UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

# S A F O - Sistema Agregador de Ferramentas de Operação de rede

por

Roseclea Duarte Medina

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

Prof. Liane M. R. Tarouco
Orientador



Porto Alegre, julho de 1996.

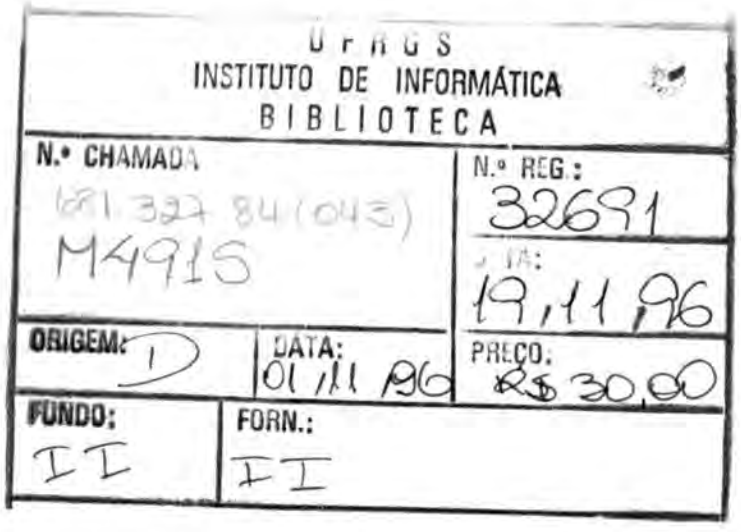
## CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Medina, Roseclea Duarte

S A F O - Sistema Agregador de Ferramentas de Operação de rede / Roseclea Duarte Medina.—Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1996.
119 p.: il.

Dissertação (mestrado)—Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Porto Alegre, BR-RS, 1996. Orientador: Tarouco, Liane M. R.

1.Redes de Computadores. 2.Gerência de Redes. 3.Sistemas Especialistas. 4.Gerenciamento. 5.Ferramentas. 6.Integração de Ferramentas. I.Tarouco, Liane M. R. II. Título.




Comunicação de dados - SEO
Redes computadores
Gerência Redes computadores
Sistemas especialistas
Integração Ferramentas

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Reitor: Prof. Hélgio Trindade
Pró-Reitor de Pesquisa e Graduação: Prof. Cláudio Sherer
Diretor do Instituto de Informática: Prof. Roberto Tom Price
Coordenador do CPGCC: Prof. Flávio Rech Wagner
Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Zita Prates de Oliveira

# AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãos pelo apoio dado.

A colaboração fundamental da minha orientadora, profa. Liane Tarouco, sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

Ao Elias, pelo apoio, dedicação e imenso companheirismo a mim dedicados.

As minhas amigas Ana, Má, Simone Nunes, Esmilda, Francisca, Estela, Rô, Simone Paro e Elaine pelo estímulo, auxílio, sugestões e muitas festas.

Ao Luiz Eduardo, pela grande contribuição na construção do protótipo ( a "saga" acabou...).

A todos os amigos da empresa Interop, em especial ao Dario e a Madeleine, pelo repasse da experiência prática em gerenciamento de redes, pelas oportunidades proporcionadas e principalmente, pelo apoio e compreensão na etapa final deste trabalho.

Ao meu sobrinho e afilhado Giancarlo, pelas inúmeras alegrias ( e pelas tardes em que não pude trabalhar na tese, embalando e fazendo *"super"*).

# SUMÁRIO

# LISTA DE FIGURAS

# LISTA DE ABREVIATURAS

API - *Application Programming Interface*

ARP - *Address Resolution Protocol*

ATM - *Assyncronous Transfer Mode*

CMIP - *Common Management Information Protocol*

CPU - *Central Process Unit*

EC - *Engenheiro do Conhecimento*

FDDI - *Fiber Distributed Data Interface*

GUIDE - *Graphical User Interface Design Environment*

IA - *Inteligence Artificial*

ICMP - *Internet Control Message Protocol*

IP - *Internet Protocol*

LLA - *Link Level Address*

LSRR - *Loose Source Record Route*

MIB - *Management Information Base*

NFS - *Network File System*

NIS - *Network Information Service*

NMS - *Network Management System*

NNM - *Network Node Manager*

OSI - *Open System Interconnection*

RARP - *Reverse Address Resolution Protocol*

RFC - *Request for Comments*

RISC - *Reduced Instruction Set Computer*

RPC - *Remote Procedure Call*

SAI - *Sistema de Auxílio Inteligente*

SAFO - *Sistema Agregador de Ferramentas de Operação de rede*

SE - *Sistema Especialista*

SNMP - *Simple Network Management Protocol*

TCP - *Transmission Control Protocol*

TTL - *Time To Live*

UDP - *User Datagram Protocol*

XDR - *eXternal Data Representation*

# RESUMO

SAFO (Sistema Agregador de Ferramentas de Operação de Rede) é um ambiente aberto e integrado que visa auxiliar na tarefa de gerenciamento de redes. O sistema é o resultado de um estudo de vários utilitários já existentes e a seleção de um conjunto mínimo necessário para a realização de monitoramento e manipulação dos componentes da rede.

Os utilitários selecionadas foram integradas num único ambiente, onde o usuário interage com o sistema através de uma interface gráfica baseada em janelas, facilitando o uso dos utilitários disponíveis. O grande número de parâmetros inerentes a cada utilitário podem inibir ou reduzir seu uso, por isso foi implementado um sistema de help *on-line* para todos os utilitários com o objetivo de auxiliar na sua utilização. Muitas vezes, as mensagens decorrentes da execução dos utilitários são de difícil interpretação ou são desconhecidas, o que torna o seu resultado praticamente inútil. Para tentar minimizar este problema, o SAFO oferece uma *Função Assistente*, que auxilia nesta interpretação interagindo com um *Banco de Recomendações*, onde é apresentada a mensagem resultante da execução do utilitário, as prováveis causas que deram origem a mensagem e, sempre que possível, apresenta sugestões e/ou comentários de ações que podem ser tomadas para eliminar o determinado problema. Com estas funções, o SAFO pretende ser um utilitário útil na complexa tarefa de gerenciamento de rede servindo tanto a operadores experientes como aos inexperientes, auxiliando e agilizando na execução de suas tarefas diárias de manter a rede operacional e num nível de performance satisfatório.

**Palavras-chave**: Redes de Computadores, Gerência de Redes, Sistemas Especialistas, Gerenciamento, Ferramentas.

**TITLE:** "SAFO - Integrated System of Tools for Network Operation"

# ABSTRACT

SAFO (Integrated System of Tools for Network Operation) is an open and integrated system built up to aid in network management work. The system results from a study of many existing tools and from the selection of a minimum set of tools necessary for network monitoring and handling.

The selected tools were integrated in an environment where the user interacts with the system through a graphic interface based on windows, to facilitate the use of available tools. The high number of parameters inferent to each tool can inhibit or reduce its use, so an *on-line* help system for all tools was developed. Usually the messages resulting from execution of the tools are difficult to understand or are unknown, making the results quite useless. Trying to minimize this problem, the SAFO offers a *Function Assistant*, that helps in this interpretation interacting with a *Base of Recommendations*, where the resulting message , the likely cause which originated the message and, if possible, suggestions and/or comments of actions that can be taken to eliminate the problem are shown. With these functions, the SAFO intends to become an useful tool in the complex task of managing networks providing support for both experienced and beginer users, helping and speeding up the network operator's daily task of maintaining the network operational and with good performance.

**Keywords:** Computers Networks, Network Management, Experts Systems, Management, Tools.

# 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos tem aumentado de forma significativa o número de computadores que, mesmo sendo de diversos fornecedores e tendo arquiteturas diferentes, estão sendo interligados. Devido ao grande número e a velocidade com que as redes estão surgindo e se conectando a outras já existentes, tornou-se necessário realizar um gerenciamento destas, tarefa bastante complexa devido ao caráter distribuído dos elementos a monitorar e gerenciar.

A agilidade dos dias atuais exige redes cada vez mais rápidas, de maior porte e muito mais confiáveis. Isso significa que estas passam a necessitar de um controle muito mais eficaz, que deve atender aos requerimentos de todo o ambiente. Assim, umas das maiores preocupações dos profissionais da área é exatamente a construção de uma solução de gerenciamento integrado que supra a necessidade de controle das redes atuais e que possibilitem o crescimento para um futuro sempre " mais próximo" e em constante transformação. Essa tarefa faz com que os profissionais passem por algumas fases obrigatórias com aspectos complexos a serem considerados.

Inicialmente, esses profissionais devem se preparar para os desafios inerentes ao negócio da empresa, a começar pelo fato de que este negócio, seja ele qual for, está cada vez mais dependente da perfeita operação da rede. Hoje já não é mais possível tolerar quedas na rede e os períodos em que esta permanece " fora do ar". Outro aspecto a ser considerado é o constante crescimento das redes e os seus novos requerimentos de performance. A banda disponível encontrada nas redes atuais sofre uma tremenda "pressão". Isto é causado pelo crescente número de usuários, que são simplesmente incluídos em redes já existentes e que estão, ou estavam, operando satisfatóriamente. Soma-se a isso a constante evolução das tecnologias, cada vez mais rápidas e que aumentam muito a capacidade de processamento dos dispositivos da rede, pricipalmente os desktops.

Ainda nesse contexto, deve-se considerar o comportamento das aplicações que trafegam pela rede, as quais mudaram muito desde os simples processadores de texto e planilhas eletrônicas até as transmissões de vídeo e multimídia atuais. Essa mudança reflete diretamente na performance da rede, já que a banda requerida passa a ser muito maior e os *downtimes* muito mais críticos.

Para tentar atender as inúmeras funções, a tarefa de gerenciamento de redes foi dividida em *Áreas Funcionais*, definidas pela arquitetura de gerenciamento OSI [LEI 93]:

**Gerenciamento de Falhas**: é o processo que permite localizar problemas ou falhas e envolve os passos de descoberta do problema, isolamento do problema e resolução. Deve permitir também a antecipação de falhas;

**Gerenciamento de Configuração** : oferece meios para estabelecer parâmetros de operação de rede e meios para coletar, apresentar e alterar sua configuração;

**Gerenciamento de Segurança**: controla o acesso as informações da rede. Tem como objetivo gerenciar as facilidades, os serviços e os mecanismos de segurança, de modo a proteger os recursos da rede contra ameaças e violações;

**Gerenciamento de Performance**: possibilita selecionar e usar indicadores adequados para medir o desempenho de uma rede, oferecendo subsídios, quando necessário, para redimensionar os seus recursos ou alterar o seu modo de operação, de forma a melhorar o seu desempenho;

**Gerenciamento de Contabilização**: permite determinar o índice de utilização dos recursos da rede, definir as escalas de tarifação associadas para obter os custos envolvidos.

As funcionalidades definidas para cada uma dessas áreas são implementadas dentro do contexto de uma arquitetura de gerenciamento, que pode ser aberta ou proprietária [CAR 95].

## 1.1 Modelo de Gerenciamento e Visão Geral da Organização de Gerenciamento de Rede

Segundo [ROS 91], o modelo de gerenciamento é formado por três componentes:

- **Nós gerenciados**, cada um contendo um agente;
- Ao menos uma **estação de gerenciamento** da rede;
- **Protocolo de gerenciamento**, que é utilizado pela estação gerenciadora e os agentes para trocar informações de gerenciamento.

Os nós gerenciados se referem a dispositivos que estão dentro de uma das categorias: *host system* ( workstations, PCs, terminais, impressoras), *gateway system*, ou, *device media* (bridge, hub, multiplexador). Devem ter um agente executando para possibilitar o seu gerenciamento que, por sua vez, deve ser "transparente", atendendo ao axioma fundamental: **" O impacto de adicionar gerenciamento de rede aos nós gerenciados deve ser mínimo"** [ROS 91].

As estações gerenciadoras da rede se referem a sistemas onde estão instalados:

- o protocolo de gerenciamento da rede, e

- as aplicações de gerenciamento da rede.

Como nos nós gereciados o impacto de adicionar gerenciamento deve ser mínimo, toda a "carga" desta tarefa fica sobre as estações de gerenciamento, que devem ser, naturalmente, mais "possantes" em comparação com os nós gerenciados.

O protocolo de gerenciamento é o responsável pelo mecanismo de troca de informações entre a estação gerenciadora e os agentes dos nós gerenciados. Realiza, além das operações de leitura e escrita nas variáveis da MIB, operação *traversal* que permite a estação de gerenciamento determinar que variáveis o nó gerenciado suporta e operação de *trap*, que permite ao nó gerenciado reportar um evento extraordinário a estação de gerenciamento.

Segundo [TER 87], as responsabilidades de gerenciamento são subdivididas em 4 componentes chaves:

- Controle Operacional,

- Administração,

- Análise e

- Planejamento.

A Figura 1.1 apresenta um resumo da organização do gerenciamento da rede.

O objetivo principal do gerenciamento de redes é proporcionar serviços adequados para os usuários das informações do sistema com capacidade ótima e custo razoável.

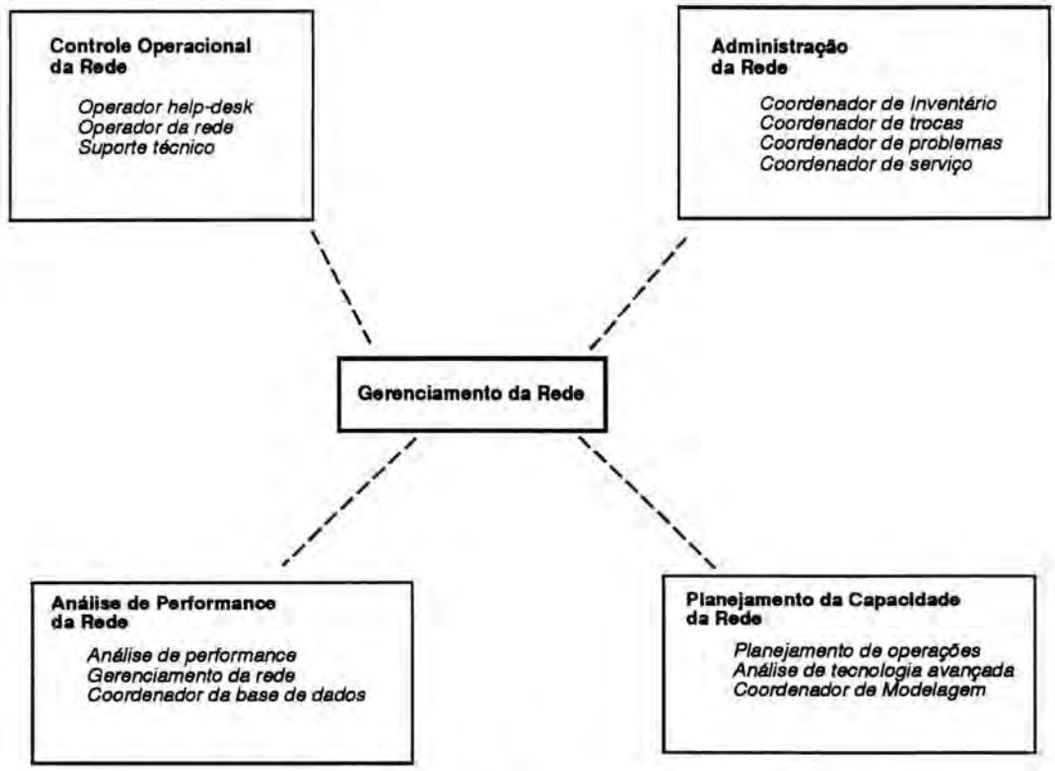



FIGURA 1.1: Organização do Gerenciamento da Rede

## 1.2 Recursos Humanos no Gerenciamento

Nos últimos tempos, muito tem-se falado sobre as dificuldades encontradas pelos administradores para a manutenção das redes que se tornam, a cada dia, mais complexas e críticas para o funcionamento das empresas. As queixas mais comuns estão associadas com o tempo gasto para a localização de falhas na segurança, no cabeamento, causas para a queda de desempenho, tipo de hardware e versões de software instalados, entre outras. Até bem pouco tempo atrás, a técnica mais utilizada para diagnosticar um problema era a tentativa e erro, pois sem utilitários adequados era a única solução possível [WAL 95]. De alguns tempos para cá, no entanto, surgiram inúmeros utilitários com o objetivo de auscultar um ou outro aspecto da rede, auxiliando na gestão e controle de redes para torná-las mais eficientes e produtivas.

Para manter a rede operacional, os gerentes necessitam:

1. Monitorar o sistema → A monitoração é um aspecto fundamental do gerenciamento de redes. É dividida em duas categorias: detecção de erro e monitoração básica ( observação).

2. Detectar falhas e isolamento → Quando o sistema falha, o gerente deve tentar diagnosticar a causa o mais rápido possível para o sistema retornar ao funciamento normal.

3. Testar a perfomance → o gerenciamento da performance tem duas atividades: monitoramento passivo do sistema, para detectar problemas e determinar seu perfil normal de operação, ou teste ativo de performance, com geração de tráfego artificial para avaliar a resposta dos recursos da rede.

4. Configurar o sistema → gerenciar a configuração é setar, coletar e armazenar o estado e os parâmetros dos recursos da rede.

Para realizar a contento essas atividades, os gerentes encontram várias dificuldades, entre elas:

- a grande diversidade de utilitários disponíveis, que atendem um ou outro aspecto da rede;
- dificuldade de uso destes utilitários. Quanto mais difícil for sua utilização, menor será seu uso;
- falta de tempo para estudo destes utilitários. Alguns utilitários são tão complexas que exigem leitura de manuais imensos e a realização de muitos testes.
- dificuldade de interpretação dos resultados apresentados. A falta de uma compreensão correta dos resultados praticamente anula o objetivo do utilitário.

No gerenciamento da computação distribuída, a solução antiga de diversos produtos distintos por função e plataforma, tornou-se muito difícil de administrar. Principalmente em caso de problemas, dado o possível jogo de empurra dos fornecedores e o trabalho de integração que fica por conta do usuário [CAM 95].

Com o propósito de reduzir as dificuldades encontradas pelos administradores e auxiliar nas tarefas de gerenciamento surgiu a motivação para o desenvolvimento do protótipo do SAFO ( Sistema Agregador de Ferramentas de Operação de rede), que objetiva:

- *provêr soluções simplificadas e eficazes, integrando um conjunto de utilitários numa única interface gráfica, com help on-line; possibilitar a constante atualização do sistema através da inclusão e exclusão de utilitários, sem esforço de programação; oferecer auxílio na interpretação dos resultados decorrentes da execução dos utilitários e interação com um banco de recomendações, com sugestões para solução dos problemas.*

## 1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho apresenta o estudo realizado e a experiência adquirida no desenvolvimento do SAFO. Na sequência a esta introdução, o capítulo 2 apresenta atividades de um Controle Operacional de Rede e suas responsabilidades. O capítulo 3 cita as categorias de utilitários e apresenta a necessidade de integração das mesmas. São apresentadas também três ferramentas integradas disponíveis no mercado ( baseadas em unix) e feito um breve comparativo entre elas. O sistema SAFO é apresentado no capítulo 4, com sua organização, seu funcionamento e o conjunto de utilitários que fazem parte do sistema . O capítulo 5 apresenta as características da implementação, como ambiente de implementação e as interfaces gráficas do SAFO e também as avaliações feitas em outras redes, onde o protótipo foi instalado para teste. No capítulo 6 está a conclusão do trabalho, com os comentários sobre os

objetivos e benefícios alcançados. Sugestões para continuidade do trabalho também são apresentadas neste capítulo.

# 2 CONTROLE OPERACIONAL DA REDE

Controle Operacional da Rede é uma coleção de atividades requeridas para manter dinâmicamente o nível de serviço da rede constante e estável, dentro dos padrões de desempenho adequados. Estas atividades garantem alta disponibilidade para rapidamente reconhecer problemas e degradação de performance, inicializando as funções de controle quando necessário [TER 87].

## 2.1 Metodologia do Controle Operacional da Rede

O fluxo de atividades num ambiente típico de Controle Operacional da Rede é ilustrado na Figura 2.1.

Neste fluxo, somente as tarefas mais importantes são apresentadas. O tempo decorrido entre a determinação e a solução de um problema encontrado varia entre imediato ( tempo real) até aproximadamente um dia. Todos os esforços devem ser direcionados para a resolução do problema visando restabelecer novamente o pleno funcionamento da rede.

Para atingir e manter os objetivos do nível de serviço é necessário monitorar a rede para verificar o seu funcionamento. A base de dados é suprida com os dados decorrentes da monitoração. De posse dessas informações, verifica-se se a situação atual reflete a situação planejada. Caso a resposta seja afirmativa, é estabelecido um padrão operacional. Caso contrário, parte-se para a etapa de determinação do problema, tentando detectar o mais rápido possível o que está impedindo o perfeito funcionamento da rede.

Após identificar a origem do problema, inicia-se imediatamente a implementação da solução, com o propósito de eliminar o mesmo. Com o retorno à

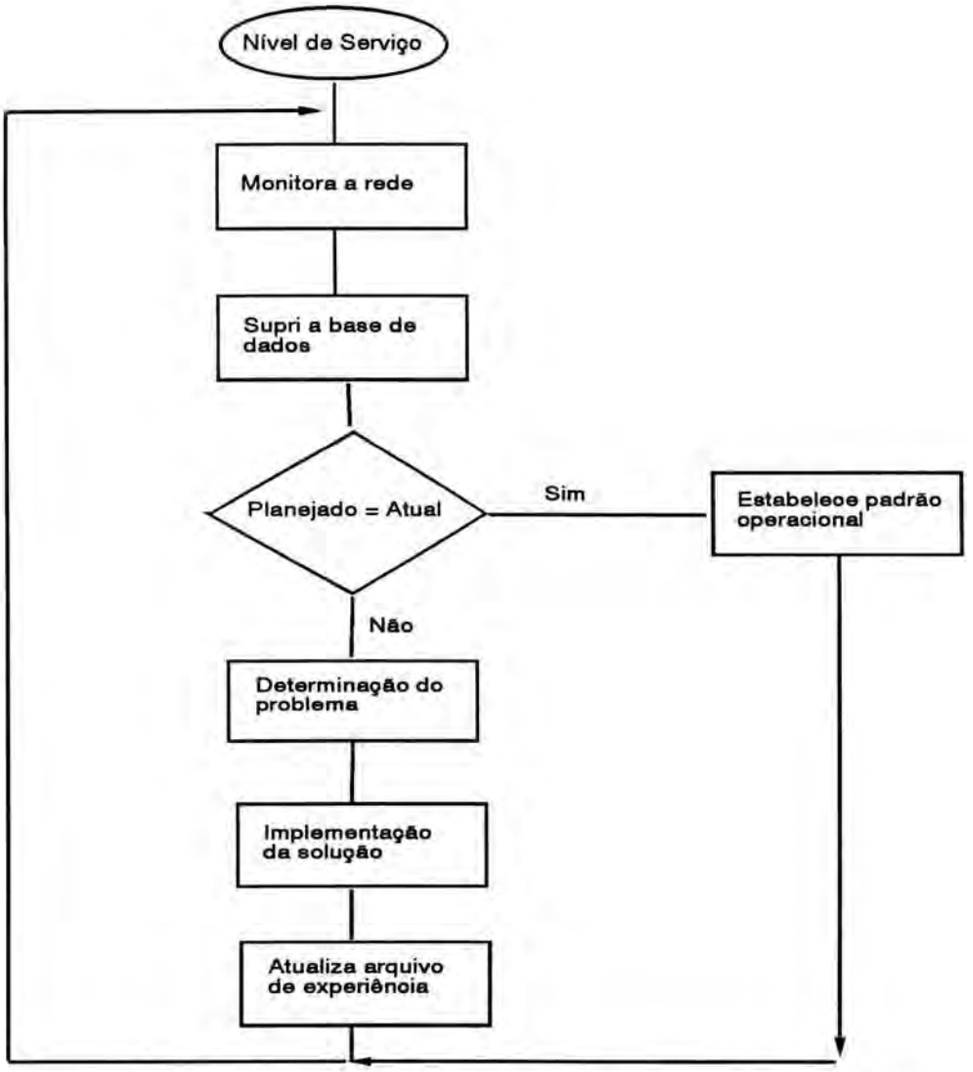



FIGURA 2.1: Metodologia do Controle Operacional da Rede

normalidade, é atualizado o arquivo de experiências ( ou de recomendações) com informações do tipo: que erro ocorreu, o que originou e os procedimentos executados para saná-lo. O processo reinicia com o acompanhamento da rede novamente.

## 2.2 Responsabilidades

Segundo [TER 87], as áreas de responsabilidade do Controle Operacional da Rede cobrem todas as atividades essenciais mencionadas na metodologia e também as atividades que são pré-requesitos para execução de funções em tempo

crítico, como help-desk, manutenção técnica, seleção de ferramentas, distribuição de informação, etc.

### 2.2.1 Monitoração e Coleta de Dados

A monitoração e coleta de dados incluem:

- Tempo de resposta
- Disponibilidade
- Precisão das informações

Estas informações são a base para a comparação entre o nível de serviço planejado e o atual, conforme demonstrado na Figura 2.1.

A coleta de dados pode ser feita de duas maneiras:

$\rightsquigarrow$ coleta de dados contínua: consiste em extrair dados da rede continuamente, pré-processar os dados de um segmento em tempo real, mostrar o status da rede e simultaneamente armazenar informações na base de dados da rede.

$\rightsquigarrow$ coleta de dados sob demanda: útil na investigação de problemas de performance da rede ou para diagnosticar problemas de funcionalidade. É adequada para supervisão da rede e, ao contrário da coleta de dados contínua, não atende a propósitos de planejamento.

### 2.2.2 Planejamento da Apresentação do Status da Rede

O objetivo principal deste planejamento é não sobrecarregar o operador com inúmeras informações num curto espaço de tempo. As principais opções de *design* incluem:

- telas de starting,

- técnica direcionada a menus, para usuários inexperientes,

- perguntas diretas para operadores experientes ( help-desk),

- cores múltiplas para alertas,

- diferenciação de status de alertas,

- suporte acústico para situação excepcional,

- programação de *thresholds* e layout de telas,

- opção de 'hard-copy',

- uso significativo de funções chaves para help e apresentação de status.

A forma de apresentação das informações deve ser planejada de acordo com técnicas de programação visual pois as mesmas devem ser de fácil compreensão, visto que o operador da rede não tem tempo para utilizar procedimentos sofisticados para determinação do problema.

Juntamente com help *on-line*, tutoriais e outras formas de auxílio, a apresentação do status da rede numa interface gráfica proporciona a visualização da rede como um todo e através de suas diferentes cores de alertas, seu status de funcionamento é reconhecido de uma maneira ágil e fácil, auxiliando na localização do problema. Algumas ferramentas gráficas utilizadas atualmente serão comentadas no próximo capítulo.

### 2.2.3 Determinação do Escopo do Controle Operacional da Rede

Basicamente, o Controle Operacional da Rede pode ser feito de duas formas: Centralizado ou Descentralizado. Os fatores que irão influenciar a adoção de uma ou outra forma de controle são:

- recursos humanos no local remoto
- disponibilidade de ferramentas no local remoto
- disponibilidade de ferramentas com capacidade de monitoração remota
- característica da aplicação
- falta de disposição e habilidade para cooperar nos locais remotos
- tempo decorrido entre a chegada de um problema e alguém começar a trabalhar nele
- capacidade de comunicação do software para suportar determinação de problemas e diagnósticos remotos
- quantidade de informação a ser transferida para propósitos de controle
- disponibilidade de um canal secundário para controle

O Quadro 2.1 apresenta as vantagens e desvantagens do Controle Operacional da Rede centralizado.

| | CONTROLE CENTRAL |
|---|---|
| VANTAGENS | - overview geral<br>- o "staff" se encontra num único lugar<br>- Manutenção centralizada de inventários e arquivos de experiências<br>- operador livre dos sistemas remotos<br>- base para automação<br>- determinação rápida do problema<br>- coordenação de trocas<br>- implementação de padrões<br>- relatórios e estatísticas centralizadas |
| DESVANTAGENS | - muitos dados para serem filtrados<br>- excesso de processamento<br>- excesso de transmissão<br>- necessidade de canal secundário |

**Quadro 2.1 - Controle Centralizado**

O Quadro 2.2 apresenta as vantagens e desvantagens do Controle Operacional da Rede Descentralizado.

| | CONTROLE REMOTO |
|---|---|
| VANTAGENS | - somente dados seletivos<br>- rápida reação aos problemas na área local |
| DESVANTAGENS | - tempo download maior<br>- contratar e treinar pessoal para o local remoto<br>- instalação de múltiplos utilitários<br>- problemas de sincronização<br>- otimização realizada localmente, apenas. |

**Quadro 2.2 - Controle Descentralizado**

### 2.2.4 Determinação do Problema

Esta atividade é invocada quando existe uma indisponibilidade da rede ou parte dela, ou ainda, quando existir problemas de performance. A palavra *problema* significa um incidente ou evento que faz um sistema não funcionar como esperado.

O objetivo principal é minimizar o efeito dos problemas e reduzir o tempo até a restauração. A determinação de um problema abrange 4 etapas:

1. detecção
2. determinação
3. diagnósticos
4. resolução

Uma das responsabilidades mais importantes do Controle Operacional da Rede, o processo de determinação divide a complexidade dos problemas em três níveis:

- **Primeiro Nível**, em que os problemas geralmente são de natureza não técnica e são resolvidos via help-desk, por telefone. Como exemplo estão os procedimentos mal-entendidos, má configuração de software e equipamentos;

- **Segundo Nível**, onde os problemas são conduzidos pelo operador e são de natureza técnica, onde diagnósticos se fazem necessários. São decorrentes de falhas de hardware, software de rede ou de aplicação.

- **Terceiro Nível**, onde os problemas são mais complexos e são tratados por especialistas em comunicação de dados, hardware e software. Neste nível se enquadram as falhas em múltiplos componentes, geralmente intermitentes e de difícil isolamento.

#### 2.2.4.1 Detecção do problema

Um fluxo representando a etapa de detecção do problema é apresentado na Figura 2.2.

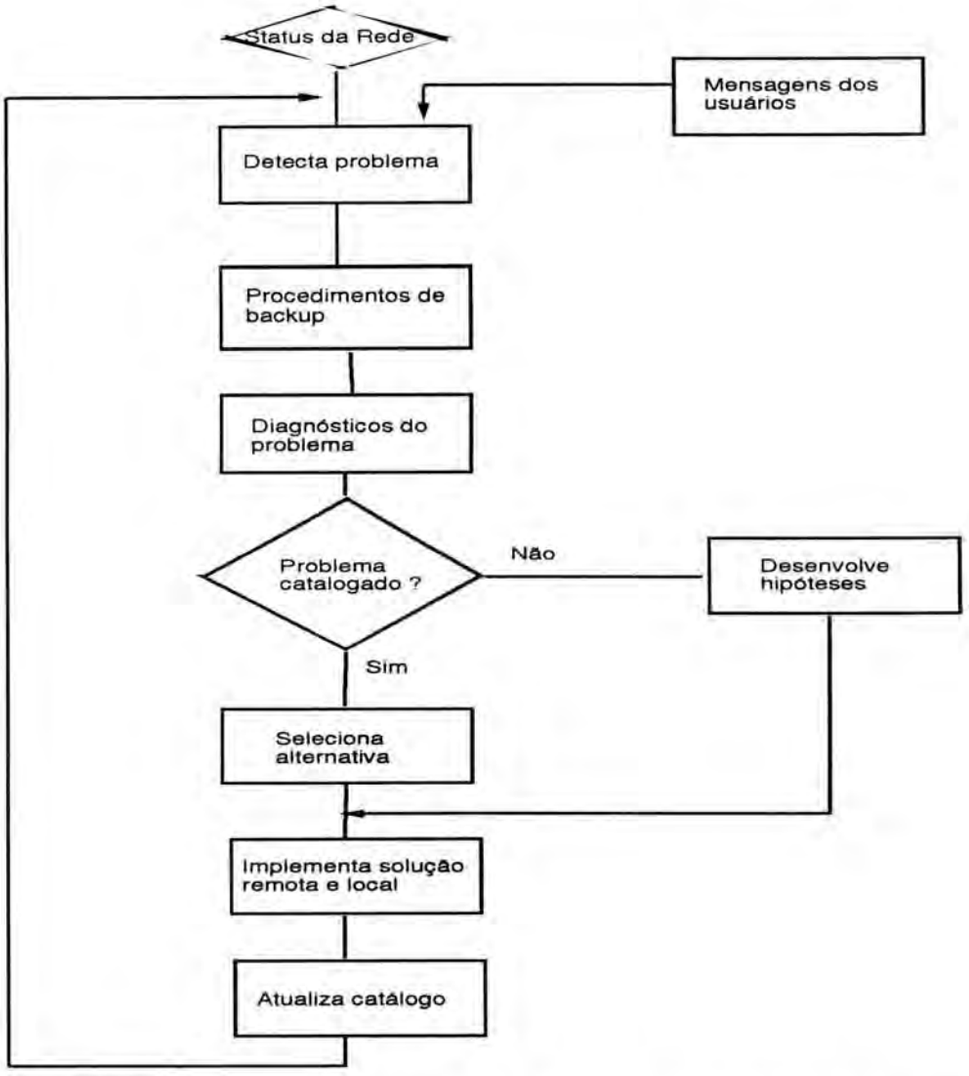



FIGURA 2.2: Procedimentos para Determinação do Problema

Nesta Figura é apresentada a sequência do procedimento de detecção de problema. Partindo da apresentação do status da rede e de mensagens recebidas dos usuários, um problema é detectado e imediatamente é feito os procedimentos de backup para evitar perdas. A fase de diagnóstico do problema verifica se o mesmo consta do catálogo de problemas já ocorridos. Se afirmativo, é selecionada a melhor alternativa para atingir a solução do problema. Caso contrário, é realizado o desenvolvimento de hipóteses. Após é implementada a solução, que pode ser de forma manual, semi-automática ou automática. Por último, é atualizado o arquivo de catálogo de problemas.

#### 2.2.4.2 Determinação do Problema

Consiste em responder a questão: *O quê está errado e onde está o problema na rede?*

A tarefa de determinação do problema pode ser facilitada de maneira significativa com o uso de utilitários que proporcionem o maior número de informações referentes ao funcionamento da rede. Isto inclui também o uso de sistemas especialistas que podem ser utilizados como *banco de conhecimentos*, resumindo múltiplas experiências de vários especialistas. Estes sistemas, de certa forma, podem automatizar o processo de determinação do problema, agilizando a solução do mesmo.

#### 2.2.4.3 Diagnóstico do Problema

O status do problema deve ser monitorado para verificar a situação. Com o objetivo de reduzir o tempo necessário para a realização de diagnósticos, uma pesquisa nos arquivos de catálogos são de grande utilidade. Um fluxo para diagnosticar problemas pode ser preparado pelos grupos de Rede, Performance e Análise, com informações abrangendo:

- arquivo de experiências
- arquivo de fornecedores
- arquivo de inventário
- ferramentas de monitoração
- características da arquitetura da rede e software de comunicação

#### 2.2.4.4 Resolução do Problema

É a última etapa da responsabilidade de Determinação do Problema. Em resumo, é delegar a tarefa de resolução do problema ( reparo) para a equipe de Manutenção Técnica ( *on-line* ou *off-line*) ou para a de Análise de Performance da Rede.

### 2.2.5 Testes

Os testes são necessários para verificar dinamicamente a operação correta da rede. Devem incluir componentes e links. Podem ser executados durante a operação normal da rede mas não devem interferir no seu funcionamento em momento algum.

### 2.2.6 Recuperação da Rede

Segundo [TOR 95], existe uma verdade que não pode ser esquecida, nem desvalorizada: **Falhas na rede são inevitáveis e precisam ser administradas da melhor forma possível**.

Na recuperação da rede, quanto maior for o tempo decorrido para solucionar o problema, maior são os custos da operação e a insatisfação do usuário. A Figura 2.3 resume os passos mais importantes para a recuperação da rede.

A partir dos diagnósticos do problema e de informações necessárias para resolução, realiza-se os reparos e/ou trocas. Os testes tem a função verificar se as alterações foram bem sucedidas, dando continuidade ao processo operacional, ou não, sendo necessário rever o procedimento adotado. Após, é necessário finalizar as ações complementares ( mas não menos importantes) como:

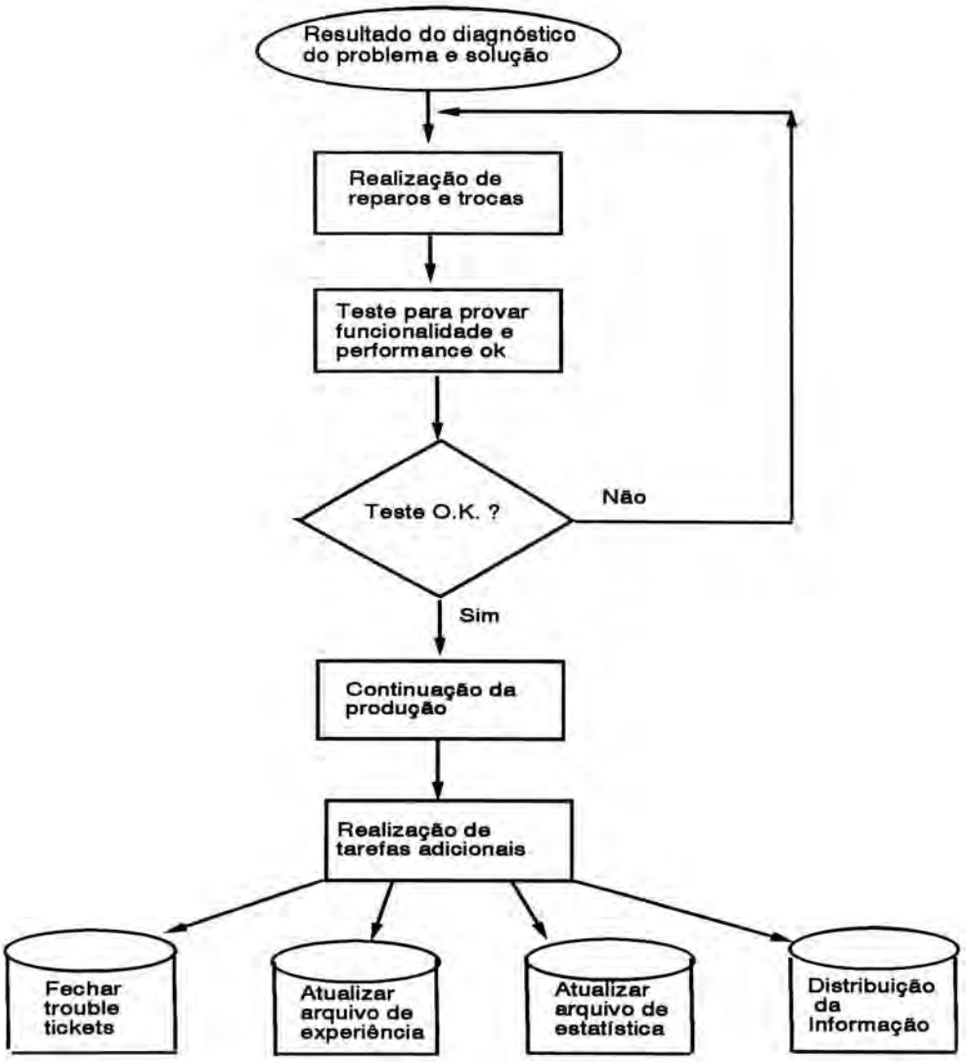



FIGURA 2.3: Passos para Recuperação da Rede

- encerrar *trouble ticket*, comentando a causa do problema

- atualizar arquivo de experiência

- atualizar arquivo de estatística

- distribuir a informação ( informar aos usuários da recuperação da rede)

### 2.2.7 Distribuição da informação

A Operação da Rede deve manter os usuários informados sobre condições excepcionais da rede. Se uma parte da rede não está operacional, a informação deve ser repassada com maior brevidade, conforme inúmeras alternativas, apresentadas na Figura 2.4.

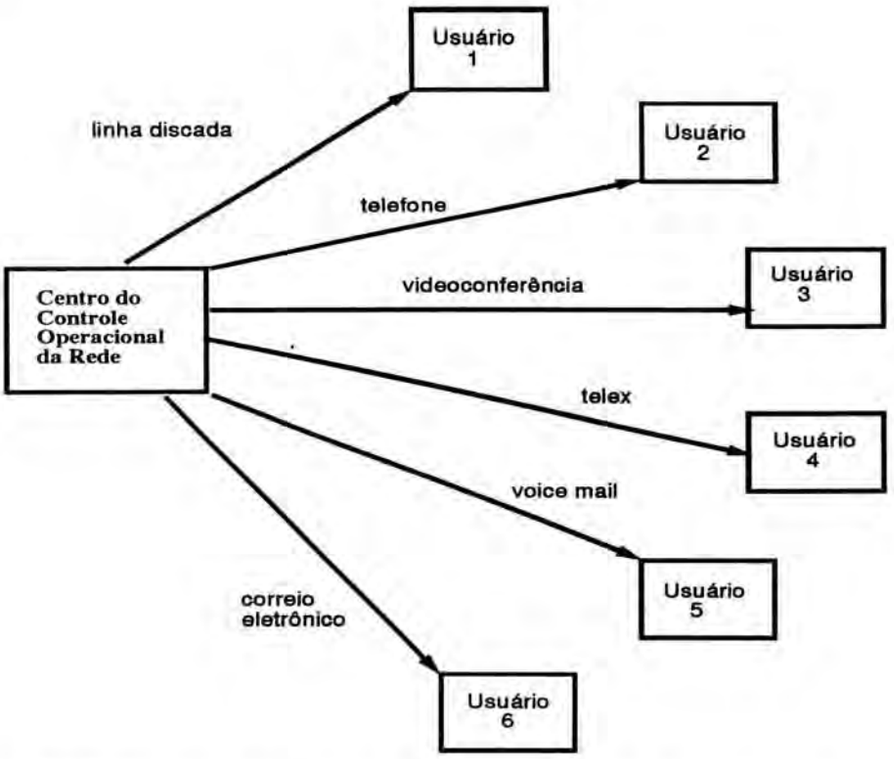



FIGURA 2.4: Alternativas para Distribuição da Informação

A escolha de uma ou mais alternativas apresentadas na figura anterior deve levar em consideração os recursos humanos exigidos para a implementação e utilização, disponibilidade de recurso material e custo de operação.

### 2.2.8 Manutenção Técnica

A manutenção técnica pode ser realizada de duas maneiras:

- *on-line*, sem interferir no funcionamento dos componentes da rede
- *off-line*, quando não é possível realizar a tarefa com a rede ou os equipamentos em operação.

Normalmente existe uma equipe formada para prestar suporte técnico a todas as áreas, incluindo tarefas como:

- manutenção preventiva

- instalação e configuração

- concertos e trocas

- acompanhamento de log e de estatísticas

## 2.3 Ferramentas para Auxíliar no Controle Operacional de Rede

Os utilitários são necessárias para auxiliar e agilizar na tarefa de gerenciamento. No Controle Operacional da Rede devem existir utilitários para cumprir, no mínimo, as seguintes tarefas [TER 87]:

a) monitoração

b) coleta de dados

c) apresentação do status e design da rede

d)avaliação de performance

Os utilitários selecionadas para a utilização no Controle Operacional da Rede devem obedecer a alguns critérios, como:

1. performance - a sua utilização não deve sobrecarregar o sistema;
2. coleta de tráfego - deve ser capaz de capturar as mais variadas informações;
3. facilidade de uso - quanto mais complexa sua utilização, menor será o seu uso;
4. custo de instalação e operação - no mínimo deve manter o ponto de equilíbrio na relação custo-benefício;
5. flexibilidade com relação a extensão da rede - deve ser capaz de acompanhar o crescimento da rede sem necessidades de *updates* ou reconfiguração.
6. independência de hardware e software - quanto mais 'portável' for o aplicativo, melhor.

Segundo [STI 94], para uma ferramenta atender a estrutura de gerenciamento é necessário que:

⇒ Todos os elementos gerenciados possuam uma implementação de agente SNMP;

⇒ O NMS (Network Management System) deve ter capacidade compatível com a rede a ser gerenciada;

⇒ O NMS deve possuir interface gráfica que permita a rápida visualização da rede;

⇒ O NMS deve poder receber novos objetos através de uma API uma vez que muitos equipamentos incluem extensões;

⇒ O NMS deve realizar a apresentação automática da configuração da rede, como: status da rede em tempo real, informações de 'deadlock' em equipamento, monitoração do desempenho das linhas, análise de tendências históricas, teste de conectividade e detecção de endereços duplicados.

# 3 FERRAMENTAS INTEGRADAS DE GERENCIAMENTO

## 3.1 Gerenciamento Integrado

O gerenciamento da rede precisa estar baseado em alguns padrões que possibilitem a interoperabilidade entre os diferentes dispositivos que a compõem - certamente de diferentes fornecedores. O primeiro passo seria escolher uma plataforma de gerenciamento adequada. Seria, caso se estivesse iniciando uma rede do estágio "zero". Porém, na maioria dos casos, a rede vai crescendo bem antes da necessidade de gerenciamento se tornar uma realidade, e dessa forma a nova decisão é escolher um sistema de gerenciamento integrado compatível com uma plataforma já existente na empresa.

Enquanto o protocolo SNMP mantém-se como um padrão de fato e a ISO tenta concluir o seu conjunto de padrões CMIP, os administradores de rede encontram no mercado uma vasta gama de ferramentas. A grande dificuldade ainda é a integração de diferentes produtos [VER 94].

Um sistema de gerenciamento eficaz deve estender sua capacidade de atuação por toda a empresa, através da rede, com uma visibilidade global da mesma e que permita total controle e monitoração de um único ponto, sempre baseando-se em uma arquitetura aberta capaz de gerenciar múltiplos fornecedores. Na prática é difícil para o administrador da rede determinar *como* este "mix" tecnológico pode operar normalmente nas redes corporativas e onde se localiza o ponto-chave de sucesso de integração dessas tecnologias. A resposta está nos Sistemas de Gerenciamento Integrado.

Não existe uma receita para se chegar ao melhor sistema mas [BAR 95a] sugere alguns pontos para auxiliar na definição do investimento em um sistema de gerenciamento integrado:

**Gerenciamento do sistema:** não se pode considerar apenas o gerenciamento em vários dispositivos isolados. O sistema deve ser capaz de relatar a relação dos dispositivos entre si e com a rede;

**Virtualização:** o sistema deve permitir que seja instalada a infra-estrutura a nível físico, porém, que contemple a " locomoção lógica" dos usuários dentro de qualquer ponto da rede, a qualquer tempo;

**Design e planejamento avançado:** o sistema deve conter ferramentas avançadas para planejamento, configuração, projeto e distribuição dos dispositivos de forma mais otimizada;

**Inteligência:** a solução deve ser baseada em inteligência embutida, que permite uma autonomia para execução de tarefas *self-healing*;

**Gerenciamento distribuído:** o sistema deve ser capaz de executar processos de gerenciamento de forma distribuída, reduzindo a quantidade de dados trafegando na rede, a critério do administrador;

**Gerenciamento global:** o sistema deve ser compatível com diversas plataformas de gerenciamento, de modo a atender aquela que a empresa utiliza ou deseja utilizar;

**Segurança de evolução:** o sistema deve permitir tanto o gerenciamento das tecnologias atuais, como ethernet, token ring, FDDI, etc, como ainda garantir esta capacidade para as tecnologias emergentes como, por ex, o padrão ATM.

Conhecendo os critérios de escolha e as opções disponíveis no mercado, resta escolher a melhor ferramenta. Sob o ponto de vista de mercado é fato que as plataformas que lideram a indústria são o HP OpenView, Netview/6000 e a Sun-

Net Manager, para as redes corporativas, além do HP OpenView for Windows e a Novell NMS para ambientes departamentais [BAR 95]. No Anexos A-1 e A-2 são apresentados dois gráficos com a ocupação de mercado dos produtos de gerenciamento ( baseados em unix) no ano de 1993, segundo [SHA 94] e a nova posição no ano de 1995, segundo [DRY 95]. Qualquer que seja a plataforma em questão, no entanto, deve-se basear o sistema de gerenciamento integrado em padrões abertos e que forneça utilitários para dispositivos de rede ( hubs, roteadores, switches) e servidores, além das facilidades de identificação de falhas, design e projetos.

## 3.2 Ferramentas Integradas (Baseadas em Unix)

Como já foi citado, existe um vasto número de ferramentas disponíveis para auxiliar na tarefa de gerenciamento. Baseadas em sistema operacional unix, existem três ferramentas integradas com interface gráfica que lideram o mercado:

- HP OpenView
- SunNet Manager
- IBM Netview/6000

A seguir é apresentada uma breve descrição de cada uma, com suas principais características.

### 3.2.1 HP OpenView ( Network Node Manager)

HP OpenView NNM é um produto da Hewlett-Packard e está no mercado deste 1989. Fornece funções de gerenciamento de falha e configuração. Além de operar em ambiente TCP/IP, o ambiente OSI também é atendido, permitindo assim

integração de aplicações SNMP e CMIP. Suporta gerenciamento centralizado com inteligência distribuída:

- Servidor atua como gerente

- Clientes atuam como Agentes Inteligentes

Na realidade, é incorreto se referir ao produto dizendo " o OpenView" porque OpenView é uma plataforma de diversos produtos. Neste trabalho é comentado o Network Node Manager (NNM), carro-chefe dos produtos que compõem a plataforma OpenView. Baseado em padrões da indústria, NNM reconhece todos os dispositivos da rede que possuem endereço IP, incluindo todos os equipamentos HP, PCs, dispositivos de rede ( hubs, bridges, routers) e outros hardwares de vários fornecedores [HPA 95].

**Características**

Segundo [TOR 95], as principais características do OpenView NNM são:

- Infra-estrutura de comunicação

- Interface gráfica

- Aplicações de gerenciamento e Serviços de Gerenciamento

- Gerenciamento de objetos

- Repositório de dados centralizado

- Integração com Banco de Dados Relacional

- Developer Support Modules

- IP Discovery and Layout Services: descobre as redes IP; Fornece as informações da rede IP e apresenta graficamente a rede IP.

- SNMP Event System: recebe e multiplexa os traps SNMP; Os traps podem ser exibidos e ordenados através de em Event Browser.

- MIB Loader and MIB Browser: MIB Loader permite aos usuários carregarem qualquer MIB padronizada ou extendida. MIB Browser permite procurar, determinar e exibir os valores da MIB de um determinado device.

- HP OpenView Windows : é baseado no padrão X11 e OSF/Motif. Possui um conjunto próprio de API's.

- Data Presentation Tools

- SNMP API's : de comunicação e de configuração

- SNMP Agents: TCP/IP agent e Extensible SNMP agent

- Permite um gerenciamento transparente das relações entre as aplicações de gerência e os gerenciadores de objetos ( agentes)

- XMP API's: permite o desenvolvimento de aplicações para gerência de redes baseadas em CMIP e SNMP.

- Event Management Services: Event Agent ( roteia e filtra eventos), Log Agent ( realiza log dos eventos) e Event Log Administrator ( ferramentas para análise dos eventos ocorridos em uma rede multivendor)

- Metadata Services: permite definir, armazenar e rever METADADOS ( definição ou informação estrutural sobre objetos). Permite também construir uma biblioteca de objetos GDMO.

- Extrema facilidade de integração de outras aplicações existentes ( de outros fornecedores) no produto.

- Configuração automática de ações baseadas em *thresholds* pré-definidos [HPA 95].

- Permite construir novas aplicações ( sem esforço de programação) para customizar o ambiente de gerenciamento, incluindo informações de gerência específicas para as necessidades do usuário [HPA 95].

- Utilização de 'Containers' : o usuário pode criar mapas conforme sua necessidade de visualização, como por exemplo, mapa contendo somente as máquinas servidoras da rede, ou apresentar todos os gateways da rede num único mapa, etc ...

- Coletor de dados, com apresentação da coleta na forma gráfica, em tabelas ou relatórios.

**Plataforma Necessária - release 3.31**

*Hardware:*

- HP 9000 ou Sun SPARC, ou IBM RS/6000, ou AT&T GIS (NCR) System 3000, ou BULL DPX/20

- espaço em disco de 300 Mbytes

- memória recomendada de 64 Mbytes ( deve ser maior caso o número de nodes gerenciados ultrapasse 5000 [HPA 94])

- unidade de fita ou CD-ROM ( para instalação)

*Software:*

- HP-UX, ou SunOS, ou Sun Solaris, ou AIX 3.2, ou System V, ou IBM AIX.

- Agente SNMP

- TCP/IP

### 3.2.2 SunNet Manager

SunNet Manager ( Release 2.2) é o gerenciador desenvolvido pela Sun Microsystems. Fornece funções de gerenciamento de falhas e configuração. O ambiente é TCP/IP e implementa funções de gerenciamento distribuído através de agentes. Proporciona integração com as plataformas IBM Netview e DECnet.

**Características**

As suas principais características são [TOR 95]:

- Ponto focal para todas as atividades de gerenciamento

- Interface Gráfica

- Serviço de comunicação baseado no ONC/RPC

- API's

- SunNet Manager Solutions Portfolio

- Dados armazenados em formato ISAM

- User tool: permite configurar, monitorar e controlar a rede. É formado por SunNet Manager console, Discover Tool, Auto-Management, Request Management, Browser Tool e Grapher Tool.

A sua arquitetura distribuída permite a gerência de um ambiente também distribuído. Esta implementação é feita através de agentes, que podem ser:

- Nativos
- Proxy

Para facilitar o gerenciamento entre departamentos, a topologia, os eventos e traps são armazenados de forma centralizada e é realizada a propagação automática das mudanças para os consoles cooperativos. Para evitar o recebimento de eventos pertencentes à outros departamentos, SunNet Manager suporta filtros. Possui gerenciamento de logs: Data log, Events log e Activity log [WES 93].

**Plataforma Necessária ( release 2.2.2)**

*Hardware:*

- SPARCstation ou SPARCserver

- memória recomendada de 32 Mbytes

- disco de 400 Mbytes

- unidade de CD-ROM ( para instalação)

- monitor colorido

*Software:*

- Solaris 2.3 ou posterior

- Solaris 1.1.1 (SunOS 4.1.3) ou posterior

- Open Windown 3.1 ou posterior

### 3.2.3 Netview/6000

Netview/6000 é a plataforma de gerenciamento da IBM para AIX. A motivação para seu desenvolvimento veio do Netview, tradicional produto para mainframes SNA. Foi desenvolvido a partir da reescrita do código fonte do OpenView, licenciado pela HP para a versão 1, orientado a objeto em formato C++ [ KEO 94].

Gerencia ambientes TCP/IP e permite a integração de aplicações SNMP e CMIP. Suporta gerenciamento centralizado e distribuído.

### Características

As principais características do Netview/6000 são [TOR 95]:

- Gerência de redes heterogêneas

- Interface baseada em OSF/Motif e X Window System

- Reconhecimento dinâmico dos recursos IP

- Integração com Banco de Dados Relacional

- Descobre, representa e mantém atualizada a configuração lógica da rede

- Pesquisa e exibe objetos da MIB

- Configura e exibe eventos

- Exibe o modifica a descrição do nó

- Possui diversos lay-outs para diversos operadores

- Monitoração da rede

- Estabele e testa *thresholds*

- Armazena dados históricos

- MIB Aplication Builder, MIB Browser e MIB Data Collector

### Plataforma Necessária

*Hardware:*

- RISC System/6000 POWERstation ou POWERserver

- memória de 64 Mbytes

- espaço em disco de 200 Mbytes (mínimo)

- unidade de fita ou CD-ROM ( para instalação)

*Software:*

- IBM AIX Version 3 release 2.5 ou posterior

- AIX windows Environment/6000

- Agente SNMP

- TCP/IP

### 3.2.4 OpenView versus Netview/6000 versus SunNet Manager

A seguir [KAP 94] apresenta o resultado de uma pesquisa realizada com 61 usuários, reportando o grau de satisfação com as últimas características apresentadas pelas plataformas de gerenciamento. A escala é de 0 a 10, onde 10 é a melhor avaliação. Quadro 3.1.

| Ítens/Ferramentas | OpenView | Netview/6000 | SunNet Manager |
|---|---|---|---|
| Exatidão no reporte de tráfego | 8,7 | 7,6 | 8,6 |
| Segurança | 8,0 | 7,3 | 6,6 |
| Capacidade para suportar muitos dispositivos | 7,8 | 7,1 | 7,5 |
| Performance geral | 7,6 | 7,7 | 7,7 |
| Facilidade de uso | 7,5 | 7,1 | 7,5 |
| Atendimento do fornecedor e suporte | 7,0 | 7,2 | 6,7 |
| Total | 7,8 | 7,4 | 7,4 |

**Quadro 3.1 - Resultado da Pesquisa Comparativa**

*a) HP OpenView - versão 3.2, 3.3. 3.31 - Resposta baseada em 23 usuários. Média Final: 7,8*

A exatidão no reporte do tráfego e a coleta de dados foram destacados. O aumento do número de cores dos ícones na interface gráfica facilitou o uso. Foram destacados também o help *on-line* , a velocidade maior e a melhoria nas *capabilities* de equipamentos de outros fabricantes. Outro ponto forte é que o sistema pode crescer de acordo com os aplicativos que a ele são integrados, conforme as necessidades do usuário [ MAN 95].

*b) IBM Netview/6000 - versão 2 release 1 - Resposta baseada em 24 usuários. Média Final: 7,4*

A IBM objetivou a facilidade de uso com a melhoria do controle de desktops e a customização da visualização da rede. Alguns usuários pesquisados informaram que não perceberam tais alterações. Conforme [MAN 95], um dos aspectos negativos é que a solução IBM está presa na hardware da empresa, ou seja, a plataforma RISC/6000.

*c) Sunconnect SunNet Manager - versão 2.1, 2.2 - Resposta baseada em 14 usuários. Média Final: 7,4*

Os realces dados na versão 2.2 apenas aperfeiçoaram ( um pouco) o produto para melhor. Os usuários notaram que o suporte a dispositivos de outros fornecedores foi levemente melhorado pela implementação parcial de SNMP.

Ao administrador da rede cabe a responsabilidade de optar por uma ou outra ferramenta de gerenciamento integrado. Definitivamente não é uma tarefa fácil mas é recomendável estar atento para suas necessidades e para o que está acontecendo no mercado. Segundo [HEN 94a], a plataforma de gerenciamento SunNet Manager perdeu a posição de líder em gerenciamento baseado em unix para o OpenView ( ver Anexos A-1 e A-2) apesar de seu preço ser menor, e, corre o risco de perder a segunda posição para o produto da IBM. Devido a melhor tecnologia, melhor plataforma e maior número de parceiros do produto da HP ( OpenView),

[HEN 94] afirma que o produto é o melhor dos três e que IBM Netview/6000 ainda não está a altura para concorrer com HP OpenView.

## 3.3 Categorias

As inúmeras ferramentas existentes no mercado se enquadram em uma ou mais categorias, citadas por [ENG 93]:

**Alarm**: ferramenta que pode disparar eventos específicos dentro da rede.

**Analyzer**: monitor de tráfego que reconstrói e interpreta as mensagens do protocolo que se estende por vários pacotes.

**Benchmark**: ferramenta utilizada para avaliação de performance dos componentes da rede.

**Control**: ferramenta que pode alterar o estado de um recurso da rede.

**Debugger**: ferramenta para geração arbitrária de pacotes e monitoração de tráfego.

**Generator**: ferramenta de geração de tráfego.

**Manager**: sistema de gerenciamento distribuído.

**Map**: ferramenta que pode descobrir e reportar a topologia ou configuração do sistema.

**Reference**: ferramenta para documentação da estrutura da MIB ou configuração do sistema.

**Routing**: ferramenta para descoberta da rota do pacote.

**Security**: ferramenta para análise ou redução de ameaças para a segurança.

**Status**: ferramenta que rastreia remotamente o status dos componentes da rede.

**Traffic**: ferramenta que monitora o fluxo de pacotes.

# 4 SISTEMA SAFO

O SAFO ( Sistema Agregador de Ferramentas de Operação de rede) é um conjunto de utilitários integrados num único ambiente, visando facilitar o seu uso para atender as diferentes necessidades dos gerentes de rede. A Figura 4.1 apresenta uma visão geral do sistema.

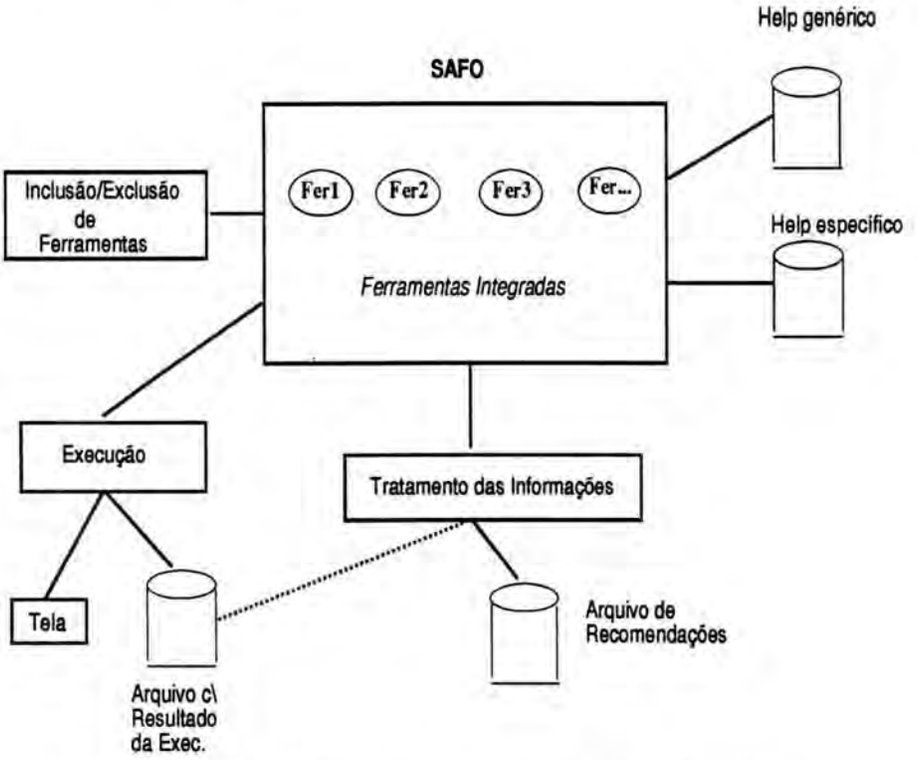



FIGURA 4.1: Visão Geral do Sistema SAFO

Como já foi apresentado, a motivação para o desenvolvimento do protótipo foi em função das inúmeras dificuldades encontradas pelos administradores de redes para a realização de suas tarefas. Entre estas "barreiras" está a grande diversidade de utilitários, com o objetivo de atender um ou outro aspecto da rede forçando, com isso, a necessidade de haver pleno conhecimento da existência e utilização de vários utilitários para atender as suas necessidades. Mas para que esse " pleno conhecimento" ocorra, é preciso muito tempo - *que o operador não dispõe* - para estudo dos utilitários, testes e leitura de extensos e cansativos manuais, o que geralmente nunca ocorre. Acrescenta-se também, a grande dificuldade de uso de alguns utilitários (

ocorre. Acrescenta-se também, a grande dificuldade de uso de alguns utilitários ( tanto pelos recursos de máquina exigidos ou pela complexidade de sua execução) e que, apesar de valiosas, acabam deixadas de lado. Outro ponto crítico ( talvez o mais importante) é a dificuldade de interpretação dos resultados do utilitário. Por exemplo: o operador executa o aplicativo, o retorno é uma mensagem desconhecida para ele e então ... não sabe que atitude tomar! É bom lembrar que esse exemplo não é exclusividade de operadores inexperientes.

Assim, o sistema foi planejado para permitir o uso dos utilitários selecionados de uma maneira mais ergonômica e auxiliar nas tarefas de gerenciamento. Para alcançar tal meta, o protótipo desenvolvido:

- integra, num único sistema de janelas, os utilitários selecionados com uma interface mais amigável, facilitando seu uso;
- oferece um conjunto de helps *on-line*:

  - genérico ( tela principal), apresentando o utilitário como um todo;

  - específico ( janela de cada utilitário), apresentando utilitário em si e seus parâmetros, em detalhe, já que a sintaxe e os vários parâmetros específicos inerentes a cada utilitário muitas vezes inibem seu uso;
- permite a inclusão de texto nos arquivos de help;
- proporciona facilidade de inclusão de novos utilitários no conjunto, sem esforço de programação;
- proporciona facilidade de exclusão de utilitários, igualmente sem esforço de programação;
- possui temporizador de execução dos utilitários, para facilitar na monitoração constante da rede, em background;
- oferece saída dos resultados decorrentes da execução dos utilitários em vídeo e/ou arquivo;

- possui a função ASSISTANT que auxilia na interpretacão dos resultados decorrentes da execução anormal do utilitário ( a execução normal consta no help on-line), e, sempre que possível, interage com um arquivo de recomendações, *sugerindo* o que o operador pode fazer para tentar solucionar o problema.

## 4.1 Organização dos Diretórios

A organização dos diretórios pertencentes ao SAFO é mostrada na Figura 4.2 e obedece ao seguinte formato:

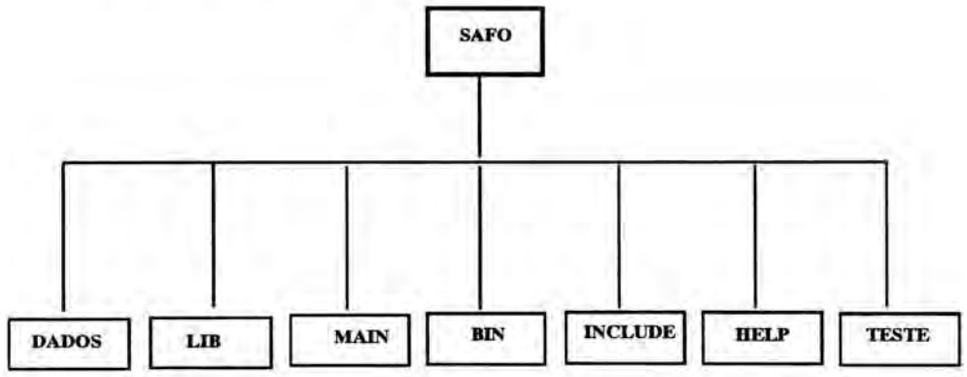



FIGURA 4.2: Organização dos Diretórios

onde:

DADOS - contém os arquivos onde são gravados os resultados da execução dos utilitários;

LIB - contém os arquivos de biblioteca do SAFO;

MAIN - onde estão todos os programas fontes do sistema;

BIN - neste diretório se encontram todos os programas executáveis do sistema e os arquivos texto *ferr(nome)-err*, contendo o nome da chave e mensagem de erro, e *chave1*, que é o arquivo de recomendações;

INCLUDE - contém os arquivos gerados pelo GUIDE para as interfaces gráficas;

HELP - onde se encontram todos os arquivos de help dos utilitários e o arquivo de help genérico.

TESTE - contém alguns arquivos de testes relativos a alterações no sistema.

## 4.2 Funcionamento do Sistema

No seu trabalho diário o usuário do SAFO dispõe, numa única interface gráfica, de várias utilitários para auxiliar na execução normal de suas tarefas. Ao se deparar com um problema desconhecido pode, através de interface gráfica também, solicitar ao módulo Assistente - *que contém a máquina de inferência do SAFO* - uma ajuda no sentido de identificar as causas prováveis daquele problema e, se for o caso, recomendações para atingir a solução do problema. A Figura 4.3 apresenta o funcionamento do SAFO.

Na figura acima é mostrada a situação onde o usuário, ao utilizar um dos utilitários integrados na interface gráfica, toma conhecimento de um problema no qual necessita ajuda para atingir a solução correta, ativando assim o módulo de auxílio. A máquina de inferência do SAFO é representada pelo módulo Assistente, que é responsável entre outras coisas, pelo tratamento das regras integrantes da base de conhecimento e apresentação das recomendações.

A implementação do sistema foi feita através de módulos:

**Módulo Principal** - O SAFO é formado por um conjunto de módulos ( utilitários) independentes, ativados a partir do módulo principal.

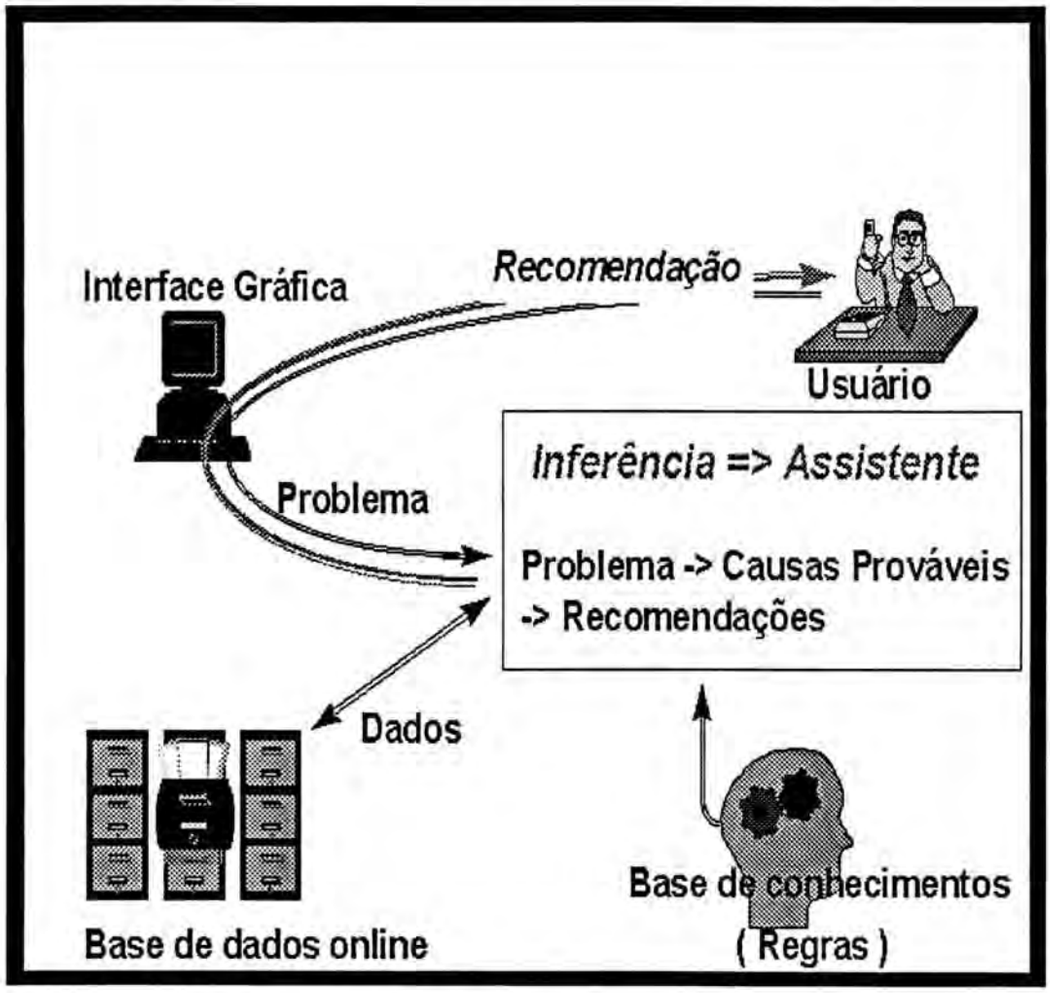



FIGURA 4.3: Funcionamento do SAFO

**Módulo dos Utilitários** - No desenvolvimento do sistema, houve a grande preocupação de padronização dos módulos dos Utilitários para facilitar o seu desenvolvimento e agilizar a implementação dos dez utilitários. Todos tem a mesma estrutura principal. Em linhas gerais, o que se altera de um utilitário para outro são as variáveis e a função que executa o utilitário em si, após montar o formato final da linha de comando e criar o processo de execução do utilitário com todas as suas particularidades.

**Módulo Assistente** - Sempre que o usuário necessitar de um auxílio na interpretação dos resultados e pressionar o botão 'Assistant', a rotina *apply-func()* é ativada. Primeiramente acessa o arquivo de saída dos resultados, compara com arquivo de chaves e retorna com a chave apropriada. Verifica se é uma mensagem

conhecida. Se não for, chama a rotina *nova-mensagem ()*, caso contrário, acessa o arquivo de recomendações - base de conhecimento, localiza as regras através da chave e abre uma nova janela apresentando os resultados. A seguir é apresentado um exemplo do arquivo de chaves *ferrping-err*:

**ping-chave1, Network is unreachable**

**ping-chave2, 100% packet loss**

**ping-chave3, no answer from**

**ping-chave4, unknown host**

**ping-chave5, host unreachable**

O arquivo de recomendações (chave1) é único para todos os utilitários e a sua estrutura é formada pelas informações de nome do utilitário e identificação da chave e as regras com causas prováveis da mensagem e sugestões/comentários para tentar solucionar o problema. Uma descrição completa será apresentada na seção 4.4.

**Módulo Timer** - O módulo Timer é ativado quando o usuário deseja executar algum utilitário em background, seja ela parte integrante da interface gráfica, ou não.

Informações mais detalhadas constam do Anexo 6 onde é apresentada uma documentação do sistema.

## 4.3 Ferramentas que compõem o sistema SAFO

O início do processo de escolha do conjunto de utilitários que fariam parte do SAFO deu-se com as sugestões relacionadas no RFC 1470 [ENG 93]. Também foram usados e testados vários utilitários disponíveis em ambiente unix [SUN 90]. Como um dos objetivos do SAFO é apresentar, num único ambiente integrado, os utilitários mais utilizados pelos administradores para atenderem suas necessidades de gerenciamento, foi realizada uma pesquisa junto a gerentes de rede, para conhecer quais os utilitários que estavam sendo mais utilizados diariamente. A pesquisa foi feita nas listas REDES-L ( nacional) e BIG-LAN ( internacional). O resultado do levantamento se encontra resumido no Quadro 4.1, onde um 'x' assinalado nas letras A, B, C e D indica que a ferramenta é utilizada para auxiliar nas tarefas de gerenciamento específicas, sendo:

A - Monitoração do sistema,

B - Detecção de falhas e isolamento,

C - Teste de performance,

D - Configuração do sistema.

| Ferramenta | Número de respostas | Percentagem | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ping | 3 | 22 | X | X | X | |
| traceroute | 3 | 22 | X | X | X | |
| nslookup | 2 | 14 | X | | | |
| netstat | 1 | 7 | X | X | | |
| etherfind | 1 | 7 | X | X | X | |
| rup | 1 | 7 | X | X | | |
| ifconfig | 1 | 7 | | | | X |
| tcpdump | 1 | 7 | X | | X | |
| ps | 1 | 7 | X | X | X | |

**Quadro 4.1 - Resumo da Pesquisa**

Alguns reportaram o uso de ferramentas integradas como SunNetManager, Netview/6000 e OpenView, principalmente aqueles que gerenciam redes no exterior. Foram selecionados dez utilitários considerados "mais usuais", que são relacionados a seguir com a descrição de sua função e de seus atributos.

### 4.3.1 "ping"

Ping é um dos utilitários básicos para gerenciamento na Internet. Verifica se um host, uma rede ou uma interface estão funcionais. Seu mecanismo de funcionamento é baseado em mensagens ICMP ECHO REQUEST [ENG 93].

Verificar se um dado componente da rede esta ativo é uma das mais básicas atitudes de um gerente quando um problema ocorre. Portanto, o utilitário que permite no mínimo realizar esta tarefa é imprescindível.

Formato básico:

*ping host [ timeout ] ping [ -s ] [ -lrRv ] host [ packetsize ] [ count ]*

Atributos:

*-s* : Envia um datagrama por segundo e escreve uma linha por resposta que recebe. Se nenhuma saída é produzida é porque não há resposta. É calculado o tempo de ida e volta do pacote e a estatística dos pacotes perdidos. O comando ping, com o atributo -s e direcionando-o para uma sub-rede ao invés de um host, permite verificar os componentes ativos naquela rede.

*- l* : Libera a rota original. Esta opção é usada para enviar pacotes a um determinado host e recebê-los de volta. Geralmente usada com a opção -R.

*- r* : Evita a tabela normal de roteamento e envia diretamente a um host naquela rede.

- *R* : Registro da rota. Seta a opção de registro IP da rota que armazenará a rota do pacote dentro do cabeçalho IP.

- *v* : Produção prolixa. Lista qualquer pacote ICMP.

- *packetsize* : Especifica o tamanho do pacote a ser enviado.

- *count* : Determina o número de vezes que um pacote será enviado. O default é executar continuamente até sua interrupção, mas pode gerar muito tráfego. [KES 94]

- *host* : identifica o host a ser testado.

*timeout n* : se ping não obtiver resposta em 'n' segundos, escreverá uma mensagem informando que nao teve resposta do host. O tempo default é de 20 segundos.

### 4.3.2 "traceroute"

Permite obter a rota por pacote (nós visitados de uma origem até o destino). Seu funcionamento depende de mensagem ICMP TIME EXCEEDED.

Pode ser usado para inspecionar situações onde o encaminhamento do pacote IP falhar, tal como quando um gateway intermediário descarta pacotes; ou implementações de IP intermediários que não suportam registro de rota [ENG 93].

Mostra também o ' round trip delay' entre a origem e o gateway intermediário, para determinar a contribuição de gateways individuais para o delay end-to-end.

Formato básico:

*traceroute [ -m max-ttl ] [ -n ] [ -p port ] [ -q nqueries ] [ -r ] [ -s src-addr ] [ -g addr ] [ -t tos ] [ -w waittime ] host [ packetsize ]*

Parâmetros:

*-m 'n'* : seleciona o máximo time-to-live usado na pesquisa de pacotes para ' n'. O default são 30 hops.

*-n* : escreve o endereço intermediário em formato numérico ao invés de simbólico.

*-p 'n'* : seleciona o número da porta UDP usada na pesquisa para ' n'.

*-r* : desvia a tabela de roteamento normal e envia diretamente para um host naquela rede.

*-t 'tos'* : seleciona o tipo de serviço na pesquisa de pacotes (default é zero). Pode verificar se os diferentes tipos de serviços resultam em diferentes caminhos. Os valores devem ser um decimal inteiro entre 0 e 255. Como exemplo de valores úteis temos ' -t 16' (low delay) e ' -t 8' (high throughput).

*-s 'addr'* : usa 'addr' como um endereço IP ( deve ser dado o número IP e não hostname) como o endereço origem de partida dos pacotes.

*-g 'addr'* : habilita a opção IP LSRR ( Loose Source Record Route) em adição aos testes de TTL.

*-w* : seta o tempo de espera por uma resposta. O default são 3 segundos.

*-packetsize* : seta o tamanho do pacote.

*-v* produção prolixa. Pacotes ICMP, TIME-EXCEEDED e UNREACHABLE são listados.

O nome do host destino ou o número IP é o único parâmetro obrigatório.

### 4.3.3 "nslookup"

Nslookup é um programa usado para consultar o nome ou endereço IP de máquinas num domínio Internet [KES 94].

Este programa é útil para diagnósticos de roteamento ou problemas de distribuição de mail, onde muitas vezes um servidor de domínio local está respondendo com um endereço Internet incorreto. Tem dois modos, interativo e não-interativo: O modo interativo permite ao usuário consultar informações (nome ou endereço IP) de vários hosts e domínios ou escrever a lista dos hosts no domínio; O modo não-interativo, escreve somente o nome e o endereço Internet de um host ou domínio consultado. Nslookup possui várias opções, que podem ser listadas com o help.

O programa, no modo interativo, pode ter ou não argumentos.

→ sem argumentos: o nome default do servidor será usado.

→ com argumentos: o primeiro é um hífen (-) e o segundo é o nome do host ou endereço Internet do nome do servidor a ser consultado.

No modo não-interativo o nome ou o endereço Internet de um host para ser *looked up* é dado como primeiro argumento. O segundo ( opcional) especifica o nome do host ou endereço de um servidor.

Formato Básico:

*nslookup [ -option ... ] [ host-to-find — - [ server ]]*

### 4.3.4 "netstat"

Mostra o status da rede. Acessa a estrutura de dados da rede dentro do kernel e apresenta no vídeo em vários formatos, dependendo das opções selecionadas.

Conhecer como está o estado da rede, de uma maneira geral e verificar como está sendo realizado o roteamento é muito importante. O comando netstat com os atributos -r e -s juntos, fornece as estatísticas de roteamento.

Formato Básico:

*netstat [ -aAn ] [ -f address-family ] [ system ] [ core ]*

*netstat [ -n] [ -s] [ -m— -i — -r ] [ -f address-family ] [ system ] [ core ]*

Atributos:

*-i* : mostra o estado de interfaces auto-configuráveis.

*r* : mostra a tabela de roteamento.

*-s* : mostra estatísticas por protocolo.

*-a* : mostra o estado de todos os sockets. Normalmente o socket utilizado pelo processo servidor não é mostrado.

*-A* : mostra o endereço de qualquer bloco de controle de protocolo associado com sockets.

*-f address*: limita as estatísticas ou relatórios para aqueles especificados em ' address family'.

*-I interface* : enfatiza informação sobre a interface indicada em coluna separada; o default é apresentar a interface com mais tráfego desde o último reboot

do sistema. 'interface' pode ser qualquer interface válida no arquivo de configuração do sistema, como *ie0*, *le0*, etc...

*-n*: mostra os endereços da rede como números. Normalmente Neststat apresenta os endereços como símbolos. Esta opção pode ser usada com qualquer formato de display.

*-t*: substitui informação de comprimento da fila com informações de tempo.

### 4.3.5 "traffic"

Mostra o tráfego ethernet graficamente em subjanelas, cada qual dando uma diferente visão do tráfego na rede. Pega as estatísticas do etherd ( servidor de estatísticas ethernet), que deve estar rodando no host.

Formato Básico:

*traffic [ -h host ] [ -s subwindows ]*

Possui duas opções:

*-h ' host'* : especifica o host para pegar as estatísticas. O valor default para host é a máquina que está rodando traffic. *-s ' subwindows'* : especifica o número de subwindows para mostrar inicialmente. O valor default é 1.

Na direita de cada janela está um painel que seleciona o que é visto na janela. Quando 'size' é verificado, então o tamanho dos pacotes é mostrado. 'proto' é para protocolo, 'src' é para origem do pacote e 'dst' é o destino do pacote. Para cada uma destas opções, a distribuição dos pacotes é apresentada por um histograma.

### 4.3.6 "etherfind"

Examina os pacotes que atravessam a interface da rede e coloca num arquivo texto a descrição do tráfego. Coloca a interface em modo promíscuo. Pode gravar todo o tráfego de pacotes da ethernet ou o tráfego para um host local. As informações do arquivo são valores como tipo do protocolo, tamanho, origem e destino. O Etherfind pode filtrar os pacotes, com base nos protocolos (IP, ARP, RARP, ICMP, UDP, TCP), ou baseado nos endereços de origem e destino, ou ainda nos números das portas TCP e UDP. Para executar Etherfind é necessário ter privilégios de root.

Formato Básico:

*etherfind [ -d ] [ -n ] [ -p ] [ -r ] [ -t ] [ -u ] [ -v ] [ -x ] [ -c count ] [ -i interface ] [ -l length ] expression*

Opções:

*-d* : escreve o número de pacotes abandonados. Não é confiável.

*-n* : não converte o endereço do host e o número da porta para nomes.

*-p* : não coloca a interface em modo promiscuo (que é o default).

*-t* : timestamps- antecede cada pacote listado com um valor em segundos e centésimos de segundo desde o primeiro pacote.

*-u* : cria os resultados em linha ('buffered').

*-x* : faz um dump do pacote em hexadecimal, além da linha apresentada para cada pacote (por default). A opção -l limita esta saída.

*-i 'interface'* : Etherfind escuta a interface especificada. ( Netstat com a opção -i lista todas as interfaces disponíveis no sistema) [HUN 94].

*-l 'length'* ; utilizado junto com a opção -x para limitar o número de bytes escritos.

*-v* : modo prolixo - mostra alguns dos campos dos pacotes TCP e UDP. Este parâmetro fornece um trace que é apropriado para análise de muitos problemas na rede.

*-r* : modo RPC - trata cada pacote como uma mensagem RPC, escrevendo o programa e os números do procedimento. Com esta opção, o roteamento de pacotes tem uma decodificação mais completa, os pedidos do NIS e NFS tem seus argumentos escritos.

*-c ' count'*: finaliza após receber ' count' pacotes. (Útil para descarregar um exemplo de tráfego ethernet para um arquivo, a fim de realizar uma análise posterior)

Expressões:

*srcport ' port'* : verdadeiro se o pacote tem o valor da porta de origem igual ' port'.

*dstport ' port'* : verdadeiro se o pacote tem o valor da porta de destino igual ' port' . A porta pode ser um número ou um nome usado em /etc/services.

*proto ' protocol'* : verdadeira se o pacote é um pacote IP do tipo de protocolo ' protocol' . Pode ser um número ou um dos nomes ICMP, UDP ou TCP.

*dst 'destination'* : verdadeiro se o campo destino do pacote é 'destination', que pode ser um endereço ou nome.

*src 'source'* : verdadeiro se a origem do pacote é 'source', que pode ser um endereço ou nome.

*host 'name'* : verdadeiro se a origem ou destino de um pacote é 'name'.

*between 'host1' 'host2'* : verdadeiro se a origem de um pacote é 'host1' e o destino 'host2' ou vice-versa.

*dstnet 'destination'* : verdadeiro se o campo destino do pacote tem uma parte da rede de 'destination'. Pode ser nome ou endereço.

*srcnet 'source'* : verdadeiro se o campo origem do pacote contém uma parte da rede de 'source'. Pode ser endereço ou nome.

As primitivas de ' expression' podem ser combinadas, utilizando os operadores ' not' , ' and' e ' or', como por exemplo, encontrar todos os pacotes que saem ou chegam no host minuano e que o protocolo seja TCP: *etherfind host minuano and proto TCP*

### 4.3.7 "ifconfig"

Configura os parâmentros da interface da rede [HUN 94]. É usado para associar um endereço a uma interface da rede e/ou para configurar os parâmetros da interface da rede.

A configuração das interfaces e a verificação do seu estado, se estão ' up' ou ' down' é condição preliminar no gerenciamento de redes.

Formato Básico:

*ifconfig interface [ address-family ] [ address [ dest-address ] ] [ netmask mask ] [ broadcast address ] [ up ] [ down ] [ trailers ] [ -trailers ] [ arp ] [ -arp ] [ private ] [ -private ] [ metric n ] [ auto-revarp ]*

*ifconfig interface [ protocol-family ]*

O parâmetro 'interface' é uma string na forma ' nameunit' , como *le0* ou *ie1*. Há três nomes especiais de interface:

-a : aplica os comandos para todas as interfaces no sistema.

-ad : aplica os comandos para todas as interfaces ' down' no sistema.

-au : aplica os comandos para todas as interfaces ' up' no sistema.

Opções:

*up* : marca uma interface como ' up'. Isto acontece automaticamente quando é colocado o primeiro endereço na interface.

*down*: marca uma interface como ' down'. Quando uma interface é marcada como 'down', o sistema não envia mais informações através daquela interface.

*address-family*: suporta inet (família TCP/IP) e ether (ethernet). Se nenhum é especificado, o default é inet.

*netmask mask*: especifica quanto do endereço é reservado para subdividir a rede em subredes. A máscara inclui a parte do endereço local e a parte da subrede. Netmask é somente para inet.

*broadcast*: especifica o endereço para usar para representar broadcasts para a rede. Somente para inet.

*address*: para inet, address é também o nome do host presente na base de dados de hostname (hosts), ou no mapa NIS, ou um endereço TCP/IP expressado no padrão Internet "dot notation". *arp*: habilita o uso do protocolo ARP no mapeamento entre endereços IP e LLA ( endereço ethernet).

*-arp*: disabilita o uso do protocolo ARP.

*private*: avisa ao daemon de routeamento *in.routed* que a interface não deve ser informada.

*-private*: especifica interfaces não informadas.

*metric n*: seta a métrica de roteamento da interface para 'n', o default é 0. A métrica de roteamento é utilizada pelo protocolo de roteamento.

*auto-revarp*: usa o RARP para automaticamente obter um endereço para esta interface.

*trailers*: usado para causar um encapsulamento não-padrão dos pacotes inet (família TCP/IP) no nível de link.

*-trailers*: desabilita o uso do 'trailer'.

*protocol*: se especificado, o ifconfig reportará detalhes específicos somente para aquele protocolo.

### 4.3.8 "rup"

Mostra o status das máquinas locais. Faz um broadcast na rede local e mostra as respostas que recebe.

Se o argumento ' host' é dado, o broadcast somente será realizado na lista de hosts especificados. Geralmente a listagem está na ordem em que as respostas são recebidas, mas pode-se alterar fornecendo as opções:

*-h* : classifica alfabeticamente por nome de host

*-l* : classifica por média de carga

*-t* : classifica por tempo de ' up'

### 4.3.9 "tcpdump"

Tcpdump pode interpretar e escrever os cabeçalhos de vários protocolos como ethernet, IP, ICMP, TCP, UDP, NFS e outros. É útil para examinar e interpretar as retransmissões e operações de gerenciamento de implementações TCP. O arquivo de log gerado por ele contém, em cada linha de saída, a hora que o pacote foi recebido, tipo do pacote e outros valores do cabeçalho.

Formato básico:

*tcpdump [ -deflnNOpqStvx ] [ -c count ] [ -F file ] [ -i interface ] [ -r file ] [ -s snaplen ] [ -w file ] [expression]*

Parâmetros:

*-d*: faz um dump do pacote para a saída padrão e encerra.

*-e*: escreve o cabeçalho link-level em cada linha de dump.

*-f*: escreve endereços internet 'foreign' numericamente ao invés de simbolicamente.

*-l*: faz a saída em linha 'buffered'.

*-n*: não converte endereços para nomes.

*-N*: não escreve a qualificação do nome do domínio do host. ( por ex:, com este flag tcpdump escreverá 'nic' ao invés de 'nic.ddn.mil').

*-O*: não roda o código otimizador.

*-p*: não coloca a interface em modo promíscuo.

*-q*: saída rápida. Escreve menos informações do protocolo, assim as linhas de resposta são menores.

*-S*: escreve absoluto ao invés de relativo.

*-t*: não escreve o 'timestamp' em cada linha.

*-v*: saída prolixa.

*-x*: escreve cada pacote em hexadecimal.

*-c count*: encerra após receber 'count' pacotes.

*-F file*: usa um arquivo como entrada para filtrar expressão.

*-i interface*: escuta na interface especificada.

*-r file*: lê os pacotes de um aquivo ( que foram criados com a opção -w).

*-w file*: escreve os pacotes num arquivo, que poderá ser lido mais tarde com a opção -r.

*expression*: seleciona que pacotes serão 'dumped'. Se nenhuma expressão é dada, todos os pacotes da rede serão 'dumped'.

Muito semelhante ao etherfind, possui várias opções de execução e aceita combinações das primitivas, como os exemplos a seguir mostram:

Ex.1: Escrever todos os pacotes que chegam ou saem da máquina minuano

*tcpdump host minuano*

Ex.2: Escrever o tráfego entre minuano e pala

*tcpdump host minuano and pala*

Ex.3: Escrever todos os pacotes TCP entre minuano e qualquer outra máquina, exceto pala.

*tcpdump tcp host minuano and not pala*

### 4.3.10 "ps"

O comando ps mostra o status dos processos correntes. Com os parâmetros é possível selecionar como e quais processos serão mostrados. Muito utilizado para verificar qual ou quais processos estão reduzindo a performance da máquina, se estão rodando, a quanto tempo e quanto de CPU estão consumindo.

Formato básico:

*ps [ [-]acCegjklnrSuUvwx ][ -tx ]—[ num ] [ kernel-name ] [ c-dump-file ] [ swap-file ]*

Opções:

*-g* : mostra todos os processos do usuário. Sem esta opção, ps mostra somente os processos interessantes.

*-a* : mostra também os processos que não são do user ID.

*-r* : restringe a saída para processos 'running'.

*-S* : mostra o tempo de CPU acumulado pelos processos.

*-u* : mostra a saída direcionada para um usuário.

*-x* : mostra processos sem controle de terminal.

*-c* : mostra o nome do comando, como armazenado internamente no sistema.

*-C* : mostra o tempo de CPU 'puro' ao invés da média fornecida pelo campo %CPU.

*-e* : mostra o ambiente bem como os argumentos do comando.

*-j* : mostra uma lista útil para informações de controle de job.

*-k* : normalmente, 'kernel-name' default é /vmunix, 'c-dump-file' é ignorado, e o'swap-file' é /dev/drum. Com a opção -k, os valores default passam a ser /vmunix, /vmcore e /dev/drum, respectivamente.

*-l* : mostra uma longa lista, com campos F, PPID, CP, PRI, NI, SZ,RSS e WCHAN.

*-n* : produz saída numérica para alguns campos. Numa listagem longa, o campo WCHAN é escrito numericamente ao invés de simbolicamente, ou, numa listagem de usuário, o campo USER é trocado pelo campo UID.

*-S* : mostra o tempo de CPU acumulada usada por este processo.

*-U* : atualiza a base de dados privada onde o ps mantém informações do sistema.

*-v* : mostra informações de memória virtual.

*-w* : mostra um formato de saída largo ( 132 colunas)

*-tx* : restringe a saída para processos que o controle de terminal é 'x'. (ex: t3 para /dev/tty3)

*num*: o número do processo pode ser dado e neste caso, a saída se restringe aquele processo.

*kernel-name*: nome do Kernel (default /vmunix).

*c-dump-file*: nome do 'dump file'( default /vmcore).

*swap-file*: nome do 'swap file' (default /dev/drum)

## 4.4 Conhecimento Agregado

Um dos objetivos do SAFO - Sistema Agregador de Ferramentas de Operação de rede foi o de auxiliar no processo de gerenciamento, oferecendo informações on-line e possibilidade de tratamento ( explicação e recomendação de curso de ação ) para as respostas geradas pelo uso das mesmas.

Isto é importante, pois muitas vezes, os dados decorrentes da execução dos utilitários disponíveis para os gerentes de rede são de difícil interpretação e se o operador não tiver suficiente experiência, os resultados não são utilizados adequadamente.

Uma tarefa importante deste trabalho consistiu no estudo dos possíveis resultados, buscando-se explicações e causas prováveis para as situações de exceção, bem como recomendações de ações cabíveis tais como o uso de outras ferramentas, ou alteração de aspectos lógicos ( configuração) ou mesmo físicos ( equipamento, meio de transmissão) dos sistemas analisados.

Estas informações foram agregadas numa base de conhecimento estruturada na forma de regras do tipo :

| **SE** problema **ENTAO** causa(s) provável(eis) **E** recomendações |
|---|

A representação deste conhecimento implica, pois, no uso de regras de produção formadas por premissas e conclusões associadas ao valor-verdade do conjunto das premissas. As premissas são enunciadas ligadas pelo conectivo lógico E e servem como condição para provar o valor-verdade da conclusão correspondente a parte ENTÃO da regra [ABE 94].

### Integração de Resultados

Para permitir uma análise mais complexa, que exige a interpretação da execução de dois ou mais utilitários, foi utilizado na ferramenta SAFO o modelo de

solução **Blackboard**. O modelo de solução de problema é a descrição de como e quando aplicar o conhecimento ordenado para resolver um problema.

O modelo adotado tradicionalmente por SE involve alto nível de coesão entre estratégia de raciocínio ( o "como"), a ordenação das regras ( o "quando") e o conhecimento, que resulta numa relativa rigidez para solução do problema. SE baseados em **Blackboards** adotam o modelo de Quadros para resolver problemas, reduzindo a coesão entre estes componentes, permitindo uma maior flexibilidade e um funcionamento mais dinâmico [ENL 88].

Este modelo pode ser implementado com uma base de conhecimento única ou dividida e com uma ou mais máquinas de inferência. É criado um conceito de " Problema" (como se fosse um objeto) com vários resultados de análises e suposições ligados a ele. Estes módulos de conhecimento associados ao Problema não se comunicam diretamente, mas podem trocar informações entre si através de uma área de trabalho chamada *Quadro-Negro*, que é acessível para todos os módulos de conhecimento. Os dados constantes no quadro-negro representam o estado corrente da solução [ENL 88].

No SAFO, o conhecimento resultante de um passo na análise de um problema é movido para uma área de trabalho que fica disponível para consideração nos passos ou etapas subsequentes, na busca da solução para um problema. A cada execução de um utilitário integrado ao SAFO o resultado vai para uma área denominada Quadro-Negro na qual vão sendo " pregados" os resultados obtidos. A cada utilitário executado o Assistente pode ser acionado e vai considerar o conteúdo de **todos** os resultados obtidos até então. Neste caso, as regras são utilizadas na forma " em cascata", como por exemplo:

| **SE** problema1 **E** problema2 **ENTAO** causa(s) provável(eis) **E** recomendações |
|---|
| |

O anexo V contém um quadro completo com as regras elaboradas. A definição destas regras foi feita mediante a transferência e sistematização de conhe-

cimento heurístico de administradores de redes experientes a quem foram apresentados problemas típicos e que relataram sua explicação e informaram o procedimento, que na sua opinião seria cabível. Também foram utilizados conhecimentos extraídos de manuais e livros. A Figura 4.4 apresenta as fases desenvolvidas para a aquisição do conhecimento.

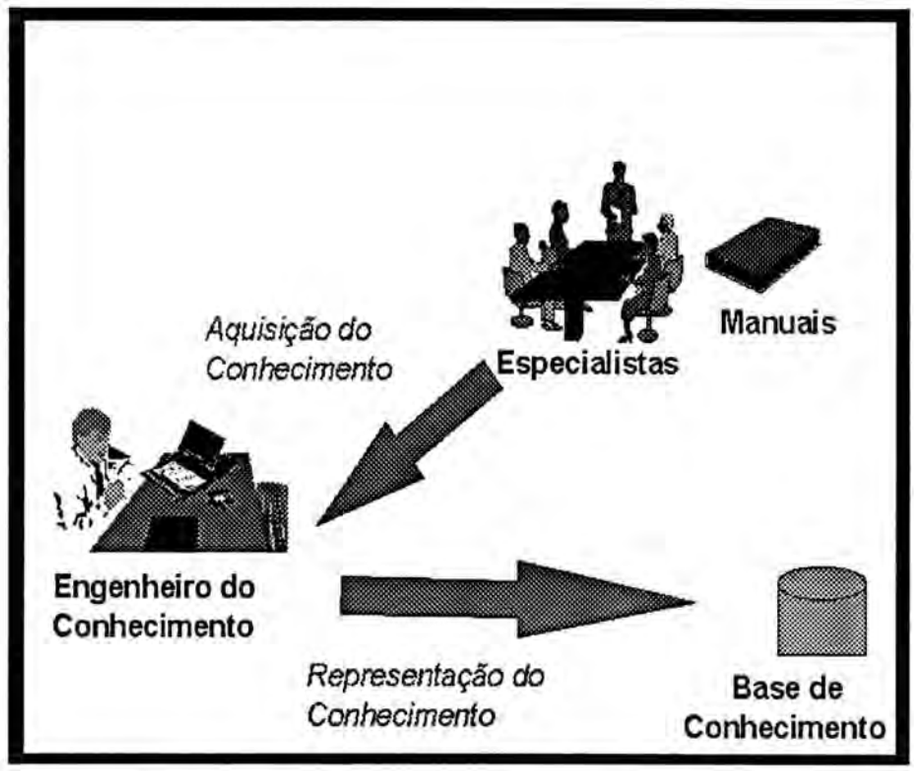



FIGURA 4.4: Fases para Aquisição do Conhecimento

O processo de realizar a modelagem deste conhecimento ficou sob responsabilidade do Engenheiro do Conhecimento (EC). Segundo [SCO 91], o Engenheiro do Conhecimento deve possuir capacidade para projetar um SE, dominando as diversar técnicas disponíveis para tal e ter um conhecimento razoável sobre o objeto sobre o qual esta desenvolvendo o SE, sem o qual a compreensão das informações recebidas dos especialistas será prejudicada. Além disso, é imprescindível que o EC obtenha respostas sobre as seguintes questões: 1) Que passos um especialista realiza para resolver uma tarefa ( estratégia do conhecimento)? 2) Como o especialista reage desde a chegada das informacões iniciais até a conclusão da solução do problema e 3) Quais as características de casos o especialista usa na solução de

problemas ( fatos e hipóteses sobre o caso)? As respostas para estas perguntas proporcionam a informação que o EC necessita para iniciar a implementação de um SE. A própria autora atuou não apenas como engenheira do conhecimento compondo, a partir de sua experiência como administradora de rede, uma parcela das regras de conhecimento.

Foi então projetado e implantado um programa que, simulasse o especialista do conhecimento na tarefa de assessorar o usuário humano na análise da rede com os utilitários integrados na plataforma SAFO. Este tipo de sistemas é classificável como sistema especialista assessor, conforme [ TAR 90 ]. O SAFO também se enquadra na definição de Sistemas de Auxílio Inteligente (SAI), que " ajudam pessoas a resolver uma classe maior de problemas ou problemas mais complexos. São programas de computador que usam raciocínio simbólico especializado para ajudar pessoas a resolver **bem** problemas difíceis. Isto é feito unindo os esforços da pessoa com o SE de maneira que o SE forneça alguns passos do conhecimento, enquanto a pessoa provê a direção global da solução do problema assim como conhecimento específico não incorporado ao sistema" [PAS 91].

Conforme [ABE 94] qualquer linguagem convencional como Pascal, C ou FORTRAN pode ser utilizada para o desenvolvimento de SE (apesar de exigirem um esforço maior de programação). Assim, o sistema foi programado em linguagem C com vistas à simplificar sua integração aos módulos restantes e, considerando que o sistema não iria utilizar intensamente os mecanismos de recursividade inerentes à linguagens específicas para IA, tal como PROLOG ou LISP, o resultado foi satisfatório do ponto de vista de funcionalidade e de performance. O uso de uma destas linguagens poderia redundar em performance deteriorada, conforme alerta [SCO 91] ou o sistema apresentar problemas de portabilidade [ABE 94].

## 4.5 Capacidade de "aprendizagem"

O sistema SAFO é um sistema especialista pois contém as funções básicas de um sistema especialista, quais sejam [PAS 91]:

$\rightsquigarrow$ auxiliar na resolução de problemas que somente poderiam ser resolvidos por pessoas especialistas na área, utilizando regras relativamente simples e permitir que o conhecimento armazenado seja facilmente visto;

$\rightsquigarrow$ incorporar conhecimento prático na forma de regras se-então;

$\rightsquigarrow$ apresentar flexibilidade para incorporar novos conhecimentos. Sua habilidade cresce em uma taxa diretamente proporcional ao crescimento da base de conhecimento (crescimento incremental).

Todavia, o sistema SAFO não é um sistema IA pois para assim ser classificado teria que ter a capacidade de aprendizagem autônoma, isto é, agregação de novas regras sem a interveniência humana. No caso do SAFO, o acréscimo da base de conhecimento é facilitado mas precisa ser executado pelo administrador da rede. A Figura 4.5 apresenta o uso do SAFO com acréscimo de novas informações na base de conhecimento.

A expansão do banco de conhecimento é uma etapa importantíssima pois representa a evolução do sistema. A continuidade de inclusão de regras de bom-senso ou os "macetes" profissionais do especialista que compõem o conhecimento heurístico do banco de conhecimento e que, normalmente determinam sua eficiência, deve ser possibilitada e incentivada. No capítulo 5, será descrito como pode ser feita a inclusão de novos utilitários e a edição ( adição/remoção) do acervo de causas e recomendações inerentes ( ferramenta SAFO Assist).

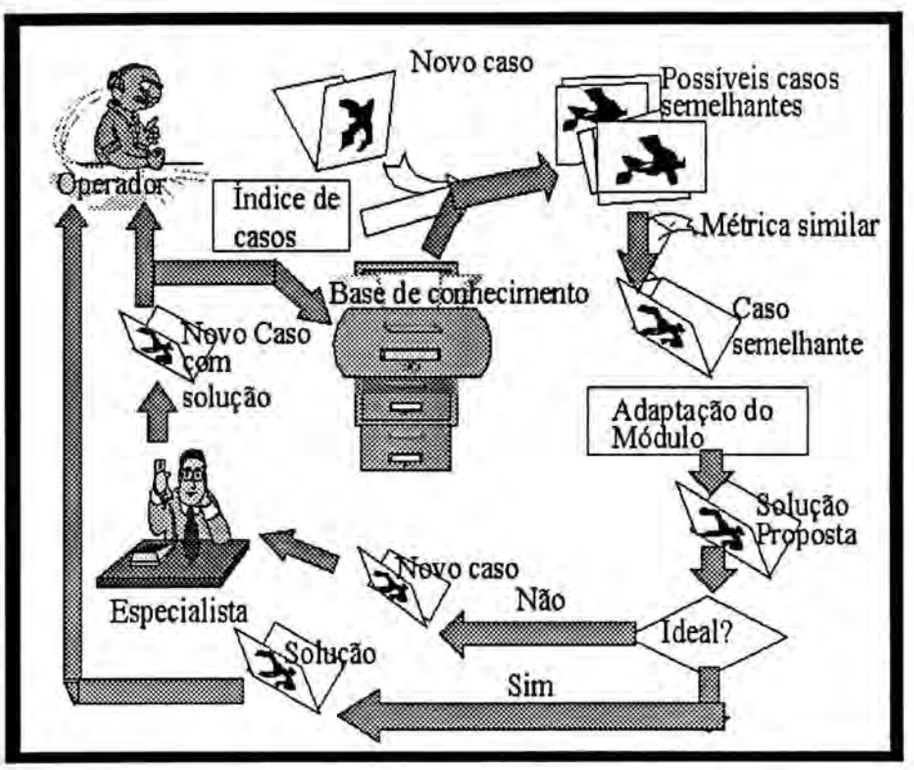



FIGURA 4.5: Acréscimo de Novas Informações

# 5 CARACTERíSTICAS DA IMPLEMENTAÇÃO

Para que o sistema proposto neste trabalho fosse testado, foi planejado e implementado um protótipo na sua íntegra, para permitir uma real avaliação da sua utilidade e funcionalidade. O SAFO foi desenvolvido inicialmente para uma plataforma unix, dada a disponibilidade de estações de trabalho com este sistema operacional no Instituto de Informática. A Figura 5.1 resume a plataforma utilizada pelo protótipo.

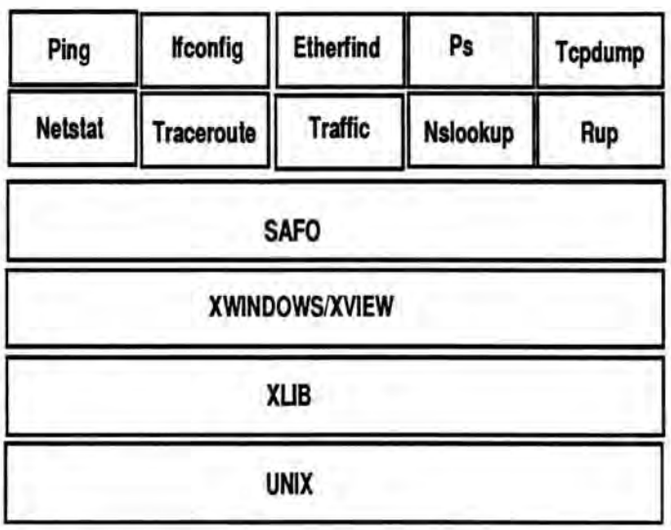



FIGURA 5.1: Plataforma do Sistema

O protótipo utiliza várias funções pré-existentes do sistema operacional unix, das bibliotecas XLIB e XWINDOWN/XVIEW, tornando desnecessário uma re-programação destas funções.

## 5.1 Ambiente

Na versão atual, o SAFO está com 1500 kbytes e aproximadamente 90 arquivos, entre programas fontes, programas gerados pela interface gráfica, arquivos

de dados e de bibliotecas. O ambiente onde o sistema está implementado é composto por:

1. estação de trabalho do tipo SUN-SPARC
2. sistemas de janelas XWINDOWS/XVIEW
3. linguagem de programação C
4. sistema operacional Unix - SunOs
5. ferramenta de auxílio à criação de interface com o usuário

## 5.2 Interface gráfica do sistema

A interface gráfica permite a entrada de comandos globais e a exibição de resultados. A tarefa de projeto de uma interface é simplificada pelos gerenciadores disponíveis, que oferecem um conjunto consistente de funções, definições e normas de codificação [SUN 90a]. A ferramenta geradora de interface com o usuário utilizada no SAFO foi o GUIDE ( Graphical User Interface Design Environment), versão 1.1, juntamente com o GXV, com a função de:

- criar janelas - auxilia na criação de janelas sem exigir grande esforço de programação;
- posicionar elementos - simplifica a tarefa de definir a posição dos elementos que compõem uma janela, pois permite alteração das posições dinamicamente;
- simular o funcionamento da interface - esta função é muito importante pois permite verificar como ficará o funcionamento da interface, com abertura de sub-menus e telas de help, mesmo que nenhum procedimento real seja executado.

### 5.2.1 Chamada do sistema

Para iniciar a execução do sistema basta tornar o aplicativo disponível no menu de programas da workspace ou simplesmente escrever o nome do sistema em uma janela de shell. A linha de comando é mostrada a seguir:

*lynx% safo*

Imediatamente o sistema é carregado. Um croqui da janela principal é mostrado na Figura 5.2, onde distinguem-se duas regiões:

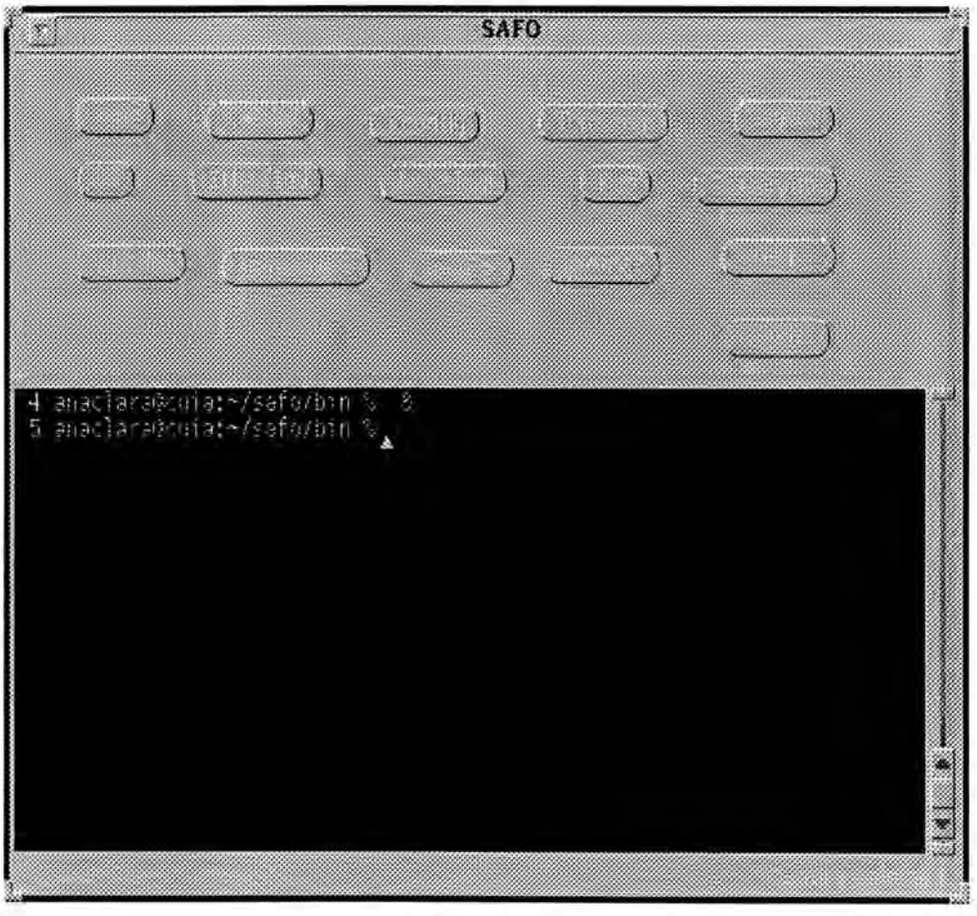



FIGURA 5.2: Interface SAFO

1. A região de visualização (superior) exibe através de botões todos os utilitários disponíveis, permitindo assim uma visão geral das funções que podem ser executadas pelo sistema.

2. A região de resultados (segunda região) mostra os resultados decorrentes da execução dos utilitários. Esta região também pode ser utilizada como um console de comandos.

Na região de visualização, além dos utilitários de gerenciamento são oferecidas as opções de encerramento do sistema (botão **Quit**), inclusão e exclusão de utilitários ( botão **Inc/Exc**), temporizador de execução (botão **Timer**) , ambiente de problema ( botão **Quadro**), impressão e salvamento dos resultados do problema ( botão **Impr/Salva**) e help do sistema, que pode ser de duas maneiras:

- botão **Help**, na janela principal, que mostra um texto descritivo do sistema e explana a função de todos os utilitários, de uma maneira geral. A Figura 5.3 apresenta a tela de help dos utilitários.


FIGURA 5.3: Help das Ferramentas do Sistema

No 'Help Text' é apresentado o nome do utilitário e uma descrição suscinta do que ele realiza. Os nomes não estão listados em ordem alfabética e sim como estão posicionados na tela principal do sistema. Para recorrer todo o texto é utilizado a barra de scrolling vertical, posicionada a direita da janela.

- botão de **Help** na janela de um utilitário específico, que apresenta texto descritivo somente deste. A descrição do utilitário é completa, com todos os seus parâmetros e, na maioria dos casos, com exemplos de execução. Cabe ressaltar que além de ler o texto de help, o usuário pode editá-lo, incluindo suas próprias informações explicativas e observações que se fizerem necessárias, salvando o mesmo.

### 5.2.2 Execução

Ao escolher um dos utilitários oferecidos, é apresentada uma janela para a entrada de parâmetros. Cada utilitário tem o seu próprio conjunto de parâmetros, como já foi visto no capítulo anterior. Como exemplo, vamos supor a escolha do utilitário PING (Figura 5.4).

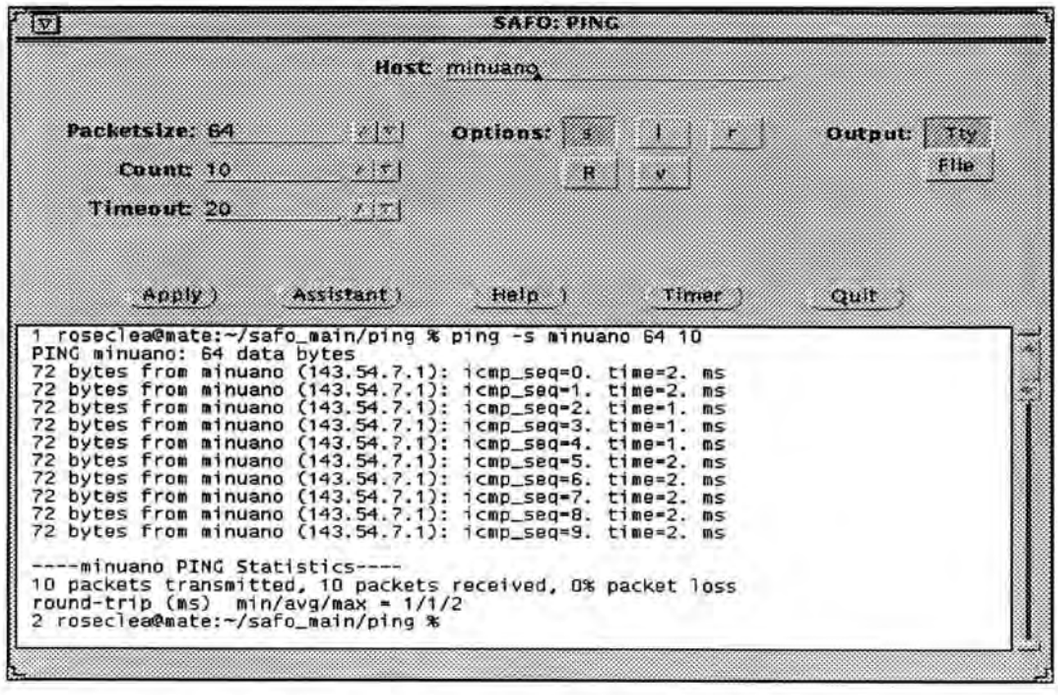



FIGURA 5.4: Ping - Interface de Entrada de Parâmetros

A Figura 5.4 mostra uma janela *'pop-up window'* com o nome do utilitário no cabeçalho. As opções selecionadas vão direcionar a sua execução.

Após a escolha, deve ser feita a confirmação pressionando o botão **Apply** ou o cancelamento/saída da operação com **Quit**. Nesta janela, o botão de **Help** apresenta e explica todos os parâmetros possíveis para o utilitário em questão.

#### 5.2.2.1 Opções e Parâmetros default

Na maioria dos parâmetros, as opções foram criadas com tipo *Nonexclusive*, ou seja, torna possível setar várias opções para a mesma execução.

Foi determinada também uma opção *default*, onde o cursor se posiciona automaticamente ao abrir a janela ( esta opção é a que será executada quando for pressionado o botão 'select' do mouse sem abrir a janela).

**Host**

O campo **Host** permite entrada de nomes de hosts tanto na forma numérica ( ex: 192.158.120.1) como alfabética (ex: lynx.uca.ufms.br).

**Count**

Neste campo será informado o número de vezes que o pacote será enviado.

**Packetsize**

Neste campo será informado o tamanho do pacote a ser enviado.

**Timeout**

Informa o tempo máximo de espera.

**Output**

O campo **output** permite que a saída dos resultados seja apresentada na tela (tty), que é a opção default mostrada na Figura 5.4, ou direcione sua saída para

um arquivo selecionando a opção **File**. Neste caso será apresentada uma *pop-up window* para a entrada de dados, como mostra a Figura 5.5.

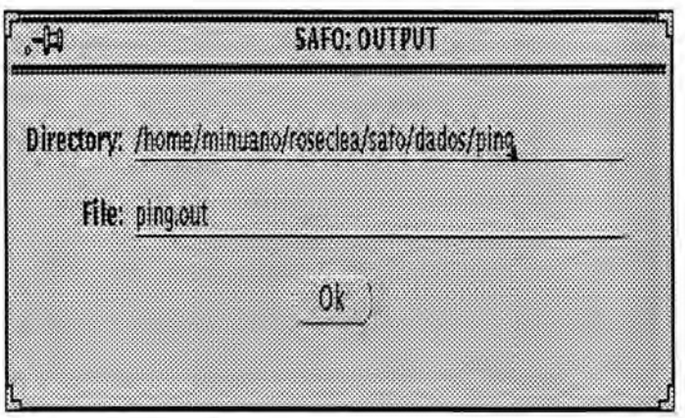



FIGURA 5.5: Execução direcionada para arquivo

Nesta janela é solicitado o nome e o diretório do arquivo em que serão gravados os resultados da execução do utilitário. O armazenamento destas informações será imprescindível caso o usuário deseje realizar uma análise sobre as mesmas, pois será este arquivo que servirá de base para as rotinas de tratamento das informações. Cada utilitário tem seu próprio arquivo de saída.

### Timer

Há também a possibilidade de setar no sistema a opção de **temporizar** a execução dos utilitários, como mostra a Figura 5.6.

Cada utilitário tem sua opção de **timer**. O intervalo de execução ( Time interval) pode ser setado para meses, dia da semana, dia do mês e horas/minutos. A opção default ' * ' indica execução a cada hora ( no caso de Hours:), a cada minuto ( no caso de Minutes: ), etc. Ao escrever ou selecionar uma das opções disponíveis, é necessário desabilitar a opção default. Nesta janela também é oferecida uma opção de linha de comando, ou seja, o usuário pode escrever um outro comando independente do utilitário que disparou a janela de **Timer**. As opções selecionadas são incluídas na *crontab*, permitindo a execução dos utilitários em background. Além de permitir a execução da utilitário em horários e número de vezes pré-determinados, o **Timer** pode ser utilizado em conjunto com a opção **output/file**, gerando um

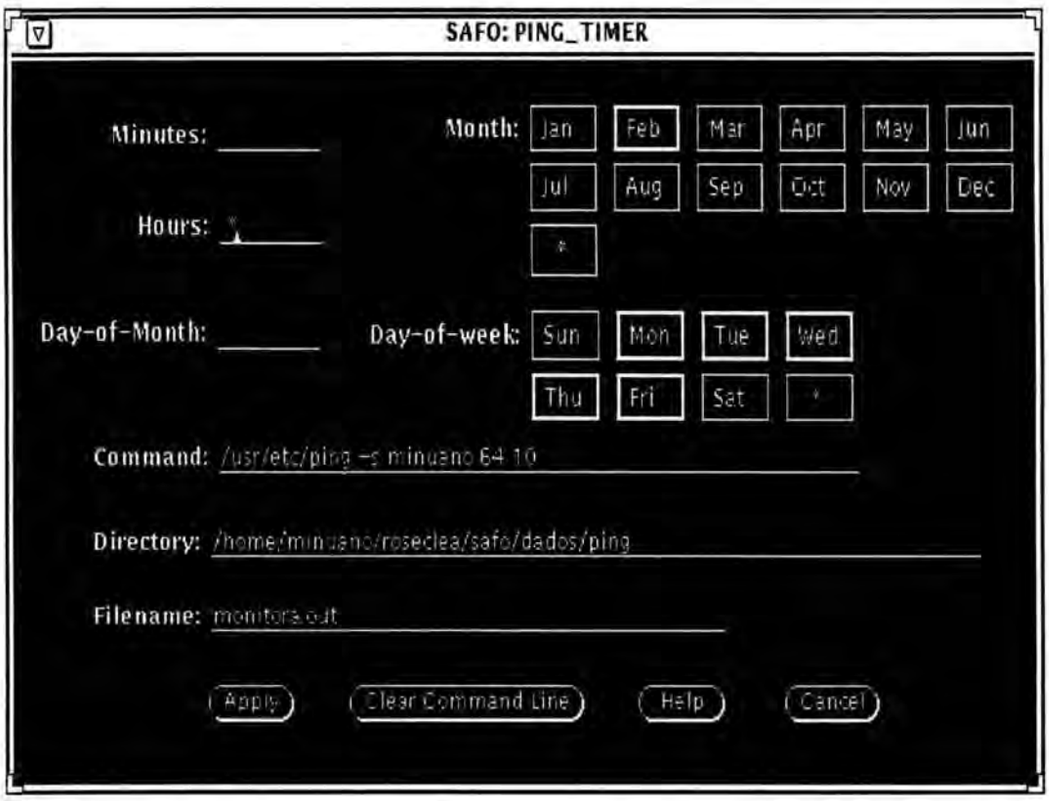



FIGURA 5.6: Timer de Execução

arquivo de saída com várias execuções, permitindo assim que seja realizada uma análise de comportamento da rede. A região de resultados pode ser utilizada para executar, por exemplo, comandos para verificar o conteúdo da *crontab*:

*% crontab -l*

ou para 'limpar' a *crontab*:

*% crontab -r*

Após o preenchimento dos campos, deve ser pressionado o botão 'Apply' para o aceite dos dados e acréscimo do utilitário na *crontab*.

### Inclusão/Exclusão

Para tornar o sistema mais dinâmico, foram implementadas rotinas de inclusão e exclusão de utilitários. A Figura 5.7 mostra a *pop-up window* apresentada

quando é selecionado o botão **Inc/Exc** da janela principal. O Exemplo mostra a inclusão de um utilitário chamado 'prog'.

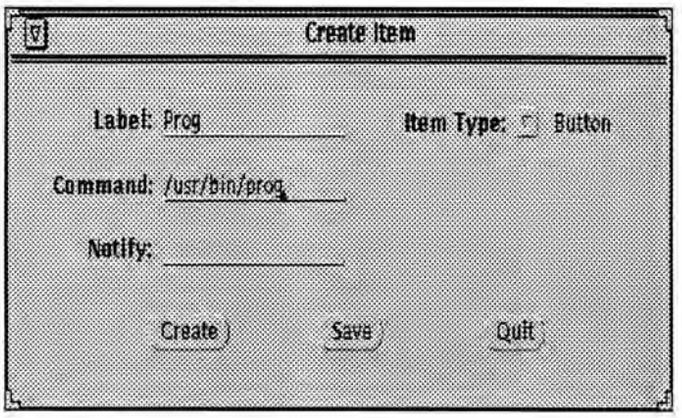



FIGURA 5.7: Janela de Inclusão

Nesta *pop-up* é solicitado o preenchimento dos campos **Label**, que aparecerá na janela principal juntamente com os demais utilitários, **Item Type** , ou seja, se é botão, expressão ou mensagem, e o **Command** que deve ser executado ao ser pressionado o botão do novo utilitário. Caso este não esteja no diretório corrente, deve ser informado todo o path. Por último, é solicitada a notificação de execução ( **Notify**), que é um campo opcional.

Ao ser pressionado o botão **Create**, o novo label será posionado na janela principal do SAFO e o utilitário pode ser executado imediatamente, sem a necessidade de programar/compilar novamente o sistema.

Uma programação adicional somente será necessária no caso de inclusão de ferramenta com parâmetros de execução, os quais o usuário queira disponibilizar em menus. Então será preciso executar a ferramenta de auxílio à criação de interfaces (GUIDE) para criar os botões e seus respectivos menus e compilar novamente todo o sistema. Um exemplo completo para a realização desta tarefa é apresentado no Anexo A-3.

**Exclusão**

A exclusão se dá de maneira direta, basta posicionar o cursor sobre o botão do utilitário e 'arrastá-lo' para fora da janela com o botão 'adjust' do mouse. Esta técnica também é utilizada para re-arranjar o lay-out do sistema.

Tanto a inclusão de novos utilitários como a exclusão dos desnecessários, torna o sistema mais flexível e direcionado à atender as necessidades específicas do usuário.

### Tratamento de Informações e Arquivo de Recomendações

O sistema gera uma grande quantidade de informações de funcionamento, performance, falhas e configuração. Não basta o acúmulo de dados referentes a rede, é necessário saber interpretá-los, processar estas informações para orientar na tomada de decisões. O SAFO proporciona um auxílio para a realização destas tarefas através do botão **Assistant** (Figura 5.8).

Nesta figura temos como exemplo a execução do utilitário Ping com seu respectivo resultado, no caso a mensagem *unknown host minuanoff*. Ao desejar maiores informações sobre aquela mensagem o usuário pressiona o botão **Assistant** e lhe é apresentada a tela SAFO:ASSISTANT, com os seguintes campos:

- Chave: é a identificação da chave ( no exemplo chave 4) que consta do arquivo de recomendações.

- Mensagem: é apresentada a mensagem e o nome do utilitário que a gerou.

- Prováveis Causas da Mensagem: o que poderia ter originado aquele tipo de mensagem.

- Sugestões/Comentários: sempre que possível, apresenta algumas sugestões para serem executadas e com isso tentar eliminar o problema ou apresenta alguns comentários para facilitar a interpretação da mensagem.

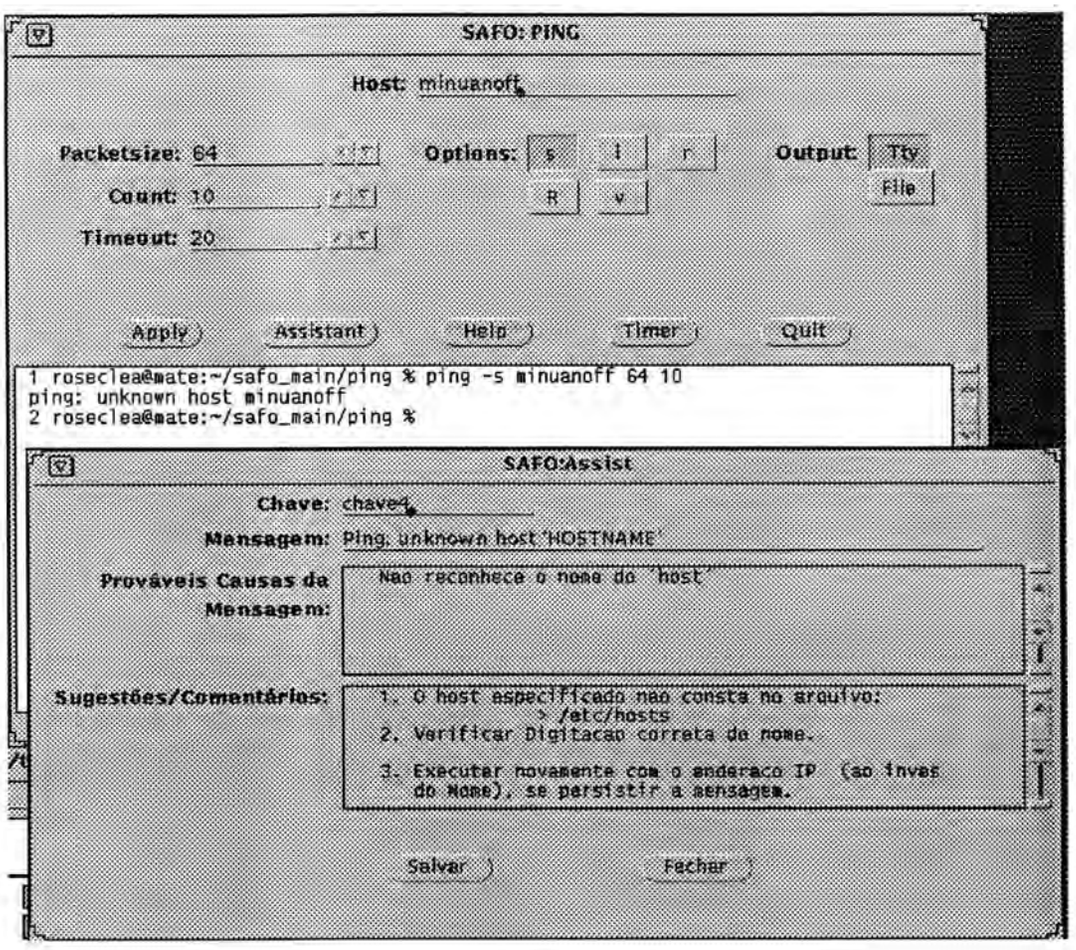



FIGURA 5.8: Janela de Tratamento

Estas informações são provenientes da interação do sistema com o arquivo de recomendações ( **chave1**) e podem ser acrescidas a qualquer momento, de duas maneiras:

- diretamente na interface gráfica da tela SAFO:ASSISTANT, através do botão **Salvar**, ou
- através da edição do arquivo ( **chave1**), sendo necessário sair da ferramenta e entrar novamente para visualizar a nova informação. Isto deve-se ao fato do sistema "carregar" os arquivos somente na chamada da ferramenta.

Cabe ressaltar que para o usuário ter acesso a Janela de Tratamento, o resultado da execução dos utilitários *deve* ser gravado em arquivo ( **Output: File**).

Outro aspecto positivo do Módulo ASSISTANT é de que pode ser utilizado por qualquer outro aplicativo existente ( que grave uma saída em arquivo) mesmo que este não esteja integrado no SAFO.

**Área de Quadro-Negro e Gravação dos resultados**

Quando o usuário necessitar interpretar o resultado de mais de uma ferramenta, é necessário criar uma área de trabalho ( botão Quadro-Negro) onde serão colocados os demais resultados e considerações. Ao selecionar esta opção, é solicitado um nome para esta área (nome do problema). Os módulos de conhecimento que vierem a fazer parte deste Quadro terão " links" entre eles e serão associados ao nome do problema selecionado pelo usuário. A gravação dos resultados ( botão Impr/Salva) visa registrar para uso futuro todos os passos percorridos para a solução de um problema mais complexo. Futuramente será possível interligar o SAFO com o CINEMA [TAR 96], para criar, atualizar e fechar registros de problemas.

As interfaces gráficas dos demais utilitários se encontram no Anexo A-4.

## 5.3 Segurança dos Arquivos do Protótipo

O SAFO é um protótipo extremamente dinâmico porque permite diversas alterações e atualizações, conforme a necessidade específica de cada gerente, que pode:

1. incluir e excluir utilitários do sistema à vontade,
2. alterar arquivos de help,
3. alterar arquivo de recomendações e
4. alterar arquivo de chaves e mensagens de erro.

Todas estas facilidades de alteração motivaram a discussão sob o aspecto de **segurança** do sistema. Havia a preocupação de que uma espécie de "sabotagem" poderia ser feita voluntária ou involuntariamente nos arquivos do sistema. Foram levantadas várias hipóteses de implementação de segurança, como grupo específico de acesso, arquivos secundários (somente com os acréscimos), duplicações de arquivos e outros, mas, todos entravam em choque com um dos princípios básicos do projeto inicial que era de facilitar o máximo o seu uso para operadores experientes ou não e de manter centralizada a base de dados, favorecendo um dos aspectos principais do protótipo que é permir o crescimento do número de informações especializadas a partir dos novos acréscimos feitos no decorrer do uso. Acabou prevalecendo o método *root*, onde todos podem executar os utilitários mas somente pode alterar seus arquivos quem tiver privilégios de *user root*, semelhante ao que ocorre com os demais arquivos de configuração do sistema operacional, que só podem ser alterados pelo usuário que tiver tais requisitos. Logo isto não pode ser visto como uma limitação visto que normalmente quem gerencia a rede tem privilégios de *user root*.

## 5.4 Avaliação do SAFO por Gerentes de Rede

Com objetivo de colher opiniões de administradores de rede a respeito do protótipo, um pacote contendo os programas e um arquivo de README ( disponível por FTP anônimo de " caracol.inf.ufrgs.br", diretório " /pub/safo") foi instalado em várias redes, sendo solicitado aos seus respectivos administradores um "feed back" focando qualidades e defeitos encontrados. Foram mais de quinze solicitações do pacote para teste, mas a grande maioria foi prejudicada devido ao seu ambiente de gerenciamento ser baseado em Linux, principalmente nas Universidades da Argentina, como Universidad Nacional de Rosario(struco@agatha.unr.edu.ar), Universidad Nacional de Entre Rios (rodrigo@unerio.edu.ar) e Universidad Nacional de La Plata (jdiaz@unlp.unlp.edu.ar). Outro ponto desfavorável foi o período disponibili-

zado para os testes ( mês de fevereiro), onde no Brasil além dos feriados, a maioria das pessoas está em férias.

O protótipo foi testado nas seguintes instalações:

1. Rede do Instituto de Informática (II-UFRGS)
2. Rede do Núcleo Setorial de Informática (NSI-UFSM)
3. Rede do Núcleo de Estudos e Pesquisas Aeroespaciais (NEPAE-UFSM)
4. Rede do Centro de Supercomputação (CESUP-UFRGS)
5. Rede do Laboratório do Curso de Informática (LCI-UFPR)
6. Rede do Centro de Processamento de Dados (CPD-UFRGS)
7. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE-SP)

Os comentários realizados foram todos positivos. O quadro 5.1 apresenta um resumo das avaliações recebidas:

| Ítens | Número de Respostas Favoráveis | Percentagem |
|---|---|---|
| Performance | 6 | 85 * |
| Integração das Ferramentas | 6 | 85 $ |
| Facilidade de Uso | 7 | 100 |
| Help On-line | 7 | 100 |
| Inclusão/Exclusão de Ferramentas | 7 | 100 |
| Função Assistente | 7 | 100 |
| Timer | 7 | 100 |
| Utilidade do SAFO | 7 | 100 |

**Quadro 5.1 - Resumo de Avaliações**

* em situações específicas foi reportado desempenho lento

$ foi solicitada alteração para MOTIF para permitir uso de utilitários desenvolvidos neste padrão

Todas as sugestões de melhoria foram coerentes, como:

- realizar alterações para uma versão Linux;
- realizar alterações para ambiente Motif, para as plataformas HP e IBM;
- melhorar a performance do protótipo quando da chamada dos utilitários;

# 6 CONCLUSÃO

Para a realização deste trabalho foi feito um estudo abrangente de vários utilitários disponíveis, suas funções e seus mecanismos de funcionamento, com teste extensivo de cada um pois a documentação sobre eles nem sempre reflete seu estágio real, e, alguns parâmetros ou não reproduzem o resultado esperado ou não produzem resultado algum. Tais observações fazem parte dos menus de help dos utilitários incluídos no SAFO.

As dificuldades encontradas na elaboração do protótipo foram várias, entre elas a adaptação da linguagem gráfica ao SAFO, pois foi necessário reorganizar o "esqueleto" montado pelo GUIDE. A chamada das rotinas a partir do módulo principal exigiu muitas manobras de programação, devido ao grande número de parâmetros utilizados que variam de execução para execução. O encaixe automático de um novo utilitário no sistema exigiu a utilização de vários ponteiros e funções de movimentação para reajustar a estrutura do sistema novamente de forma absolutamente transparente para o usuário. As subrotinas de reconhecimento das chaves e regras também foram problemáticas, necessitando de inúmeros testes para adequar e concatenar os diversos "strings" das mensagens com as suas respectivas chaves de erro. Para solucionar o posicionamento incorreto da informação final na janela *Assistant* , os dados foram "mapeados" numa espécie de matriz para possibilitar a recuperação dos dados de forma correta. Outro processo, não menos trabalhoso, foi lidar com a escasses de informação especializada para fazer parte do arquivo de recomendações.

Após superados os obstáculos, o trabalho desenvolvido atende aos requesitos que [TER 87] e [STI 94] citam serem importantes numa ferramenta de gerenciamento de rede, como: a) performance - a sua utilização não deve sobrecarregar o sistema; b) realizar coleta de tráfego - deve ser capaz de capturar as mais variadas informações; c) apresentar facilidade de uso - quanto mais simples sua utilização,

maior será o seu uso; d) custo de instalação e operação - devem estar dentro de níveis aceitáveis; e) flexibilidade com relação a extensão da rede - deve ser capaz de acompanhar o crescimento da rede sem necessidades de *updates* ou reconfiguração; f) independência de hardware e software - quanto mais 'portável' for o aplicativo, melhor; g) O NMS (Network Management System) deve ter capacidade compatível com a rede a ser gerenciada; h) O NMS deve possuir interface gráfica.

O trabalho atingiu todos os objetivos propostos inicialmente como auxiliar nas tarefas de gerenciamento e reduzir as dificuldades encontradas pelos administradores, tais como:

$\rightsquigarrow$ a grande diversidade de utilitários disponíveis, que atendem um ou outro aspecto da rede. Para minimizar este problema, o sistema integra num único sistema de janelas, os utilitários selecionadas com uma interface mais amigável, proporcionando facilidade de inclusão e exclusão de utilitários no conjunto, sem esforço de programação, permitindo com isso uma constante atualização da ferramenta SAFO.

$\rightsquigarrow$ dificuldade de uso destes utilitários. A interface gráfica do sistema apresenta o conjunto dos utilitários de forma mais ergonômica, facilitando seu uso. Apresenta também um temporizador de execução dos utilitários, para facilitar na monitoração constante da rede, em background. A saída dos resultados decorrentes da execução dos utilitários pode ser feita em monitor e/ou arquivo;

$\rightsquigarrow$ falta de tempo para estudo destes utilitários. Alguns utilitários são tão complexos que exigem leitura de manuais imensos e a realização de muitos testes. Para minimizar este problema, o SAFO oferece um conjunto de helps *on-line*:

- genérico ( tela principal), apresentando o utilitário como um todo;

- específico ( janela de cada utilitário), apresentando o utilitário em si e seus parâmetros, em detalhe, evitando que a sintaxe e os vários parâmetros es-

pecíficos inerentes a cada utilitário inibam seu uso; permite também a inclusão de texto nos arquivos de help;

$\rightsquigarrow$ dificuldade de interpretação dos resultados apresentados. A falta de uma compreensão correta dos resultados praticamente anula o objetivo do utilitário. Para auxiliar nesta tarefa, proporciona a função *Assistant* que auxilia na interpretacão dos resultados decorrentes da execução anormal dos utilitários- ( a execução normal consta no help on-line), e, sempre que possível, interage com um arquivo de recomendações, *sugerindo* o que o operador pode fazer para tentar solucionar o problema.

Todas estes benefícios fazem do SAFO uma ferramenta **realmente** útil para auxiliar os administradores de rede nas várias tarefas de gerenciamento, tornando seu trabalho mais ágil e menos complexo . Um ponto extremamente gratificante é verificar que outros gerentes, que realizaram testes do protótipo, também compartilham desta afirmação, conforme apresentado no capítulo anterior.

Como continuidade do trabalho é sugerido a conclusão da versão para Linux/Motif ( algumas alterações já foram testadas); A integração do SAFO com outros softwares de gerenciamento como SunNet Manager, HP Openview e Netview/6000; Acrescentar ao sistema um módulo de documentação dos equipamentos da rede, visto que outros aplicativos de gerenciamento não oferecem esta possibilidade e, por último, agregar ao SAFO um sistema de IA, para que venha a ter a capacidade de aprendizagem autônoma.

# ANEXO A-1 MERCADO DOS PRODUTOS DE GERENCIAMENTO ( BASEADOS EM UNIX) - 1993

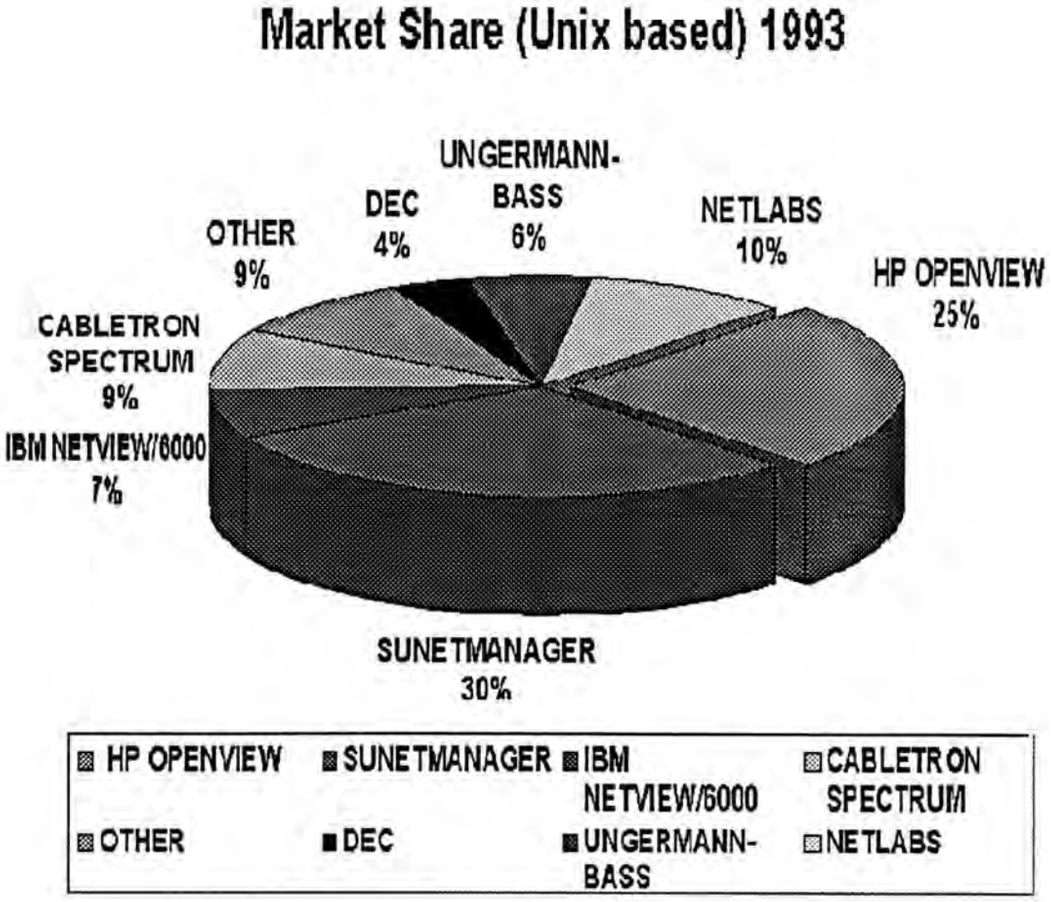



FIGURA A-1.1: Posição do Mercado em 1993

# ANEXO A-2 MERCADO DOS PRODUTOS DE GERENCIAMENTO ( BASEADOS EM UNIX) - 1995

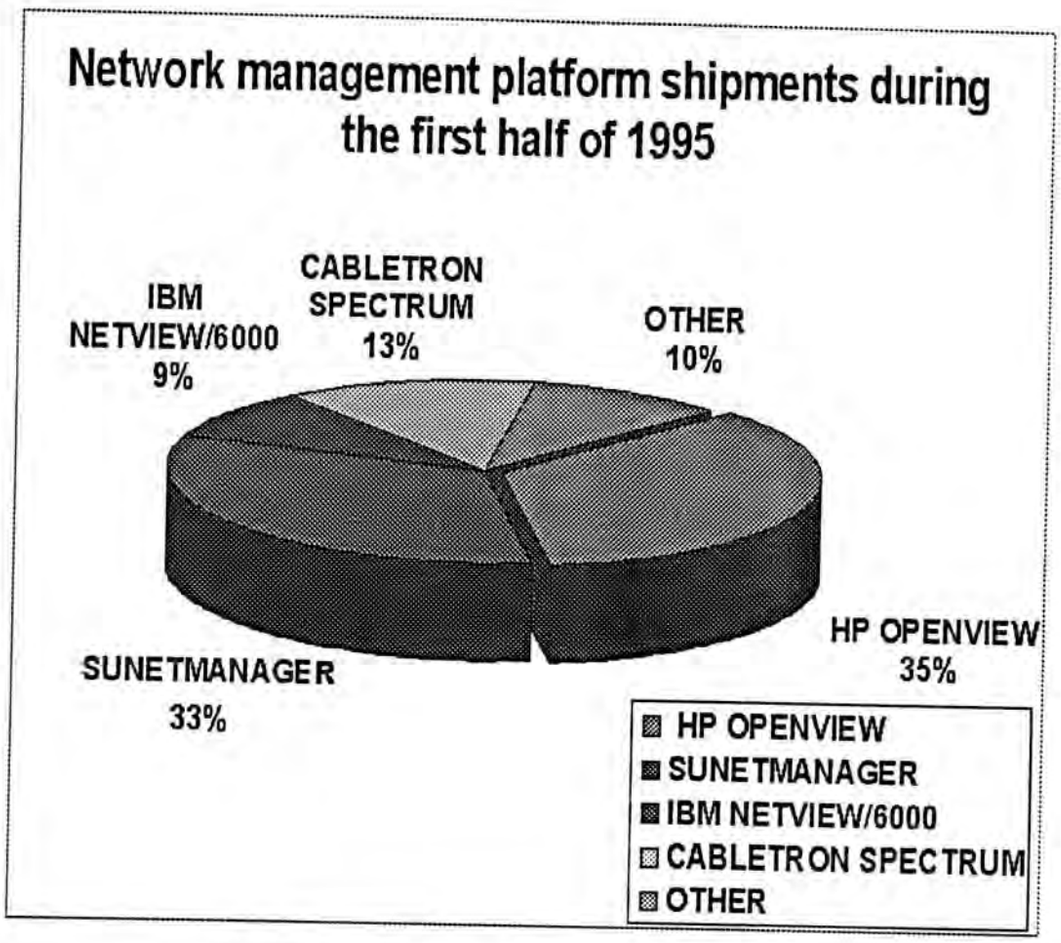



FIGURA A-2.1: Posição do Mercado em 1995

# ANEXO A-3 PASSOS PARA CRIAÇÃO DE INTERFACE GRÁFICA

O SAFO foi desenvolvido de tal forma que o acréscimo de ferramentas seja simples e rápido. É possível incluir ferramentas na forma de linha de comando ou na forma de interface gráfica. A inclusão de ferramentas na forma de linha de comando corresponde a criação de botão que execute um determinado comando ou arquivo de lote, com os parâmetros normalmente utilizados. A inclusão de ferramentas com interface gráfica supõe a existência ou a crição de uma interface gráfica. Para a criação de uma interface gráfica dentro do SAFO, é necessário conhecimentos mínimos de programação em linguagem C, bem como referência bibliográfica disponível para os sistemas Xwindows e Xview. Junto ao pacote distribuído, encontra-se o modelo de interface do SAFO, onde, com algumas alterações, pode-se criar interface gráfica para praticamente todos os comandos disponíveis dentro do ambiente unix.

## A-3.1 Modelo de Interface do SAFO

O modelo apresentado é o da interface gráfica do comando 'ping'. A interface básica é composta pelos seguintes elementos: cinco botões correspondentes as principais ações a serem executadas pelo sistema ( *Apply, Help, Timer, Assistant, e Quit*), um emulador de terminal (*tty*), um seletor de saída (*tty* ou *file*), uma interface correspondente ao *Help* do 'ping' (editável), uma interace gráfica para acesso a Crontab (*Timer*), uma interface gráfica para definição do nome do arquivo de saída, quando for o caso, e uma interface gráfica para associada ao botão *Assistant*. Os elementos específicos do comando 'ping', correspondentes aos parâmetros deste comando são: hostname, count, packetsize, time e options.

O modelo foi organizado em módulos, cada um responsável por uma característica do sistema. Os arquivos fontes ( em linguagem C) estão disponíveis no

diretório $SAFOHOME/modelo, e são os seguintes:

**Makefile** - responsável pelo processo de compilação da interface gráfica

**modelo.c** - módulo principal do sistema

**modelo-assist.c** - módulo responsável pela ativação da interface gráfica chamada pelo botão *Assistant*

**modelo-crontab.c** - módulo responsável pela ativação da interface gráfica chamada pelo botão *Timer*

**timer.G** - meta-arquivo contendo as principais informações da interface gráfica do botão *Timer*

**assist.G** - meta-arquivo contendo as principais informações da interface gráfica do botão *Assistant*

**modelo.G** - meta-arquivo contendo as principais informações da interface básica

O primeiro passo é criar o diretório $SAFOHOME/*ferramenta*, onde *ferramenta* corresponde ao nome da ferramenta que se pretende adicionar ao sistema agregador. A seguir deve-se copiar os arquivos localizados no diretório *modelo*, alterando os locais onde aparece a palavra *modelo* pelo nome da ferramenta a ser adicionada, precedida por um *l*. Por exemplo, se quisermos adicionar o comando **ls**, devemos criar o diretório **$SAFOHOME/ls**, e copiar os arquivos: *modelo.c*, para *lls.c*, *modelo-assist.c* para *lls-assist.c*, *modelo.G* para *lls.G*, ...

Após deve-se editar a interface gráfica, acomodando-a de forma a permitir todos os parâmetros disponíveis para a ferramenta especificada. A edição dos Meta-arquivos deve ser feita através do GUIDE, da seguinte forma:

*% guide modelo.G*

O próximo procedimento é editar os arquivos modelos de forma que a linha de comando seja montada da forma adequada, bem como deve-se indicar os arquivos de help desta nova ferramenta. A compilação da interface gráfica desta nova ferramenta é feita através do comando *make*.

*% make*

O sistema necessita que estejam disponíveis as bibliotecas dos **sistemas XWindows, Xview e GUIDE**. Para definir os parâmetros utilizados durante o processo de compilação, como por exemplo o nome do arquivo executável e outras opções de compilação que podem ser utilizadas, deve-se editar o arquivo *Makefile*.

Terminada a compilação, o arquivo executável ( normalmente *lmodelo*) deve ser copiado para o diretório *$SAFOHOME/bin*, tornado-se desta forma disponível para o sistema agregador.

# ANEXO A-4 INTERFACES GRÁFICAS DAS DEMAIS FERRAMENTAS

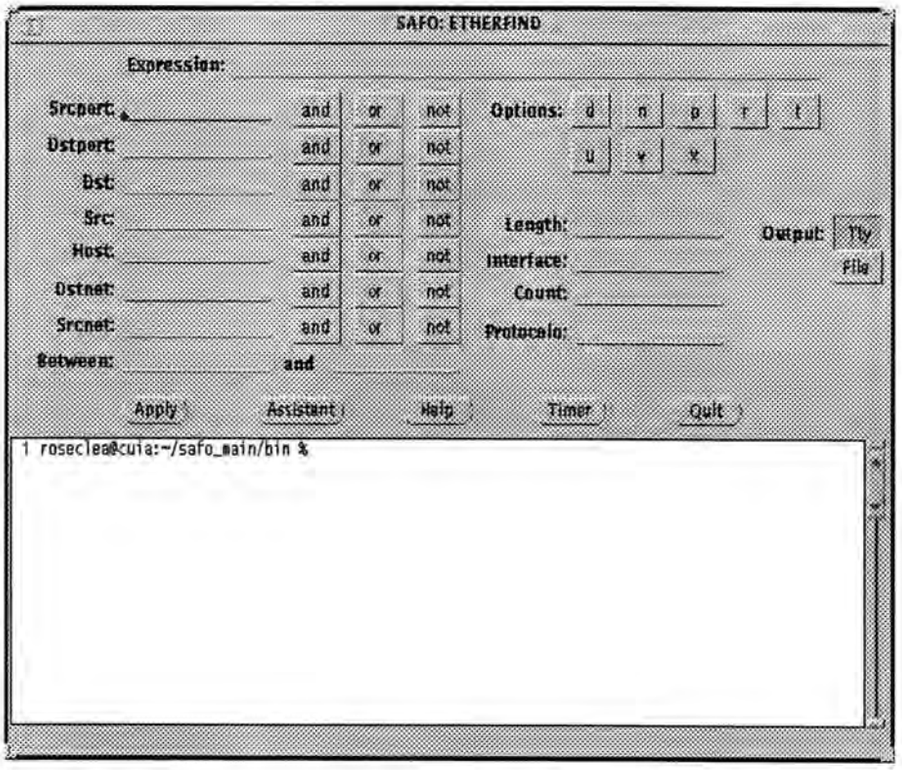



FIGURA A-4.1: Interface da Ferramenta Etherfind

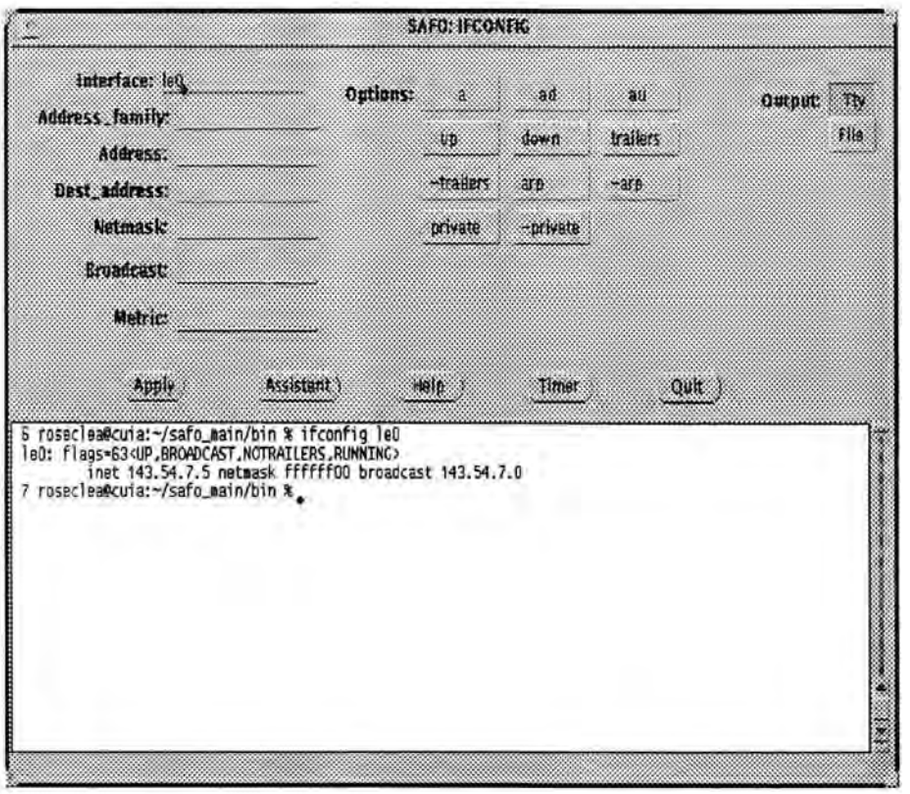



FIGURA A-4.2: Interface da Ferramenta Ifconfig

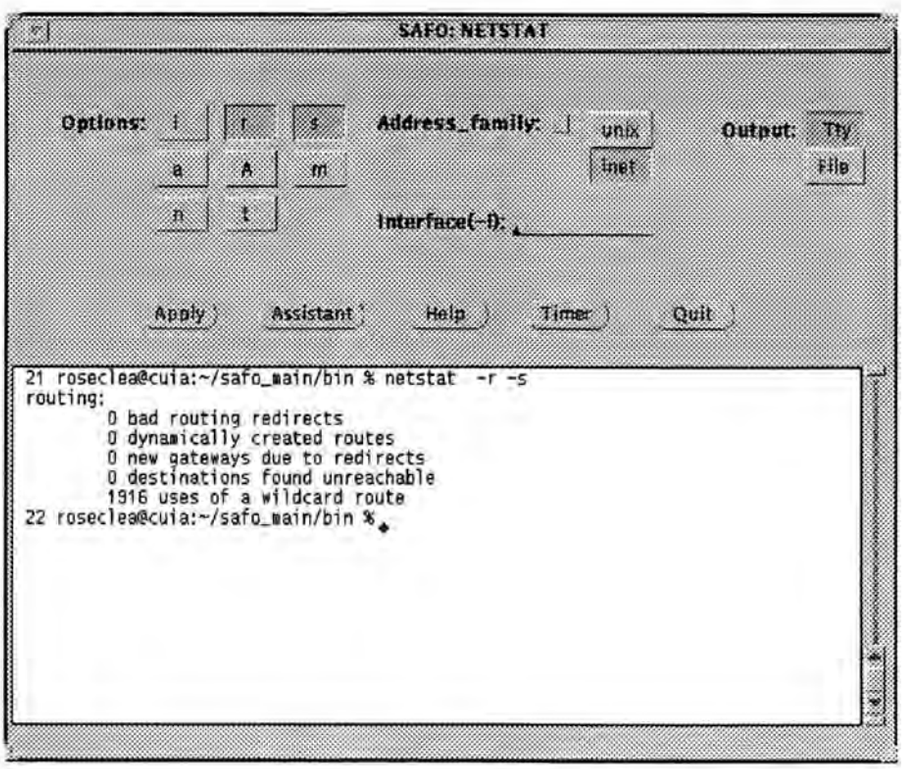



FIGURA A-4.3: Interface da Ferramenta Netstat

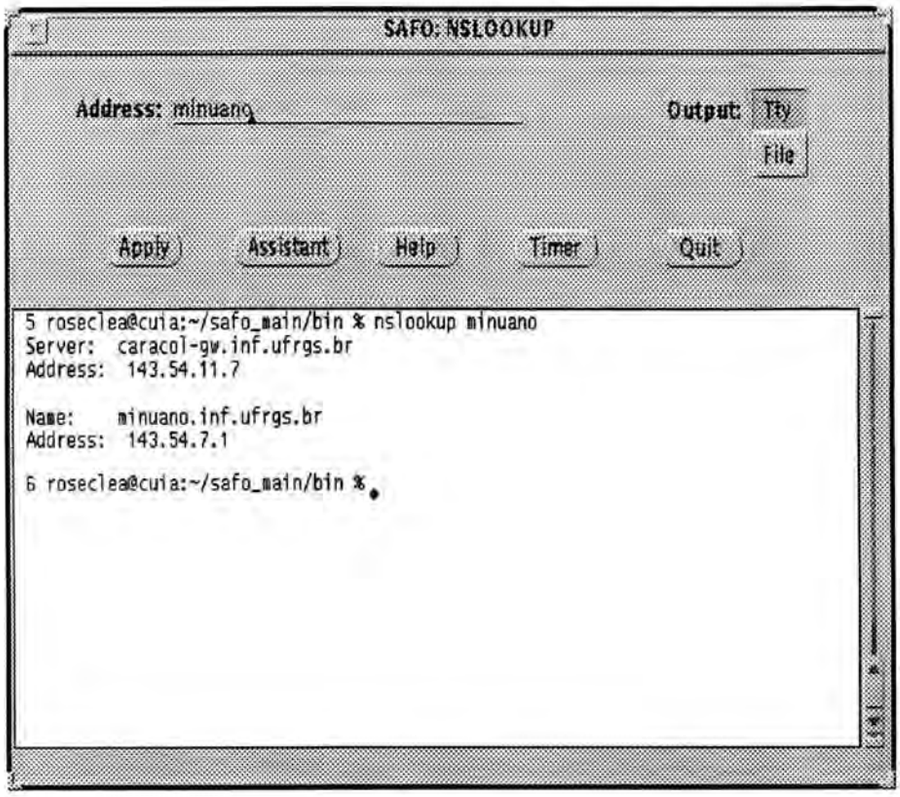



FIGURA A-4.4: Interface da Ferramenta Nslookup

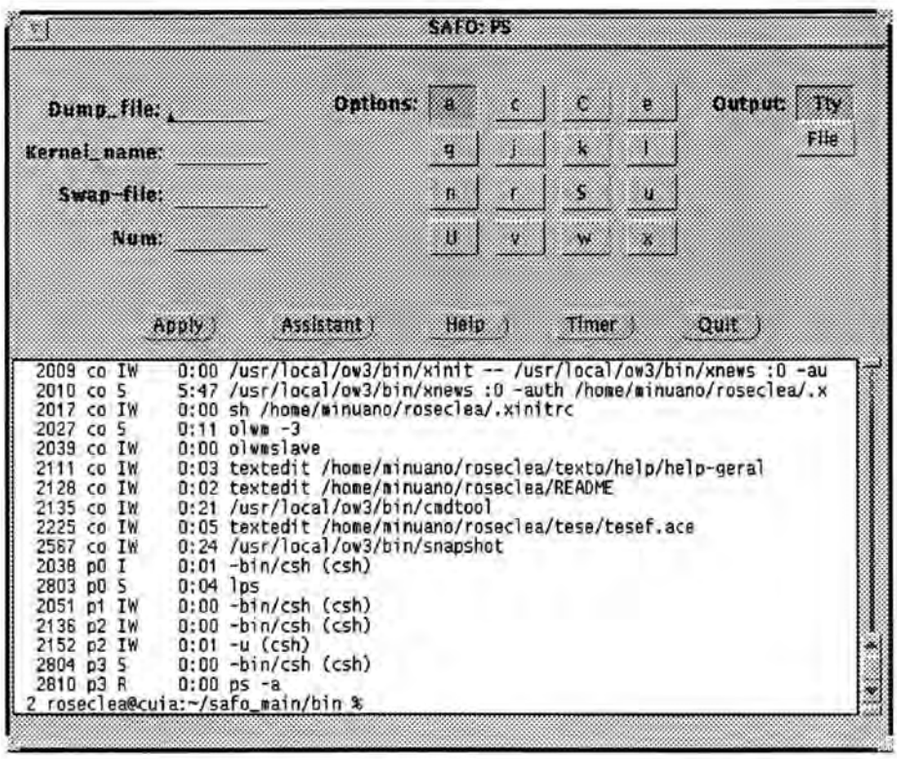



FIGURA A-4.5: Interface da Ferramenta PS

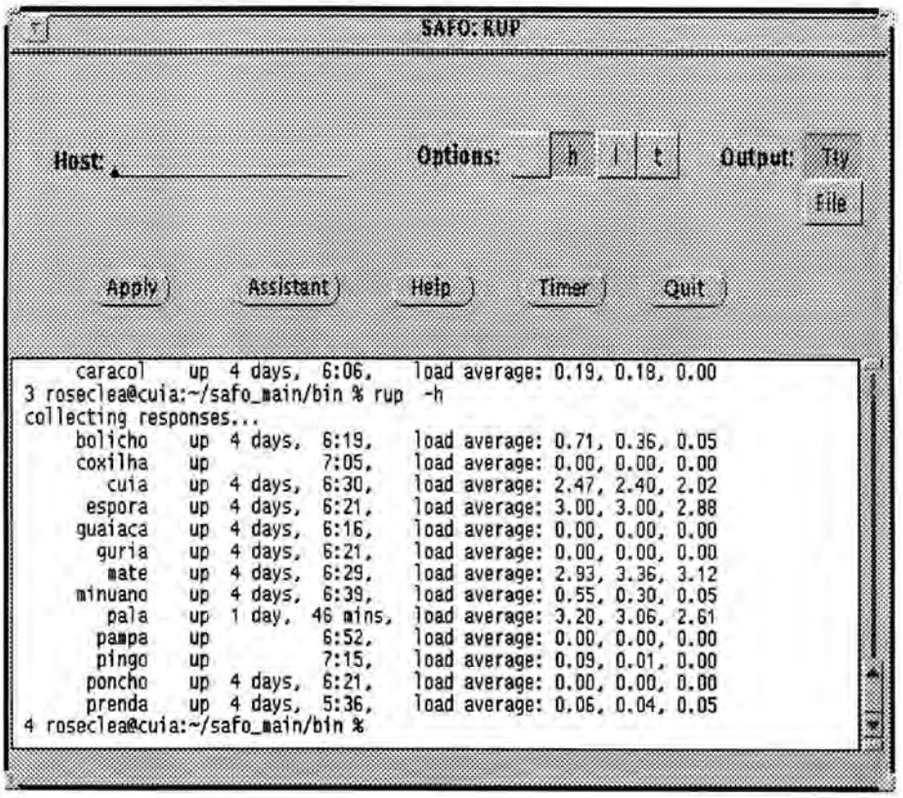



FIGURA A-4.6: Interface da Ferramenta Rup

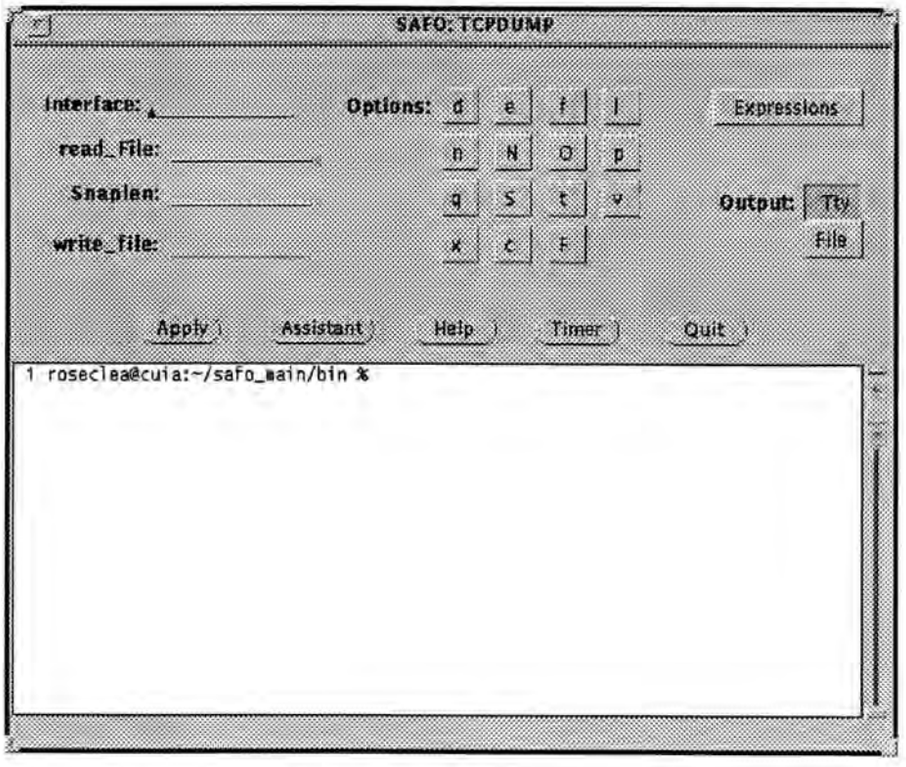



FIGURA A-4.7: Interface da Ferramenta Tcpdump

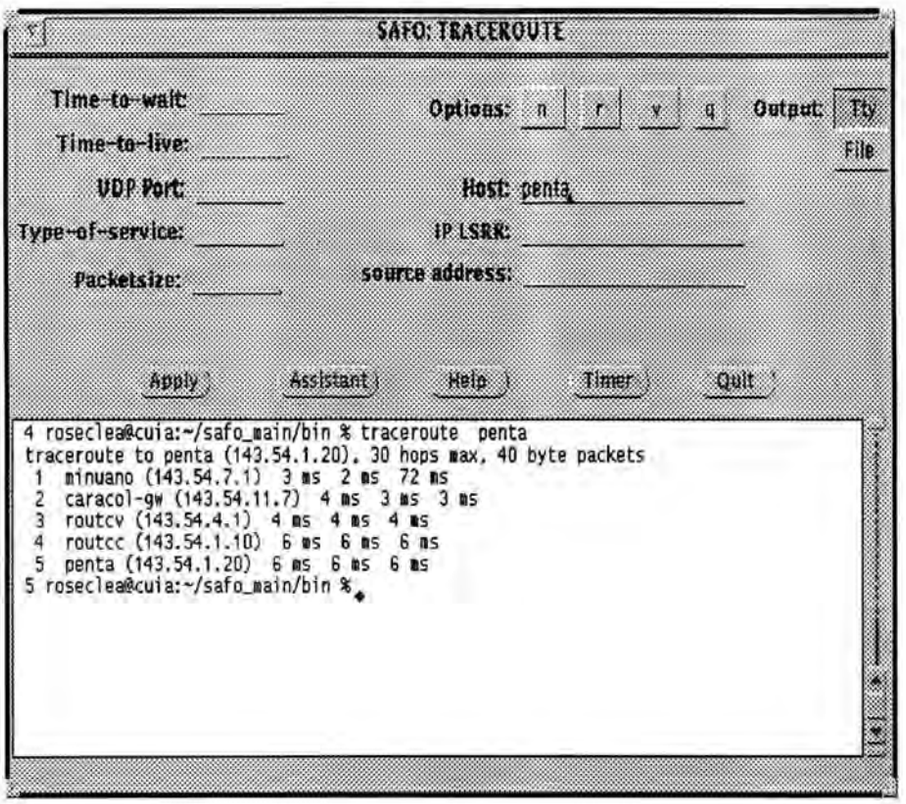



FIGURA A-4.8: Interface da Ferramenta Traceroute

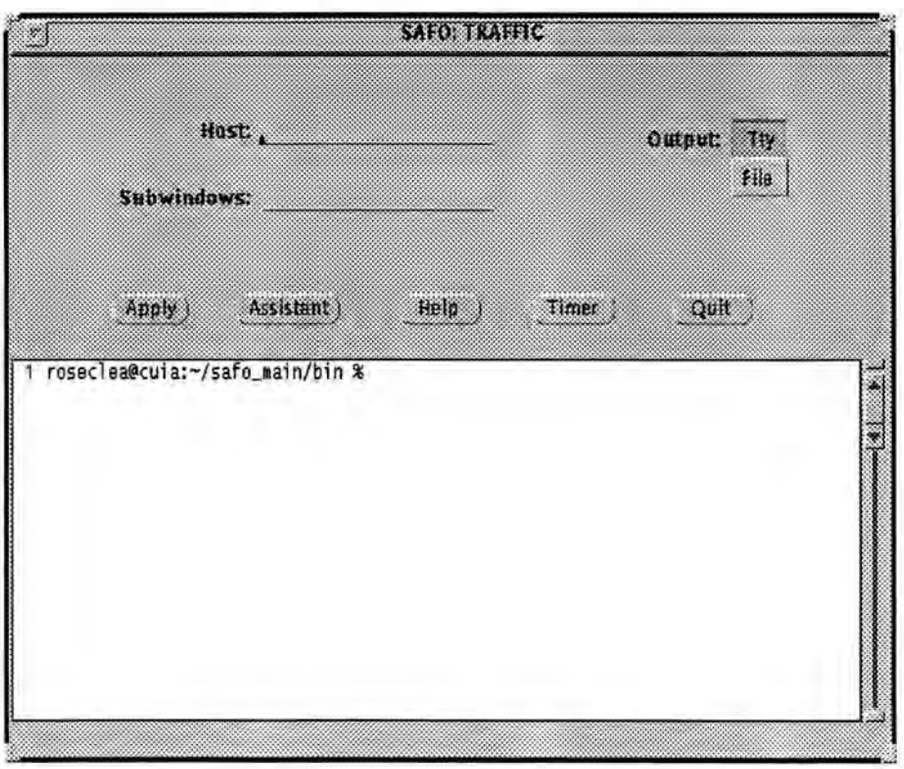



FIGURA A-4.9: Interface da Ferramenta Traffic

# ANEXO A-5 CONJUNTO DAS REGRAS

| *PROBLEMA* | *CAUSAS PROVÁVEIS* | *RECOMENDAÇÃO* |
|---|---|---|
| **Ping: host unreachable** | 1. a conexão para o host não pode ser feita no momento (host pode estar desligado) ou a rede pode estar down | 1. verificar se é possível atingir outros hosts, se não conseguir o problema de conexão é local<br>2. tentar novamente mais tarde |
| **Ping: 100% packet loss** | 1. o host não responde ao envio de pacotes. Pode estar desligado ou a rede estar down | 1. tentar acesso após decorrido algum tempo |
| **Ping: no answer from 'hostname'** | 1. o host não responde ao envio de pacotes. Pode estar desligado ou a rede estar down | 1. tentar acesso após decorrido algum tempo |
| **Ping: no route to host** | 1. o host destino não pode ser atingido porque o host local não sabe como chegar lá. | 1. É provável que seja necessário configurar ou executar 'gated' ou 'route' para setar o roteamento. |
| **Ping: network is unreachable** | 1. a conexão para o host ou rede não pode ser feita no momento (host pode estar desligado, a rede pode estar down)<br>2. host no qual o comando está executando pode estar com a interface mal configurada. | 1. verificar se é possível atingir outros hosts, se não conseguir o problema de conexão é local<br>2. tentar novamente mais tarde<br>3. se problema for decorrente da causa 2., configurar corretamente a interface da placa através do ifconfig ( vide help on-line do ifconfig) |
| **Ps: no such job** | 1. você ou uma operação fez uma referência para um job não existente | 1. verificar número correto do job |
| **Ps: no such process** | 1. um sinal foi enviado para | 1. execute o comando |

| | | |
|---|---|---|
| | um processo não existente . Isto pode ser : um resultado, um programa que tem um defeito ou uma operação ilegal que você tentou realizar | novamente<br>2. se persistir , re-inicialize o processo |
| **Ping: unknown host 'hostname'** | 1. não reconhece o nome do host, pois o host especificado não consta no arquivo : /etc/hosts nem é localizável usando DNS | 1. Verificar digitação correta do nome<br>2. executar novamente com o endereço IP ( ao invés do nome), se persistir a mensagem<br>3. se passo 2. não retornar resposta, executar traceroute com número IP para verificar até onde é conseguida a conexão |
| **Ifconfig: panic: lan interface card failure** | 1. problema de hardware | 1. trocar a placa de rede. |
| **Ifconfig: no such interface** | 1. nome da interface preenchido incorretamente ou não selecionado<br>2. interface não configurada | 1. preencher ou selecionar corretamente a interface<br>2. se problema for decorrente da causa 2., configurar a interface -> vide help on-line do ifconfig |
| **Ifconfig: permission denied** | 1. não tem privilégios de root | 1. tornar-se root |
| **Rup: unknown host** | 1. não reconhece nome do host | 1. verificar se o nome está escrito corretamente |
| **traffic: can't contact rpc.etherd** | 1. o etherd (daemon servidor de estatisticas ethernet) não está executando no host | 1. ativar o etherd no host |
| **Etherfind: not superuser** | 1. usuário não tem privilégio de root | 1. para etherfind executar é necessário ser root. Torne-se superuser (root user) no sistema corrente e execute o |

| | | |
|---|---|---|
| | | comando novamente |
| **Etherfind: permission denied** | 1. usuário não tem privilégio de root | 1. para etherfind executar é necessário ser root. Torne-se superuser (root user) no sistema corrente e execute o comando novamente |
| **Nslookup: time out** | 1. o servidor não consegue responder as solicitações após decorrido um determinado tempo e um determinado número de tentativas | 1. aumentar o tempo ( timeout=valor) e o número de tentativas (retry=valor) |
| **Nslookup: no response** | 1. nenhum servidor de nome está rodando na máquina servidora | 1. se possível, ativar o servidor de nomes no servidor |
| **Nslookup: no information** | 1. dependendo do tipo de solicitação e o conjunto formado na linha de comando, nenhuma informação sobre o host é disponibilizada, mesmo que o nome seja válido | 1. refazer o conjunto da linha de comando ( ver utilização correta no help on-line da ferramenta) |
| **Nslookup: non-existent domain** | 1. o host ou o nome do dominio não existem | 1. verificar digitação |
| **Nslookup: conection refused** | 1. a conexão para o host ou servidor não pode ser feita no momento | 1. este erro ocorre geralmente com solicitações de finger |
| **Nslookup: network is unreachable** | 1. a conexão para o host ou servidor não pode ser feita no momento | 1. tentar acesso após decorrido algum tempo<br>2. este erro ocorre geralmente com solicitações de finger |
| **Nslookup: format error** | 1. o servidor de nomes baseia-se que a solicitação não está no formato apropriado | 1. esta mensagem indica um BUG no software |
| **Nslookup: server failure** | 2. o servidor de nomes se encontra com uma | 1. rever a instalação e a configuração do servidor de |

| | | |
|---|---|---|
| | inconsistência interna na base de dados e não pode retornar uma resposta válida | nomes |
| **Nslookup: refused** | 1. o servidor de nomes recusou o serviço solicitado | 1. verificar se existe serviço solicitado e se é necessário ser root para executar |
| **Nslookup: no address information is available for 'hostname'** | | |
| **Nslookup: " "** | 1. a máquina cliente não está configurada<br>2. caiu daemon DNS no servidor | 1. verificar na máquina cliente a existência do arquivo /etc/resolv.conf<br>2. na máquina servidora, verificar se o daemon DNS (in.named) está rodando |
| **Tcpdump: command not found** | 3. comando solicitado não encontrado | 1. verificar digitação correta do comando |
| **Netstat: lost connection** | 1. a leitura de um socket retornou valor de registro negativo<br>2. não pode obter o par de nomes | 1. reinicialize o daemon snmp |
| **Traceroute: unknown host** | 1. não reconhece o nome do host | 1. verificar digitação correta do nome<br>2. preencher nome e dominio<br>3. tentar com endereço IP |
| **Traffic: conection to host is down** | 1. não pode atingir a porta para o sistema remoto chamado 'host'. Um erro de socket ou um erro de conexão ocorreu | 1. Utilize outros aplicativos para testar a conexão com o 'host' ( como ping). |
| **Traffic: unknown host 'host'** | 1. o sistema não reconhece o nome 'host' | 2. verifique o arquivo /etc/hosts para certificar se existe uma entrada para o nome 'host' |

# ANEXO A-6 DOCUMENTAÇÃO SDL

SDL (Specification and Description Language) é uma das principais linguagens utilizadas para especificação de protocolos existentes atualmente. O propósito da recomendação de SDL pelo CCITT é prover uma linguagem para especificação e descrição não ambígua do comportamento de sistemas de telecomunicações. Um aspecto negativo da linguagem SDL é a falta de construções do tipo IF-THEN, WHILE-DO, DO-UNTIL, já utilizadas tradicionalmente em linguagens de programação [TRI 92], que dificultou a representação do sistema.

Como SDL permite duas formas de representar sistemas: gráfica (SDL/GR) e textual (SDL/PR), a escolhida para a representação do SAFO foi a gráfica ( SDL/GR - Graphical Representation), já que ambas são equivalentes.

A implementação do sistema foi feita através de módulos:

**Módulo Principal**

O SAFO é formado por um conjunto de módulos ( ferramentas) independentes, ativados a partir do módulo principal. Figura A-6.1

Após as inclusões, declarações e inicializações necessárias, o sistema permanece em 'loop' até a escolha de uma das opções disponíveis, que pode ser a execução de uma das ferramentas, a solicitação de help, a programação do temporizador, a inclusão de uma ferramenta ou a saída do sistema.

**Módulo das Ferramentas**

No desenvolvimento do sistema, houve a grande preocupação de padronização dos módulos das ferramentas para facilitar o seu desenvolvimento e agilizar a implementação das dez ferramentas. Todas tem a mesma estrutura principal apresentada pela Figura A-6.2

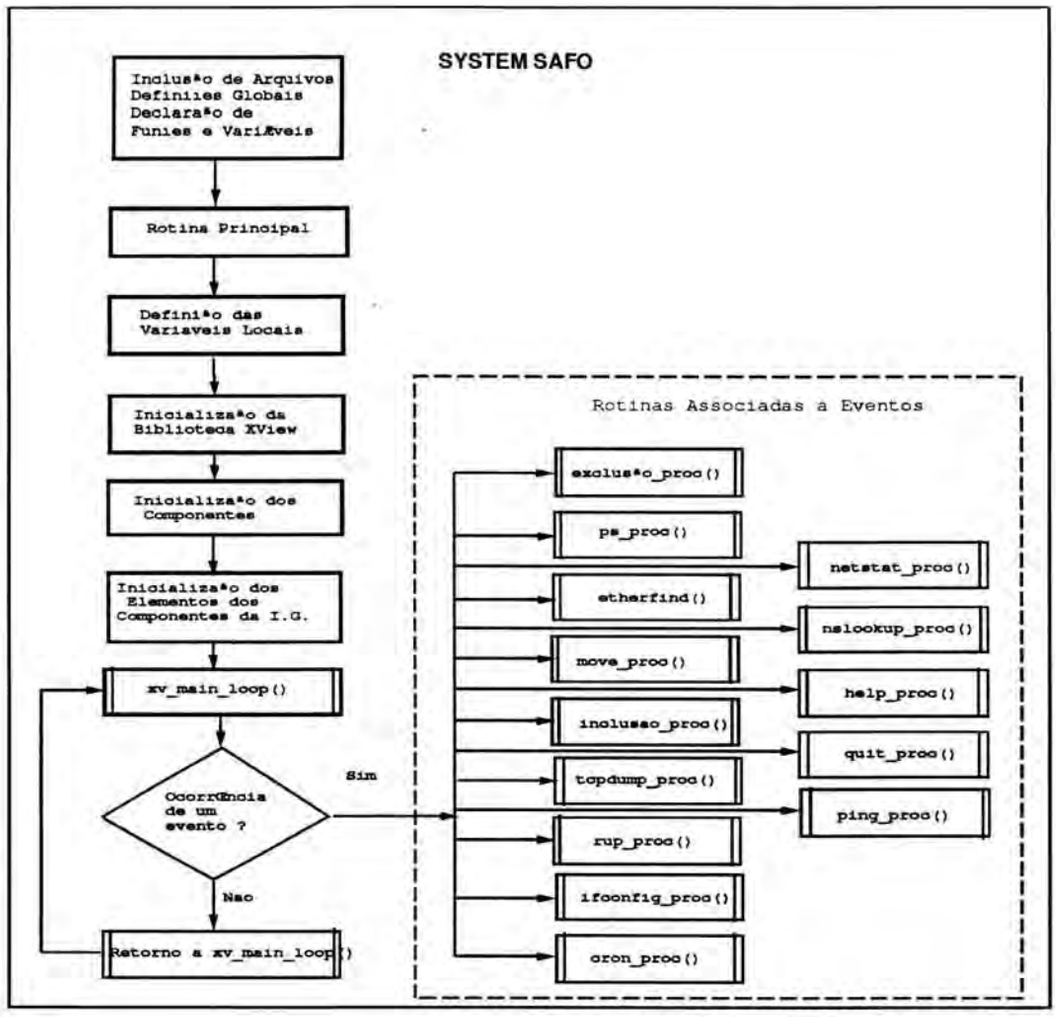



FIGURA A-6.1: Módulo Principal

Em linhas gerais, o que se altera de uma ferramenta para outra são as variáveis, e a função *apply-func()*, que executa a ferramenta em si, após montar o formato final da linha de comando e criar o processo de execução da ferramenta com todas as suas particularidades.

### Módulo Assistente

A Figura A-6.3 apresenta o fluxograma do módulo Assistente.

Sempre que o usuário necessitar de um auxílio na interpretação dos resultados e pressionar o botão 'Assistant', a rotina *apply-func()* é ativada. Primeiramente acessa o arquivo de saída dos resultados, compara com arquivo de chaves e

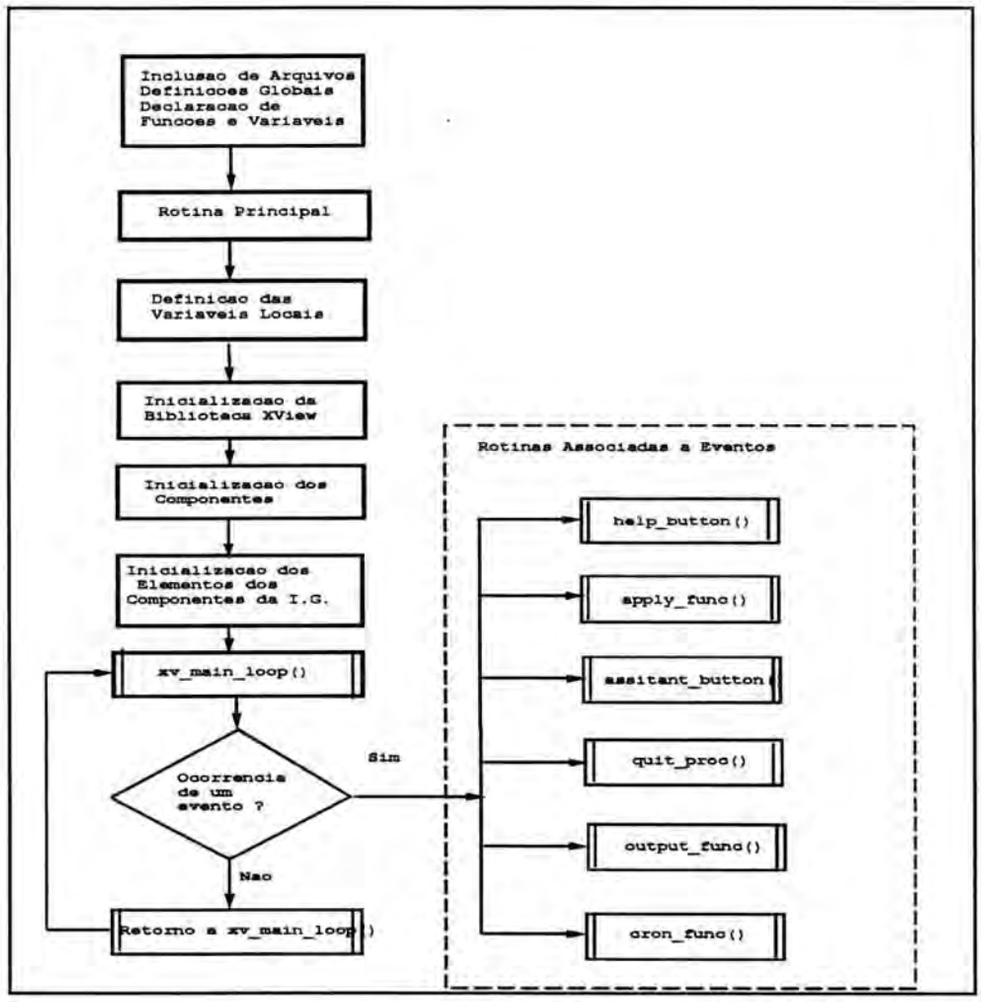



FIGURA A-6.2: Módulo Genérico das Ferramentas

retorna com a chave apropriada ( rotina *retorna-chave()*). Verifica se é uma mensagem conhecida, se não for chama a rotina *nova-mensagem ()*, caso contrário, acessa o arquivo de recomendações ( chave1), localiza as regras através da chave e abre uma nova janela apresentando a chave, a mensagem, as prováveis causas da mensagem e possíveis soluções, se for o caso.

O arquivo de recomendações (chave1) é único para todas as ferramentas e a sua estrutura é formada pelas informações de nome da ferramenta e identificação da chave e as regras com causas prováveis da mensagem e sugestões/comentários para tentar solucionar o problema. Uma descrição completa foi apresentada na seção 4.4.

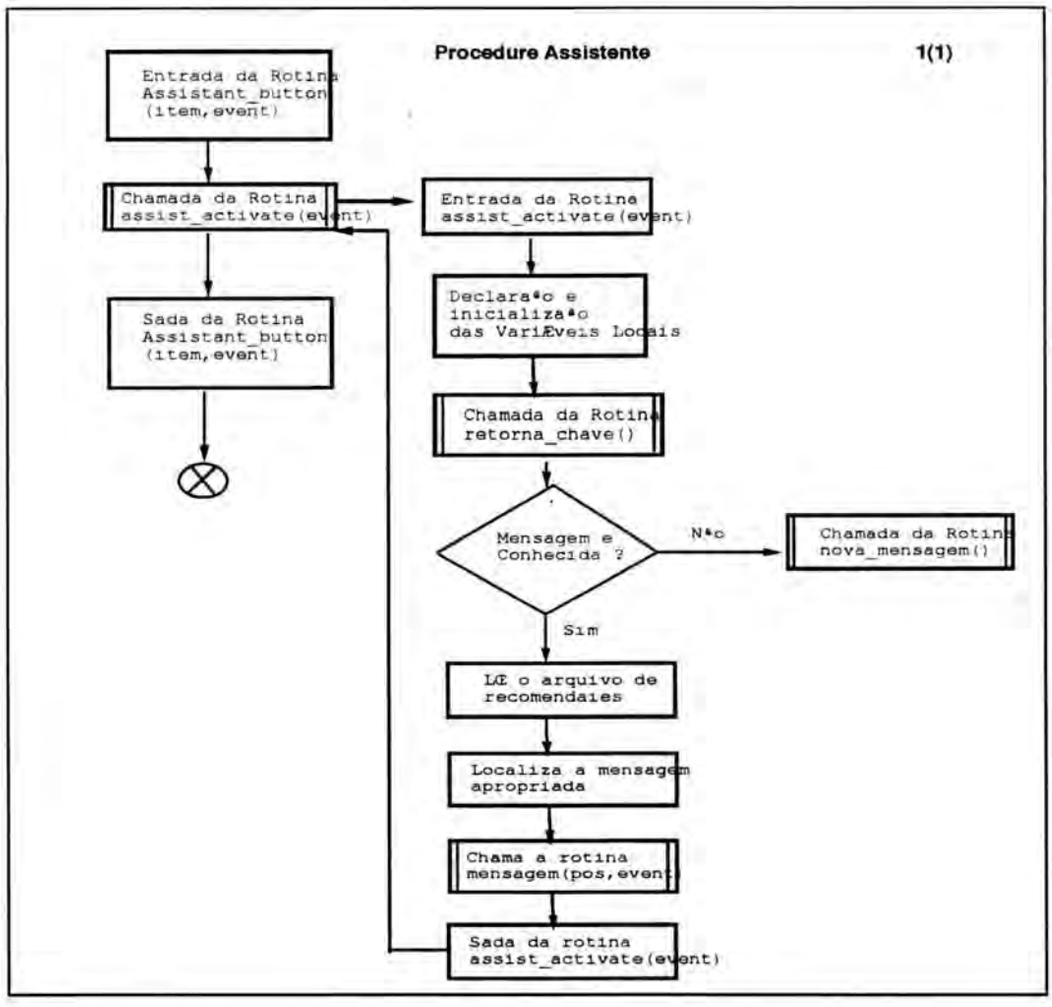



FIGURA A-6.3: Módulo Assistente

### Módulo Timer

O módulo Timer, apresentado na Figura A-6.4, é ativado quando o usuário deseja executar alguma ferramenta em background, mesmo que ela não faça parte da interface gráfica do SAFO.

A rotina *cron-active()* obtém a última linha de comando utilizada na crontab e aguarda pela opção do usuário, que pode ser **Clear Line, Apply, Help** ou **Cancel**. A função de **Apply** é que realizará o acréscimo da nova linha de comando na tabela crontab, ou criará uma nova tabela, conforme escolha do usuário.

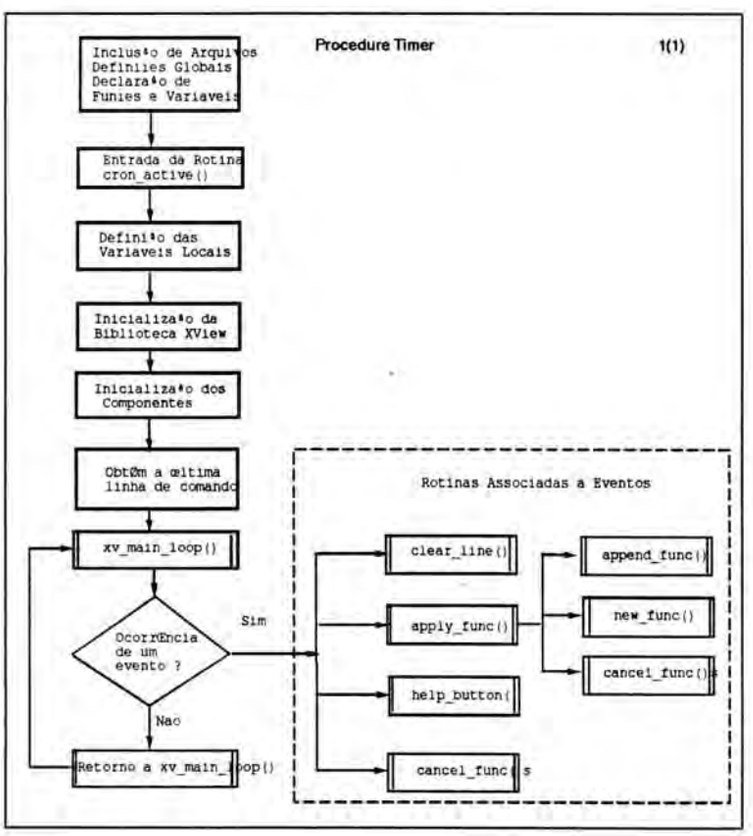



FIGURA A-6.4: Módulo Timer

# ANEXO A-7 GLOSSÁRIO

**Ação** - parte da regra que contém as conclusões para serem declaradas/defendidas ou funções para serem desenvolvidas se a outra parte da regra é verdadeira.

**Aquisição de Conhecimento** - processo de adquirir conhecimento de especialistas humanos ou outras origens como livros, manuais, etc.

**Base de Conhecimento** ( baseada em regras) - contém a solução de problemas conhecidos. As regras estão na forma *IF condição THEN ação.*

**Condição** - parte da regra que contém os padrões ou atributos que devem ser associados em ordem para ativar a regra.

**Domínio** - área da atividade humana que contém perícia/habilidade e conhecimento adequado para a base de um especialista ou de um sistema baseado em conhecimento.

**Engenheiro do Conhecimento** - (1) pessoa que exerce o duplo papel de compreender o domínio da informação para interagir com o especialista e possuir o conhecimento necessário sobre computação, linguagens e ferramentas para selecionar o melhor ambiente e forma de implementar o sistema. É quem realmente realiza a interface com o especialista, dirigindo as entrevistas, acompanhando em seu trabalho, etc.; (2) indivíduo que sabe como adquirir o conhecimento e codificá-lo num programa de computador; (3) pessoa que efetua a modelagem do conhecimento para que seja armazenado em uma base de conhecimentos.

**Especialista** - (1) pessoa que é capaz de solucionar tarefas específicas bem melhor que a maioria das pessoas. " Melhor" pode significar mais corretamente, mais rapidamente, mais economicamente ou mais consistentemente. Geralmente

especialistas tem anos de experiência no que fazem; (2) pessoa capaz de realizar uma operação num domínio limitado com resultados excepcionais.

**Inferência** - (1) processo lógico de derivação de conclusões de uma coleção de dados e relação entre os dados e conclusões potenciais; (2) operação lógica de estabelecimento de conclusões de regras num sistema baseado em regras.

**Máquina de Inferência** - constituído por um conjunto de métodos capazes de manipular as informações armazenadas.

**Sistema Especialista** - (1) é um programa de computador que incorpora domínio especialista abstraído de dados, frequentemente em forma de regras; (2) é um sistema que emprega conhecimento humano para resolver problemas que ordinariamente requerem inteligência humana; (3) é uma classe de sistemas de IA desenvolvidos para servirem como consultores na tomada de decisões que envolvam áreas restritas da ciência, normalmente apenas dominadas por especialistas humanos.

# BIBLIOGRAFIA


[ABE 94] ABEL, M. **Introdução aos Sistemas Especialistas**. Porto Alegre: II/UFRGS, 1994.

[ANT 90] ANTUNES, A. **Métodos e Técnicas de Desenvolvimento de Sistemas Especialistas.** Porto Alegre: CPGCC/UFRGS, 1990. (TI-141).

[BAR 95] BARCELLOS, M. A. Desafios para o Controle da LAN. **Connections**, Rio de Janeiro, v.4, n.41, p.50, out. 1995.

[BAR 95a] BARCELLOS, M. A. Vantagens e Custos do Gerenciamento Integrado. **Connections**, Rio de Janeiro, v.4, n.35, p.41, abr. 1995.

[CAM 95] CAMPOS, A. Estilos de Gerenciamento. **Computerworld** , Framinghan, Mass., v.2, n.131, p.15, ago. 1995.

[CAR 95] CARVALHO, T. M. O Mapa do Gerenciamento. **Connections**, Rio de Janeiro, v.4, n.36, p.42, maio 1995.

[COM 91] COMER, D. E. **Internetworking with TCP/IP:** Principles, Protocols, and Architeture. 2nd Ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1991.

[DRY 95] DRYDEN, P. Net Managers Clamor for Bussiness Reality Check. **Computerworld**, Framinghan, Mass., v.29, n.44, p.1, out. 1995.

[EDE 91] EDELWEISS, N. **Representação do Conhecimento em Engenharia do Conhecimento**. Porto Alegre: CPGCC/UFRGS, 1991. (RP-163)

[ENG 93] ENGER R. **FYI on a Network Management Tool Catalog:** Tools for Monitoring and Debugging TCP/IP Internets and Interconnected Devices . NOCTolls2 Working Group. June, 1993.

Disponível por FTP anônimo de " caracol.inf.ufrgs.br", diretório " /pub/net/docs/rfc" ( RFC 1470).

[ENL 88] ENGLEMORE, R. S., MORGAN, A. J. **Blackboard Systems** . Workingham, England: Addison-Wesley, 1988.

[HEN 94] HENDERSON, F. IBM Netview/6000: No Match for HP OpenView. **Datacommunications**, New York, v.23, n.9, p.29, june 1994.

[HEN 94a] HENDERSON, F. Can Sun Recapture Management Momentum? **Datacommunications**, New York, v.23, n.13, p.29, sept. 1994.

[HPA 94] HEWLETT-PACKARD. **HP OpenView SNMP Management Plataform, Performance and Configuration Guide**.[S.l.]: Hewlett-Packard, 1994. p.27.

[HPA 95] HEWLETT-PACKARD. **HP OpenView: Solutions Portofolio**. [S.l.]: Hewlett-Packard, 1995. p.15.

[HUN 94] HUNT, C. **TCP/IP - Network Administration.** Sebastpol, CA: O'Reilly & Associates, 1994.

[KAP 94] KAPPOR, A. The CW Guide to Network Management - Buyer's Satisfaction Score Card. **Computerworld**, Framinghan, Mass., v.28, n.7, p.88, feb. 1994.

[KEO 94] KEOUGH, L. IBM Netview/6000: Net Management. **DataCommunications**, New York, v.23, n.1, p.108, jan. 1994.

[KES 94] KESSLER, G.C.; SHEPARD, S.D. **A Primer On Internet and TCP/IP Tools (DRAFT)**. [S.l.:s.n.], 1994.

[LEI 93] LEINWAND, A.; FANG. K.**Network Management:** A Practical Perspective. Working, England: Addison-Wesley, 1993.

[MAN 95] MANZONI, R. Network Management. **Computerworld**, Framinghan Mass., v.2, n.131, p.15, aug. 1995.

[OLI 96] OLIVEIRA, R. B. **Automação de Gerência de Redes de Computadores:** Um Estudo de Métodos para Representação do Conhecimento. Porto Alegre: CPGCC/UFRGS, 1996. (TI-518).

[PAS 91] PASTORELLO, M. A. **Sistemas Baseados em Conhecimento, Sistemas Especialistas e Paradigmas de Inferência**. Porto Alegre: CPGCC/UFRGS, 1991. (TI-225).

[ROS 91] ROSE, M. T.**The Simple Book: An Introduction to Management of TCP/IP - Based Internets**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1991.

[SCO 91] SCOTT, A. C. **A Practical Guide to Knowledge Acquisition.** Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1991.

[SHA 94] SHAY, R. **HP OpenView Network Node Manager Versus IBM SystemView Netview/6000 - Competitive Analysis of Network Management Offerings.** [S.l.:s.n.], 1994. p.6.

[SUN 90] SUN MICROSYSTEMS INC. **System and Network Administration.** [S.l.]: Sun Microsystems, 1990.

[SUN 90a] SUN MICROSYSTEMS INC.**OpenWindows Developer's Guide 1.1 - User's Manual.** [S.l.]: Sun Microsystems, 1990.

[SUN 90b] SUN MICROSYSTEMS INC. **C Programer's Guide.** [S.l.]: Sun Microsystems, 1990.

[STI 94] STIUBIENER, S. **Gerência de Redes e SNMP**. São Paulo: EPUSP, 1994. p.13. Material de Palestra.

[TAR 90] TAROUCO, L. M. R. **Inteligência Artificial Aplicada ao Gerenciamento de Redes de computadores**. São Paulo: USP - Escola Politécnica, 1990. Tese de Doutorado.

[TAR 96] TAROUCO, L. M. R. Um Ambiente para Gerenciamento Integrado e Cooperativo. In: Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 14., 1996, Fortaleza. **Anais ...** [S.l.:s.n.],1996.

[TER 87] TERPLAN, K. **Communication Networks Management**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1987.

[TOR 95] TORRES, I. L. Como Escolher um Gerenciador de Redes - Análise Comparativa. In: EXPONET, 1995, São Paulo. **Anais...** [S.l.:s.n.], 1995.

[TRI 92] TRINDADE, R. S. **Um Estudo da Linguagem SDL para Especificação e Teste de Protocolos**. Porto alegre: CPGCC/UFRGS, 1992. (TI-258).

[VER 94] VERCELLI, J. Integração de Ferramentas: Nas Curvas da Estrada. **Connections**, Rio de Janeiro, v.3, n.31, p.30, dez. 1994.

[WAL 95] WALTER, J.J. Gerenciamento - Os Pré-requesitos dos Sistemas. **Connections**. Rio de Janeiro, v.4, n.36, p.45, maio 1995.

[WES 93] WESTPHALL, C. B. **Avaliação de Plataformas em Gerência de Redes**. p. 16. Notas de aula da disciplina Gerência de Redes do Pós-graduação da UFRGS - Porto Alegre-RS. 1993.

**Informática**  UFRGS

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

*SAFO - Sistema Agregador de Ferramentas de Operação de rede.*

por

Roseclea Duarte Medina

Dissertação apresentada aos Senhores:

Prof. Dr. Edson dos Santos Moreira (ICMSC/USP)

Profa. Dra. Maria Janilce Bosquiroli Almeida

Prof. Dr. Carlos Alberto Heuser

Vista e permitida a impressão.
Porto Alegre, 27/10/96.

Profa. Dra. Liane Margarida Rockenbach Tarouco,
Orientador.

Prof. Flávio Rech Wagner
Coordenador do Curso de Pós-Graduação
em Ciência da Computação - UFRGS
Instituto de Informática - UFRGS