Rede: 1.6834751 baixa_carga=0.663305 normal=0.33669502 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7261703 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:09	Situação da Rede: 1.7616715 baixa_carga=0.6476657 normal=0.35233432 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7269913 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:12	Situação da Rede: 1.7622671 baixa_carga=0.6475466 normal=0.3524534 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7297561 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:15	Situação da Rede: 1.7186873 baixa_carga=0.6562625 normal=0.34373745 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7293237 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:18	Situação da Rede: 1.7473704 baixa_carga=0.6505259 normal=0.34947407 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.727128 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:21	Situação da Rede: 1.7101655 baixa_carga=0.6579669 normal=0.3420331 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7198915 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:24	Situação da Rede: 1.7091476 baixa_carga=0.65817046 normal=0.3418295 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7206542 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:27	Situação da Rede: 1.6962131 baixa_carga=0.66075736 normal=0.33924264 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7207499 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:30	Situação da Rede: 1.6945063 baixa_carga=0.6610987 normal=0.33890125 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7197601 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:33	Situação da Rede: 1.6951039 baixa_carga=0.6609792 normal=0.3390208 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7170628 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:36	Situação da Rede: 1.6927285 baixa_carga=0.6614543 normal=0.3385457 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7175049 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:39	Situação da Rede: 1.7341235 baixa_carga=0.6531753 normal=0.3468247 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7199494 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:42	Situação da Rede: 1.6908984 baixa_carga=0.6618203 normal=0.33817968 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.719101 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:45	Situação da Rede: 1.6912898 baixa_carga=0.66174203 normal=0.33825797 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7177753 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

02:48	Situação da Rede: 1.6954662 baixa_carga=0.6609068 normal=0.33909324 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7160183 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:51	Situação da Rede: 1.6927761 baixa_carga=0.6614448 normal=0.33855522 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7091347 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:54	Situação da Rede: 1.6971123 baixa_carga=0.66057754 normal=0.33942246 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7081028 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
02:57	Situação da Rede: 1.6942251 baixa_carga=0.661155 normal=0.338845 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7082362 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:00	Situação da Rede: 1.6947349 baixa_carga=0.661053 normal=0.338947 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7076006 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:03	Situação da Rede: 1.6953827 baixa_carga=0.6609235 normal=0.33907655 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7078673 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:06	Situação da Rede: 1.6929516 baixa_carga=0.6614097 normal=0.33859032 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7083411 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:09	Situação da Rede: 1.6932235 baixa_carga=0.6613553 normal=0.33864468 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7049186 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:12	Situação da Rede: 1.7170743 baixa_carga=0.65658516 normal=0.34341484 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.702659 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:15	Situação da Rede: 1.6942734 baixa_carga=0.6611453 normal=0.33885467 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7014383 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:18	Situação da Rede: 1.6920638 baixa_carga=0.66158724 normal=0.33841276 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.698673 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:21	Situação da Rede: 1.6901588 baixa_carga=0.66196823 normal=0.33803177 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6976727 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:24	Situação da Rede: 1.693539 baixa_carga=0.6612922 normal=0.3387078 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6968923 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:27	Situação da Rede: 1.695457 baixa_carga=0.6609086 normal=0.3390914 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6968545 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:30	Situação da Rede: 1.6964343 baixa_carga=0.66071314 normal=0.33928686 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6969509 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:33	Situação da Rede: 1.699437 baixa_carga=0.6601126 normal=0.3398874 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6971675 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:36	Situação da Rede: 1.7322745 baixa_carga=0.6535451 normal=0.34645492 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6991448 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:39	Situação da Rede: 1.71917 baixa_carga=0.656166 normal=0.34383398 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6983972 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:42	Situação da Rede: 1.722723 baixa_carga=0.6554554 normal=0.3445446 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6999884 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:45	Situação da Rede: 1.7325598	Situação da Rede: 1.7020519

	baixa_carga=0.65348804 normal=0.34651196 alta_carga=0.0	A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:48	Situação da Rede: 1.7215458 baixa_carga=0.65569085 normal=0.34430915 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7033559 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:51	Situação da Rede: 1.7170601 baixa_carga=0.65658796 normal=0.343412 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.70457 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:54	Situação da Rede: 1.7422448 baixa_carga=0.651551 normal=0.34844896 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7068267 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
03:57	Situação da Rede: 1.6966358 baixa_carga=0.66067284 normal=0.33932716 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7069472 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:00	Situação da Rede: 1.7498307 baixa_carga=0.65003383 normal=0.34996614 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.709702 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:03	Situação da Rede: 1.6984895 baixa_carga=0.6603021 normal=0.3396979 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7098573 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:06	Situação da Rede: 1.7773207 baixa_carga=0.64453584 normal=0.35546416 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7140758 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:09	Situação da Rede: 1.7470722 baixa_carga=0.65058553 normal=0.34941444 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7167683 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:12	Situação da Rede: 1.6921736 baixa_carga=0.6615653 normal=0.33843473 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7155232 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:15	Situação da Rede: 1.6983771 baixa_carga=0.6603246 normal=0.33967543 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7157284 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:18	Situação da Rede: 2.0318787 baixa_carga=0.59362423 normal=0.40637574 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7327192 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:21	Situação da Rede: 2.0054245 baixa_carga=0.5989151 normal=0.4010849 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7484825 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:24	Situação da Rede: 1.7505691 baixa_carga=0.6498862 normal=0.3501138 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.751334 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:27	Situação da Rede: 1.6940793 baixa_carga=0.66118413 normal=0.33881587 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.751265 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:30	Situação da Rede: 1.7261449 baixa_carga=0.65477103 normal=0.34522897 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7527505 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:33	Situação da Rede: 1.7124403 baixa_carga=0.65751195 normal=0.34248805 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7534007 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:36	Situação da Rede: 1.7170601 baixa_carga=0.65658796 normal=0.343412 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.75264 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:39	Situação da Rede: 1.7422448 baixa_carga=0.651551 normal=0.34844896 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7537937 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:42	Situação da Rede: 1.7498307 baixa_carga=0.65003383	Situação da Rede: 1.7551491 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

04:45	normal=0.34996614 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6984895 baixa_carga=0.6603021 normal=0.3396979 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7534456 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:48	Situação da Rede: 1.7773207 baixa_carga=0.64453584 normal=0.35546416 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7562344 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:51	Situação da Rede: 1.7470722 baixa_carga=0.65058553 normal=0.34941444 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.757735 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:54	Situação da Rede: 1.6921736 baixa_carga=0.66156653 normal=0.33843473 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7552314 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
04:57	Situação da Rede: 1.6955802 baixa_carga=0.66088396 normal=0.33911604 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7551786 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:00	Situação da Rede: 1.7615185 baixa_carga=0.6476963 normal=0.35230368 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.755763 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:03	Situação da Rede: 1.7213823 baixa_carga=0.6557236 normal=0.34427646 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7569077 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:06	Situação da Rede: 1.7264364 baixa_carga=0.65471274 normal=0.34528726 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7543634 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:09	Situação da Rede: 1.745251 baixa_carga=0.6509498 normal=0.34905022 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7542723 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:12	Situação da Rede: 1.7069712 baixa_carga=0.65860575 normal=0.34139425 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7550123 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:15	Situação da Rede: 1.727334 baixa_carga=0.6545332 normal=0.3454668 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7564601 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:18	Situação da Rede: 1.7912852 baixa_carga=0.64174294 normal=0.35825703 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7444304 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:21	Situação da Rede: 1.8548963 baixa_carga=0.62902075 normal=0.37097925 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.736904 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:24	Situação da Rede: 1.6938931 baixa_carga=0.6612214 normal=0.33877861 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7340702 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:27	Situação da Rede: 1.6971787 baixa_carga=0.66056424 normal=0.33943576 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7342252 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:30	Situação da Rede: 1.7341235 baixa_carga=0.6531753 normal=0.3468247 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7346241 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:33	Situação da Rede: 1.6908984 baixa_carga=0.6618203 normal=0.33817968 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.733547 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:36	Situação da Rede: 1.6912898 baixa_carga=0.66174203 normal=0.33825797 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7322586 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:39	Situação da Rede: 1.6954662 baixa_carga=0.6609068 normal=0.33909324 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7299196 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

05:42	Situação da Rede: 1.6927761 baixa_carga=0.6614448 normal=0.33855522 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7270669 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:45	Situação da Rede: 1.6971123 baixa_carga=0.66057754 normal=0.33942246 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.726998 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:48	Situação da Rede: 1.6947349 baixa_carga=0.661053 normal=0.338947 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7228687 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:51	Situação da Rede: 1.6953827 baixa_carga=0.6609235 normal=0.33907655 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7202842 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:54	Situação da Rede: 1.6929516 baixa_carga=0.6614097 normal=0.33859032 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7203231 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
05:57	Situação da Rede: 1.6941336 baixa_carga=0.6611733 normal=0.33882672 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7202508 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:00	Situação da Rede: 1.6932235 baixa_carga=0.6613553 normal=0.33864468 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7168361 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:03	Situação da Rede: 1.7170743 baixa_carga=0.65658516 normal=0.34341484 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7166207 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:06	Situação da Rede: 1.6942734 baixa_carga=0.6611453 normal=0.33885467 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7150124 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:09	Situação da Rede: 1.6920638 baixa_carga=0.66158724 normal=0.33841276 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7123531 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
0612	Situação da Rede: 1.6901588 baixa_carga=0.66196823 normal=0.33803177 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7115126 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:15	Situação da Rede: 1.693539 baixa_carga=0.6612922 normal=0.3387078 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7098228 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:18	Situação da Rede: 1.6964343 baixa_carga=0.66071314 normal=0.33928686 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7050803 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:21	Situação da Rede: 1.699437 baixa_carga=0.6601126 normal=0.3398874 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6973072 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:24	Situação da Rede: 1.7322745 baixa_carga=0.6535451 normal=0.34645492 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6992263 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:27	Situação da Rede: 1.6959056 baixa_carga=0.6608189 normal=0.33918113 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6991626 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:30	Situação da Rede: 1.71917 baixa_carga=0.656166 normal=0.34383398 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.698415 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:33	Situação da Rede: 1.722723 baixa_carga=0.6554554 normal=0.3445446 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7000062 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:36	Situação da Rede: 1.7325598 baixa_carga=0.65348804 normal=0.34651196 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7020698 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:39	Situação da Rede: 1.7215458	Situação da Rede: 1.7033737

	baixa_carga=0.65569085 normal=0.34430915 alta_carga=0.0	A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:42	Situação da Rede: 1.7170601 baixa_carga=0.65658796 normal=0.343412 alta_carga=0.00	Situação da Rede: 1.7045879 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:45	Situação da Rede: 1.7422448 baixa_carga=0.651551 normal=0.34844896 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7068446 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:48	Situação da Rede: 1.7498307 baixa_carga=0.65003383 normal=0.34996614 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7095993 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:51	Situação da Rede: 1.6984895 baixa_carga=0.6603021 normal=0.3396979 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7097547 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:54	Situação da Rede: 1.7773207 baixa_carga=0.64453584 normal=0.35546416 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7139732 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
06:57	Situação da Rede: 1.6997545 baixa_carga=0.6600491 normal=0.3399509 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7142541 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:00	Situação da Rede: 1.6921736 baixa_carga=0.6615653 normal=0.33843473 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7142017 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:03	Situação da Rede: 1.6983771 baixa_carga=0.6603246 normal=0.33967543 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7132668 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:06	Situação da Rede: 2.0318787 baixa_carga=0.59362423 normal=0.40637574 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7301471 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:09	Situação da Rede: 2.0054245 baixa_carga=0.5989151 normal=0.4010849 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7458152 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:12	Situação da Rede: 1.7505691 baixa_carga=0.6498862 normal=0.3501138 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7488356 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:15	Situação da Rede: 1.7261449 baixa_carga=0.65477103 normal=0.34522897 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7504659 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:18	Situação da Rede: 1.7124403 baixa_carga=0.65751195 normal=0.34248805 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7512662 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:21	Situação da Rede: 1.7215458 baixa_carga=0.65569085 normal=0.34430915 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7523717 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:24	Situação da Rede: 1.7170601 baixa_carga=0.65658796 normal=0.343412 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7516109 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:27	Situação da Rede: 1.6969953 baixa_carga=0.66060096 normal=0.33939904 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7516655 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:30	Situação da Rede: 1.6942734 baixa_carga=0.6611453 normal=0.33885467 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7504206 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:33	Situação da Rede: 1.6920638 baixa_carga=0.66158724 normal=0.33841276 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7488877 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:36	Situação da Rede: 1.6901588 baixa_carga=0.66196823	Situação da Rede: 1.7467675 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

07:39	normal=0.33803177 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.693539 baixa_carga=0.6612922 normal=0.3387078 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7453673 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:42	Situação da Rede: 1.6964343 baixa_carga=0.66071314 normal=0.33928686 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.744336 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:45	Situação da Rede: 1.699437 baixa_carga=0.6601126 normal=0.3398874 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7421956 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:48	Situação da Rede: 1.7322745 baixa_carga=0.6535451 normal=0.34645492 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7413177 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:51	Situação da Rede: 1.71917 baixa_carga=0.656166 normal=0.34383398 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7423518 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:54	Situação da Rede: 1.722723 baixa_carga=0.6554554 normal=0.3445446 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7396219 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
07:57	Situação da Rede: 1.6977578 baixa_carga=0.66044843 normal=0.33955157 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7395221 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:00	Situação da Rede: 1.7213823 baixa_carga=0.6557236 normal=0.34427646 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7409825 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:03	Situação da Rede: 1.7264364 baixa_carga=0.65471274 normal=0.34528726 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7423855 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:06	Situação da Rede: 1.745251 baixa_carga=0.6509498 normal=0.34905022 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.728054 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:09	Situação da Rede: 1.7069712 baixa_carga=0.65860575 normal=0.34139425 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7131314 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:12	Situação da Rede: 1.727334 baixa_carga=0.6545332 normal=0.3454668 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7119696 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:15	Situação da Rede: 1.7912852 baixa_carga=0.64174294 normal=0.35825703 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7152267 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:18	Situação da Rede: 1.8548963 baixa_carga=0.62902075 normal=0.37097925 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7223495 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:21	Situação da Rede: 1.6938931 baixa_carga=0.6612214 normal=0.33877861 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7209668 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:24	Situação da Rede: 1.7143034 baixa_carga=0.6571393 normal=0.34286067 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.720829 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:27	Situação da Rede: 1.6955389 baixa_carga=0.66089225 normal=0.33910778 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7207562 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:30	Situação da Rede: 1.7177495 baixa_carga=0.6564501 normal=0.3435499 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.72193 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:33	Situação da Rede: 1.7074478 baixa_carga=0.65851045 normal=0.34148955 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7226992 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

08:36	Situação da Rede: 1.6900496 baixa_carga=0.66199005 normal=0.33800992 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7226937 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:39	Situação da Rede: 1.6834751 baixa_carga=0.663305 normal=0.33669502 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7221905 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:42	Situação da Rede: 1.7616715 baixa_carga=0.6476657 normal=0.35233432 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7254524 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:45	Situação da Rede: 1.7622671 baixa_carga=0.6475466 normal=0.3524534 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.728594 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:48	Situação da Rede: 1.7186873 baixa_carga=0.6562625 normal=0.34373745 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7279146 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:51	Situação da Rede: 1.7473704 baixa_carga=0.6505259 normal=0.34947407 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7293246 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:54	Situação da Rede: 1.7101655 baixa_carga=0.6579669 normal=0.3420331 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7286967 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
08:57	Situação da Rede: 1.6963489 baixa_carga=0.66073024 normal=0.3392698 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7286263 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:00	Situação da Rede: 1.7091476 baixa_carga=0.65817046 normal=0.3418295 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7280145 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:03	Situação da Rede: 1.6945063 baixa_carga=0.6610987 normal=0.33890125 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.726418 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:06	Situação da Rede: 1.6951039 baixa_carga=0.6609792 normal=0.3390208 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7239106 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:09	Situação da Rede: 1.6927285 baixa_carga=0.6614543 normal=0.3385457 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7231985 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:12	Situação da Rede: 1.70773 baixa_carga=0.658454 normal=0.341546 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7222183 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:15	Situação da Rede: 1.7409512 baixa_carga=0.65180975 normal=0.34819025 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7197016 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:18	Situação da Rede: 1.6929507 baixa_carga=0.66140985 normal=0.33859015 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7116044 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:21	Situação da Rede: 1.694682 baixa_carga=0.6610636 normal=0.3389364 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7116437 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:24	Situação da Rede: 1.6927652 baixa_carga=0.6614469 normal=0.33855304 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7105669 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:27	Situação da Rede: 1.6930072 baixa_carga=0.66139853 normal=0.33860144 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7104403 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:30	Situação da Rede: 1.6935925 baixa_carga=0.66128147 normal=0.3387185 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7092324 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:33	Situação da Rede: 1.691943	Situação da Rede: 1.7084572

	baixa_carga=0.6616114 normal=0.33838862 alta_carga=0.0	A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:36	Situação da Rede: 1.6915281 baixa_carga=0.6616944 normal=0.33830562 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7085311 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:39	Situação da Rede: 1.6962456 baixa_carga=0.66075087 normal=0.3392491 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7091696 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:42	Situação da Rede: 1.6892253 baixa_carga=0.6621549 normal=0.33784506 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7055473 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:45	Situação da Rede: 1.6916072 baixa_carga=0.66167855 normal=0.33832145 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7020143 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:48	Situação da Rede: 1.6903539 baixa_carga=0.66192925 normal=0.33807078 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7005976 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:51	Situação da Rede: 1.6925788 baixa_carga=0.66148424 normal=0.33851576 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6978581 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:54	Situação da Rede: 1.6935127 baixa_carga=0.66129744 normal=0.33870253 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6970254 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
09:57	Situação da Rede: 1.696735 baixa_carga=0.660653 normal=0.339347 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6970447 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:00	Situação da Rede: 1.6932544 baixa_carga=0.6613491 normal=0.33865088 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6962501 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:03	Situação da Rede: 1.7533476 baixa_carga=0.6493305 normal=0.35066953 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6991922 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:06	Situação da Rede: 1.7615185 baixa_carga=0.6476963 normal=0.35230368 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7025129 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:09	Situação da Rede: 1.7213823 baixa_carga=0.6557236 normal=0.34427646 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7039455 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:12	Situação da Rede: 1.7264364 baixa_carga=0.65471274 normal=0.34528726 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7048808 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:15	Situação da Rede: 1.745251 baixa_carga=0.6509498 normal=0.34905022 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7050959 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:18	Situação da Rede: 1.7069712 baixa_carga=0.65860575 normal=0.34139425 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.705797 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:21	Situação da Rede: 1.727334 baixa_carga=0.6545332 normal=0.3454668 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7074295 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:24	Situação da Rede: 1.7912852 baixa_carga=0.64174294 normal=0.35825703 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7123555 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:27	Situação da Rede: 1.783425 baixa_carga=0.643315 normal=0.35668498 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7168764 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:30	Situação da Rede: 1.7635405 baixa_carga=0.6472919	Situação da Rede: 1.7203737 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

10:33	normal=0.3527081 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.7382499 baixa_carga=0.65235 normal=0.34765 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7226892 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:36	Situação da Rede: 1.7018644 baixa_carga=0.65962714 normal=0.34037286 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7232059 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:39	Situação da Rede: 1.702614 baixa_carga=0.65947723 normal=0.3405228 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7235243 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:42	Situação da Rede: 1.7007337 baixa_carga=0.6598533 normal=0.34014672 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7240998 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:45	Situação da Rede: 1.7022598 baixa_carga=0.65954804 normal=0.34045196 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7246324 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:48	Situação da Rede: 1.704872 baixa_carga=0.6590256 normal=0.3409744 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7253584 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:51	Situação da Rede: 1.7028472 baixa_carga=0.65943056 normal=0.34056944 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7258717 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:54	Situação da Rede: 1.7033511 baixa_carga=0.6593298 normal=0.34067023 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7263637 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
10:57	Situação da Rede: 1.7421321 baixa_carga=0.6515736 normal=0.3484264 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7286335 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:00	Situação da Rede: 1.6998001 baixa_carga=0.66003996 normal=0.33996004 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7289608 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:03	Situação da Rede: 1.7023542 baixa_carga=0.65952915 normal=0.34047085 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7264111 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:06	Situação da Rede: 1.702538 baixa_carga=0.6594924 normal=0.3405076 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7234621 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:09	Situação da Rede: 1.6989415 baixa_carga=0.6602117 normal=0.3397883 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7223401 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:12	Situação da Rede: 1.6975801 baixa_carga=0.66048396 normal=0.339516 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7208972 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:15	Situação da Rede: 1.7012898 baixa_carga=0.65974206 normal=0.34025794 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7186992 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:18	Situação da Rede: 1.7009448 baixa_carga=0.659811 normal=0.34018895 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7183979 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:21	Situação da Rede: 1.7039925 baixa_carga=0.6592015 normal=0.3407985 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7172308 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:24	Situação da Rede: 1.6983118 baixa_carga=0.6603376 normal=0.33966237 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7125821 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:27	Situação da Rede: 1.7096059 baixa_carga=0.6580788 normal=0.34192118 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7088912 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

11:30	Situação da Rede: 1.6974063 baixa_carga=0.66051877 normal=0.33948126 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7055844 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:33	Situação da Rede: 1.695934 baixa_carga=0.6608132 normal=0.33918682 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7034687 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:36	Situação da Rede: 1.7011833 baixa_carga=0.65976334 normal=0.34023666 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7034346 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:39	Situação da Rede: 1.7216659 baixa_carga=0.6556668 normal=0.34433317 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7043872 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:42	Situação da Rede: 1.7049537 baixa_carga=0.6590093 normal=0.34099072 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7045982 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:45	Situação da Rede: 1.7009374 baixa_carga=0.6598125 normal=0.3401875 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7045321 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:48	Situação da Rede: 1.7264887 baixa_carga=0.65470225 normal=0.34529775 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7056129 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:51	Situação da Rede: 1.7157953 baixa_carga=0.6568409 normal=0.34315905 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7062603 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:54	Situação da Rede: 1.7157953 baixa_carga=0.6568409 normal=0.34315905 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7062603 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
11:57	Situação da Rede: 1.7057241 baixa_carga=0.6588552 normal=0.34114483 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7063789 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:00	Situação da Rede: 1.7058189 baixa_carga=0.65883625 normal=0.34116378 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7045633 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:03	Situação da Rede: 1.7227893 baixa_carga=0.6554421 normal=0.34455785 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7057128 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:06	Situação da Rede: 1.7179369 baixa_carga=0.6564126 normal=0.34358737 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.706492 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:09	Situação da Rede: 1.6994418 baixa_carga=0.66011167 normal=0.33988836 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7063371 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:12	Situação da Rede: 1.6985798 baixa_carga=0.66028404 normal=0.33971596 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.706319 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:15	Situação da Rede: 1.7042174 baixa_carga=0.6591565 normal=0.3408435 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7066509 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:18	Situação da Rede: 1.7401265 baixa_carga=0.6519747 normal=0.3480253 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7085928 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:21	Situação da Rede: 1.7424045 baixa_carga=0.6515191 normal=0.34848088 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7106657 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:24	Situação da Rede: 1.7625066 baixa_carga=0.64749867 normal=0.35250133 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7135915 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:27	Situação da Rede: 1.7916272	Situação da Rede: 1.7182572

	baixa_carga=0.6416746 normal=0.35832542 alta_carga=0.0	A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:30	Situação da Rede: 1.7186291 baixa_carga=0.6562742 normal=0.34372583 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7187083 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:33	Situação da Rede: 1.8317931 baixa_carga=0.63364136 normal=0.3663586 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7254276 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:36	Situação da Rede: 1.7067262 baixa_carga=0.65865475 normal=0.34134525 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7259673 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:39	Situação da Rede: 1.720557 baixa_carga=0.6558886 normal=0.34411138 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.726936 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:42	Situação da Rede: 1.7202681 baixa_carga=0.6559464 normal=0.34405363 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7268661 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:45	Situação da Rede: 1.7025874 baixa_carga=0.65948254 normal=0.34051746 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7267478 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:48	Situação da Rede: 1.716252 baixa_carga=0.6567496 normal=0.3432504 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7275134 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:51	Situação da Rede: 1.6971399 baixa_carga=0.66057205 normal=0.33942798 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7260461 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:54	Situação da Rede: 1.7048359 baixa_carga=0.6590328 normal=0.34096718 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7254981 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
12:57	Situação da Rede: 1.6981192 baixa_carga=0.6603762 normal=0.33962384 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7251178 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:00	Situação da Rede: 1.7186391 baixa_carga=0.6562722 normal=0.34372783 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7257588 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:03	Situação da Rede: 1.6958193 baixa_carga=0.66083616 normal=0.33916384 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7244103 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:06	Situação da Rede: 1.6938838 baixa_carga=0.66122323 normal=0.33877677 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7232077 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:09	Situação da Rede: 1.6982298 baixa_carga=0.660354 normal=0.33964595 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.723147 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:12	Situação da Rede: 1.7042174 baixa_carga=0.6591565 normal=0.3408435 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.723429 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:15	Situação da Rede: 1.7401265 baixa_carga=0.6519747 normal=0.3480253 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7252244 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:18	Situação da Rede: 1.7424045 baixa_carga=0.6515191 normal=0.34848088 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7253383 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:21	Situação da Rede: 1.7625066 baixa_carga=0.64749867 normal=0.35250133 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7263434 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:24	Situação da Rede: 1.7916272 baixa_carga=0.6416746	Situação da Rede: 1.7277994 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

13:27	normal=0.35832542 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.8317931 baixa_carga=0.63364136 normal=0.3663586 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7298077 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:30	Situação da Rede: 1.7537844 baixa_carga=0.6492431 normal=0.35075688 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7315655 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:33	Situação da Rede: 1.7067262 baixa_carga=0.65865475 normal=0.34134525 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7253121 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:36	Situação da Rede: 1.720557 baixa_carga=0.6558886 normal=0.34411138 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7260036 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:39	Situação da Rede: 1.7202681 baixa_carga=0.6559464 normal=0.34405363 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7259892 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:42	Situação da Rede: 1.7025874 baixa_carga=0.65948254 normal=0.34051746 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7251052 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:45	Situação da Rede: 1.716252 baixa_carga=0.6567496 normal=0.3432504 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7257885 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:48	Situação da Rede: 1.6971399 baixa_carga=0.66057205 normal=0.33942798 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7248329 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:51	Situação da Rede: 1.7048359 baixa_carga=0.6590328 normal=0.34096718 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7252177 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:54	Situação da Rede: 1.6981192 baixa_carga=0.6603762 normal=0.33962384 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7248818 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
13:57	Situação da Rede: 1.6958193 baixa_carga=0.66083616 normal=0.33916384 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7247669 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:00	Situação da Rede: 1.704228 baixa_carga=0.6591544 normal=0.3408456 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7240462 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:03	Situação da Rede: 1.6938838 baixa_carga=0.66122323 normal=0.33877677 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7239494 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:06	Situação da Rede: 1.6982298 baixa_carga=0.660354 normal=0.33964595 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7241668 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:09	Situação da Rede: 1.7056216 baixa_carga=0.6588757 normal=0.34112433 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7245364 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:12	Situação da Rede: 1.6942784 baixa_carga=0.6611443 normal=0.33885568 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7240394 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:15	Situação da Rede: 1.6945362 baixa_carga=0.66109276 normal=0.33890724 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7217599 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:18	Situação da Rede: 1.6935128 baixa_carga=0.66129744 normal=0.33870256 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7193153 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:21	Situação da Rede: 1.6932336 baixa_carga=0.6613533 normal=0.3386467 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7158517 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

14:24	Situação da Rede: 1.6906877 baixa_carga=0.6618625 normal=0.33813754 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7108047 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:27	Situação da Rede: 1.6957803 baixa_carga=0.66084397 normal=0.33915606 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.704004 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:30	Situação da Rede: 1.724594 baixa_carga=0.6550812 normal=0.3449188 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7025446 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:33	Situação da Rede: 1.6945632 baixa_carga=0.6610874 normal=0.33891264 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7019364 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:36	Situação da Rede: 1.695013 baixa_carga=0.6609974 normal=0.3390026 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7006592 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:39	Situação da Rede: 1.6936016 baixa_carga=0.6612797 normal=0.33872032 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6993259 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:42	Situação da Rede: 1.6980053 baixa_carga=0.66039896 normal=0.33960107 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6990968 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:45	Situação da Rede: 1.695008 baixa_carga=0.6609984 normal=0.3390016 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6980345 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:48	Situação da Rede: 1.6951708 baixa_carga=0.66096586 normal=0.33903414 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6979362 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:51	Situação da Rede: 1.6939774 baixa_carga=0.6612045 normal=0.33879548 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6973932 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:54	Situação da Rede: 1.6962892 baixa_carga=0.66074216 normal=0.33925784 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6973017 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
14:57	Situação da Rede: 1.6963954 baixa_carga=0.66072094 normal=0.3392791 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6973305 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:00	Situação da Rede: 1.6989925 baixa_carga=0.6602015 normal=0.3397985 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.6970687 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:03	Situação da Rede: 1.6916299 baixa_carga=0.661674 normal=0.33832598 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.696956 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:06	Situação da Rede: 1.759794 baixa_carga=0.6480412 normal=0.3519588 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7000343 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:09	Situação da Rede: 1.7661731 baixa_carga=0.64676535 normal=0.35323462 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7030618 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:12	Situação da Rede: 1.7599477 baixa_carga=0.6480105 normal=0.35198954 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7063453 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:15	Situação da Rede: 1.7367188 baixa_carga=0.65265626 normal=0.34734374 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7084544 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:18	Situação da Rede: 1.7086105 baixa_carga=0.65827787 normal=0.3417221 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7092093 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:21	Situação da Rede: 1.7060719	Situação da Rede: 1.7098513

	baixa_carga=0.65878564 normal=0.34121436 alta_carga=0.0	A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:24	Situação da Rede: 1.8256629 baixa_carga=0.6348674 normal=0.36513257 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7166 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:27	Situação da Rede: 1.7706487 baixa_carga=0.64587027 normal=0.35412973 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7203434 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:30	Situação da Rede: 1.706229 baixa_carga=0.6587542 normal=0.3412458 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7194252 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:33	Situação da Rede: 1.7270176 baixa_carga=0.65459645 normal=0.34540352 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7210479 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:36	Situação da Rede: 1.774846 baixa_carga=0.6450308 normal=0.3549692 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7250395 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:39	Situação da Rede: 1.6957065 baixa_carga=0.6608587 normal=0.3391413 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7251447 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:42	Situação da Rede: 1.6349568 baixa_carga=0.6730086 normal=0.32699138 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7219924 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:45	Situação da Rede: 1.6875923 baixa_carga=0.66248155 normal=0.33751845 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7216215 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:48	Situação da Rede: 1.7190561 baixa_carga=0.6561888 normal=0.3438112 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7228158 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:51	Situação da Rede: 1.7366123 baixa_carga=0.65267754 normal=0.34732246 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7249476 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:54	Situação da Rede: 1.7405206 baixa_carga=0.6518959 normal=0.34810412 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7271591 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
15:57	Situação da Rede: 1.7349029 baixa_carga=0.6530194 normal=0.34698057 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7290845 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:00	Situação da Rede: 1.709133 baixa_carga=0.6581734 normal=0.34182662 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7295915 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:03	Situação da Rede: 1.7435342 baixa_carga=0.65129316 normal=0.34870684 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7321868 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:06	Situação da Rede: 1.7340864 baixa_carga=0.65318274 normal=0.34681728 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7309014 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:09	Situação da Rede: 1.7180288 baixa_carga=0.65639424 normal=0.34360576 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7284942 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:12	Situação da Rede: 1.7195715 baixa_carga=0.6560857 normal=0.3439143 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7264754 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:15	Situação da Rede: 1.8398759 baixa_carga=0.6320248 normal=0.36797518 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7316332 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:18	Situação da Rede: 1.6824026 baixa_carga=0.6635195	Situação da Rede: 1.7303228 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

16:21	normal=0.33648053 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6816357 baixa_carga=0.66367286 normal=0.33632714 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.729101 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:24	Situação da Rede: 1.6867841 baixa_carga=0.6626432 normal=0.33735684 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.722157 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:27	Situação da Rede: 1.6968629 baixa_carga=0.6606274 normal=0.33937258 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7184677 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:30	Situação da Rede: 1.696936 baixa_carga=0.6606128 normal=0.3393872 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7180032 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:33	Situação da Rede: 1.6973187 baixa_carga=0.6605363 normal=0.33946374 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7165182 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:36	Situação da Rede: 1.6931914 baixa_carga=0.6613617 normal=0.33863828 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7124355 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:39	Situação da Rede: 1.6926113 baixa_carga=0.66147774 normal=0.33852226 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7122806 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:42	Situação da Rede: 1.6956285 baixa_carga=0.6608743 normal=0.3391257 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7153143 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:45	Situação da Rede: 1.6958154 baixa_carga=0.66083694 normal=0.3391631 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7157254 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:48	Situação da Rede: 1.7706487 baixa_carga=0.64587027 normal=0.35412973 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.718305 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:51	Situação da Rede: 1.7270176 baixa_carga=0.65459645 normal=0.34540352 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7178253 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:54	Situação da Rede: 1.774846 baixa_carga=0.6450308 normal=0.3549692 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7195415 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
16:57	Situação da Rede: 1.6957065 baixa_carga=0.6608587 normal=0.3391413 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7175817 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:00	Situação da Rede: 1.7226388 baixa_carga=0.6554722 normal=0.34452778 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7182571 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:03	Situação da Rede: 1.695746 baixa_carga=0.6608508 normal=0.33914918 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7158676 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:06	Situação da Rede: 1.7007589 baixa_carga=0.6598482 normal=0.3401518 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7142012 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:09	Situação da Rede: 1.6970085 baixa_carga=0.6605983 normal=0.3394017 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7131503 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:12	Situação da Rede: 1.7036134 baixa_carga=0.6592773 normal=0.34072268 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7123524 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:15	Situação da Rede: 1.6951954 baixa_carga=0.6609609 normal=0.3390391 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7051183 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

17:18	Situação da Rede: 1.6948892 baixa_carga=0.6610222 normal=0.33897784 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7057427 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:21	Situação da Rede: 1.6961668 baixa_carga=0.66076666 normal=0.33923334 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7064692 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:24	Situação da Rede: 1.6937549 baixa_carga=0.66124904 normal=0.338751 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7068177 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:27	Situação da Rede: 1.6999952 baixa_carga=0.660001 normal=0.33999902 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7069744 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:30	Situação da Rede: 1.7412812 baixa_carga=0.65174377 normal=0.34825623 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7091917 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:33	Situação da Rede: 1.7007413 baixa_carga=0.65985173 normal=0.34014827 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7093627 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:36	Situação da Rede: 1.7015554 baixa_carga=0.65968895 normal=0.34031108 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7097809 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:39	Situação da Rede: 1.7049928 baixa_carga=0.65900147 normal=0.34099856 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7104 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:42	Situação da Rede: 1.7006434 baixa_carga=0.65987134 normal=0.3401287 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7106508 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:45	Situação da Rede: 1.695661 baixa_carga=0.6608678 normal=0.3391322 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.710643 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:48	Situação da Rede: 1.6931642 baixa_carga=0.6613672 normal=0.33863285 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7067689 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:51	Situação da Rede: 1.8209687 baixa_carga=0.63580626 normal=0.36419374 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7114664 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:54	Situação da Rede: 1.7175739 baixa_carga=0.6564852 normal=0.34351477 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7086028 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
17:57	Situação da Rede: 1.7159005 baixa_carga=0.6568199 normal=0.34318012 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7096125 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:00	Situação da Rede: 1.7347748 baixa_carga=0.65304506 normal=0.34695497 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7102193 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:03	Situação da Rede: 1.727165 baixa_carga=0.654567 normal=0.345433 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7117902 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:06	Situação da Rede: 1.7245107 baixa_carga=0.65509784 normal=0.34490213 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7129778 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:09	Situação da Rede: 1.7571281 baixa_carga=0.64857435 normal=0.35142562 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7159837 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:12	Situação da Rede: 1.6957726 baixa_carga=0.66084546 normal=0.33915454 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7155918 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:15	Situação da Rede: 1.695746	Situação da Rede: 1.7156193

	baixa_carga=0.6608508 normal=0.33914918 alta_carga=0.0	A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:18	Situação da Rede: 1.7007589 baixa_carga=0.6598482 normal=0.3401518 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7159128 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:21	Situação da Rede: 1.6970085 baixa_carga=0.6605983 normal=0.3394017 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7159549 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:24	Situação da Rede: 1.7036134 baixa_carga=0.6592773 normal=0.34072268 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7164478 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:27	Situação da Rede: 1.6951954 baixa_carga=0.6609609 normal=0.3390391 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7162077 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:30	Situação da Rede: 1.6948892 baixa_carga=0.6610222 normal=0.33897784 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7138882 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:33	Situação da Rede: 1.752003 baixa_carga=0.64959943 normal=0.3504006 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7164513 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:36	Situação da Rede: 1.7169198 baixa_carga=0.65661603 normal=0.34338397 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7172195 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:39	Situação da Rede: 1.6953841 baixa_carga=0.6609232 normal=0.33907682 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.716739 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:42	Situação da Rede: 1.7100954 baixa_carga=0.6579809 normal=0.34201908 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7172117 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:45	Situação da Rede: 1.6923647 baixa_carga=0.66152704 normal=0.33847293 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7170469 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:48	Situação da Rede: 1.6938696 baixa_carga=0.6612261 normal=0.3387739 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7170821 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:51	Situação da Rede: 1.6949167 baixa_carga=0.66101664 normal=0.33898336 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7107795 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:54	Situação da Rede: 1.6928741 baixa_carga=0.6614252 normal=0.33857483 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7095445 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
18:57	Situação da Rede: 1.6952556 baixa_carga=0.6609489 normal=0.33905113 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7085123 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:00	Situação da Rede: 1.6929773 baixa_carga=0.66140455 normal=0.33859545 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7064224 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:03	Situação da Rede: 1.7998881 baixa_carga=0.6400224 normal=0.35997763 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7100586 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:06	Situação da Rede: 1.6908547 baixa_carga=0.66182905 normal=0.33817095 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7083758 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:09	Situação da Rede: 1.6904913 baixa_carga=0.6619017 normal=0.33809826 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7050439 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:12	Situação da Rede: 1.69293 baixa_carga=0.661414	Situação da Rede: 1.7049018 A rede encontra-se em uma Situação Normal!

19:15	normal=0.338586 alta_carga=0.0 Situação da Rede: 1.6914327 baixa_carga=0.6617135 normal=0.33828655 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7046862 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:18	Situação da Rede: 1.6906894 baixa_carga=0.66186213 normal=0.3381379 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7041826 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:21	Situação da Rede: 1.6909006 baixa_carga=0.6618199 normal=0.33818012 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7038772 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:24	Situação da Rede: 1.6973194 baixa_carga=0.6605361 normal=0.3394639 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7035626 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:27	Situação da Rede: 1.7144593 baixa_carga=0.6571081 normal=0.34289187 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7045257 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:30	Situação da Rede: 1.7287707 baixa_carga=0.65424585 normal=0.34575415 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7062198 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:33	Situação da Rede: 1.7410493 baixa_carga=0.65179014 normal=0.34820986 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7056721 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:36	Situação da Rede: 1.7030804 baixa_carga=0.6593839 normal=0.34061608 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7049801 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:39	Situação da Rede: 1.7105922 baixa_carga=0.65788156 normal=0.34211844 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7057406 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:42	Situação da Rede: 1.6996776 baixa_carga=0.66006446 normal=0.3399355 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7052196 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:45	Situação da Rede: 1.7050071 baixa_carga=0.6589986 normal=0.34100142 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7058518 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:48	Situação da Rede: 1.7162905 baixa_carga=0.6567419 normal=0.34325808 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7069728 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:51	Situação da Rede: 1.7091653 baixa_carga=0.65816694 normal=0.34183306 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7076852 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:54	Situação da Rede: 1.723265 baixa_carga=0.655347 normal=0.344653 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7092048 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
19:57	Situação da Rede: 1.7134552 baixa_carga=0.65730894 normal=0.34269103 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7101148 A rede encontra-se em uma Situação Normal!
20:00	Situação da Rede: 1.6948375 baixa_carga=0.6610325 normal=0.3389675 alta_carga=0.0	Situação da Rede: 1.7102078 A rede encontra-se em uma Situação Normal!