

Uma Metodologia de Apoio à Análise e ao Desenvolvimento de Aplicações em Sistemas de Gerenciamento de Redes de Computadores

Suzana de Queiroz Ramos

Departamento de Estatística e Computação
Universidade Estadual do Ceará
Av. Paranjana, 1700 CEP: 60740-000 Fortaleza - CE
E-mail: sqr@fortal.uece.br

Paulo Roberto Freire Cunha

Departamento de Informática
Universidade de Federal de Pernambuco
Caixa Postal 7851 CEP: 50732-970 Recife - PE
E-mail: prfc@di.ufpe.br

Mauro Oliveira

Laboratório Multiinstitucional de Redes e Sistemas Distribuídos
Escola Técnica Federal do Ceará
Av. 13 de maio, 2081 CEP: 60.430-531 Fortaleza - CE
E-mail: pacatuba@lia.ufc.br

Resumo

Mesmo dispondo de soluções automatizadas de gerenciamento de redes de computadores, administradores necessitam, freqüentemente, desenvolver aplicações que atendam às necessidades de gerenciamento de seus ambientes. As soluções disponíveis atualmente não atendem a todos os requisitos de gerenciamento devido à complexidade do universo gerenciado. Neste artigo, apresentamos uma metodologia, denominada DAG (Desenvolvimento de Aplicações de Gerenciamento), que tem como objetivo facilitar a análise e o desenvolvimento de aplicações em sistemas de gerenciamento de redes de computadores.

Abstract

Even though there exists many automated solutions for computer network management, administrators often need to develop applications that will attend the necessities of management of their particular environments. Available solutions today don't fill all the requests for attending network management desires, mainly, for the complexity found at the universe being managed. In this paper, we present a methodology, named after DAG (Desenvolvimento de Aplicações de Gerenciamento), which facilitates the analysis and the development of applications in computer network management systems.

1 Introdução

Redes de computadores estão em expansão contínua em decorrência das vantagens que oferecem. À medida que redes crescem em escala e extensão, as mesmas tornam-se cada vez mais indispensáveis para as organizações que as utilizam. Como consequência, evidencia-se uma maior possibilidade de ocorrerem problemas, o que pode levar as redes a um estado de inoperância ou a níveis inaceitáveis de desempenho. Para a grande maioria das organizações, o mau funcionamento de suas redes representa riscos e custos elevados.

A fim de garantir uma certa qualidade de serviço (QoS¹) a seus usuários, redes de computadores devem ser gerenciadas. Gerenciamento de redes envolve o monitoramento² e o controle³ de recursos distribuídos em redes. É assim, pela própria natureza, uma aplicação distribuída e baseia-se nos conceitos de elementos (objetos) gerenciados, agentes, gerentes, sistemas de gerenciamento de redes, base de informações de gerenciamento (MIB - *Management Information Base*) e protocolos de gerenciamento [12, 1, 11]. Em essência, o gerenciamento de redes busca assegurar que sistemas de informações, disponíveis em redes, estejam operacionais e eficazes a todo instante.

Gerenciamento de redes de computadores é uma atividade complexa. Na proporção que redes tornam-se maiores (em extensão) e heterogêneas (formadas por plataformas de *hardware* e *software* distintas), esta atividade torna-se mais complexa ainda. Conseqüentemente, o gerenciamento de redes não pode ser realizado somente pelo esforço humano. A necessidade de gerenciar redes levou a comunidade científica, organismos de pesquisa e de padronização, e fabricantes de plataformas de *hardware* e *software* a propor soluções automatizadas para o gerenciamento de redes. Tais soluções não atendem a todos os requisitos dos usuários, sendo, comumente, limitadas na implementação de aplicações de gerenciamento, devido à complexidade do universo gerenciado [10].

Na seção seguinte, apresentamos uma metodologia, denominada DAG (Desenvolvimento de Aplicações de Gerenciamento), que tem como objetivo facilitar a análise e o desenvolvimento de aplicações em sistemas de gerenciamento de redes de computadores. Na seção 3, exemplificamos a utilização da metodologia DAG e, na seção 4, apresentamos algumas conclusões.

¹Qualidade de serviço (*Quality of Service - QoS*) pode ser definida como um conjunto de fatores que determina o grau de satisfação dos usuários.

²Monitoramento está relacionado com a observação e com a análise do estado e do comportamento da configuração de redes e de seus componentes (recursos físicos ou lógicos).

³Controle está relacionado com a alteração da configuração de redes e de seus componentes, sejam eles lógicos ou físicos.

2 A Metodologia DAG

A metodologia DAG (Desenvolvimento de Aplicações de Gerenciamento) [10] congrega um conjunto de atividades que facilita a análise e o desenvolvimento de aplicações em sistemas de gerenciamento de redes de computadores⁴. Estruturada em módulos e disposta em fases, a metodologia DAG especifica, de forma disciplinada, que atividades **administradores de redes** devem realizar para desenvolverem aplicações de gerenciamento. A Figura 1 ilustra a representação gráfica da metodologia DAG.

Como podemos observar na Figura 1, a metodologia DAG está disposta em três fases:

- **Fase 1 ou Levantamento da Necessidade e do Ambiente de Gerenciamento** que compreende os módulos Caracterização da Necessidade de Gerenciamento, Caracterização dos Objetos Gerenciados, e Caracterização do Sistema de Gerenciamento de Redes;
- **Fase 2 ou Tratamento de Informações de Gerenciamento** que compreende os módulos Caracterização da Aplicação de Gerenciamento, Disponibilização do Conhecimento de Gerenciamento, e Disponibilização de Novos Agentes; e
- **Fase 3 ou Geração da Aplicação de Gerenciamento** que compreende o módulo Disponibilização da Aplicação de Gerenciamento.

A seguir, cada uma das fases da metodologia DAG é descrita⁵.

2.1 Fase 1: Levantamento da Necessidade e do Ambiente de Gerenciamento

- **Módulo Caracterização da Necessidade de Gerenciamento**

Este módulo consiste na elaboração textual de uma descrição informal da necessidade de gerenciamento. Nesta descrição, administradores devem explicitar, de forma clara e objetiva, o que se deseja gerenciar.

A descrição informal da necessidade de gerenciamento é usada como entrada no módulo Caracterização da Aplicação de Gerenciamento da Fase 2 (Figura 1).

- **Módulo Caracterização dos Objetos Gerenciados**

Este módulo tem por finalidade organizar informações sobre objetos gerenciados contidos na MIB do ambiente. Especificamente, para cada objeto gerenciado, administradores devem relacionar sua descrição sucinta e classificá-lo de acordo com os seguintes critérios:

- **critério comportamental** - Segundo este critério, um objeto gerenciado pode representar informações estáticas ou dinâmicas. **Objetos estáticos** representam informações que não variam frequentemente no tempo. Tais informações caracterizam a configuração da rede gerenciada. O tipo de sistema gerenciado

⁴Em essência, um sistema de gerenciamento de redes (SGR) é uma coleção de ferramentas que possibilita o monitoramento e o controle de recursos distribuídos em redes.

⁵Na metodologia DAG, Figura 1, os módulos de **Caracterização** estão devidamente especificados; já os módulos de **Disponibilização** não estão completamente definidos, sendo, portanto, razão de estudo em andamento.

Metodologia DAG

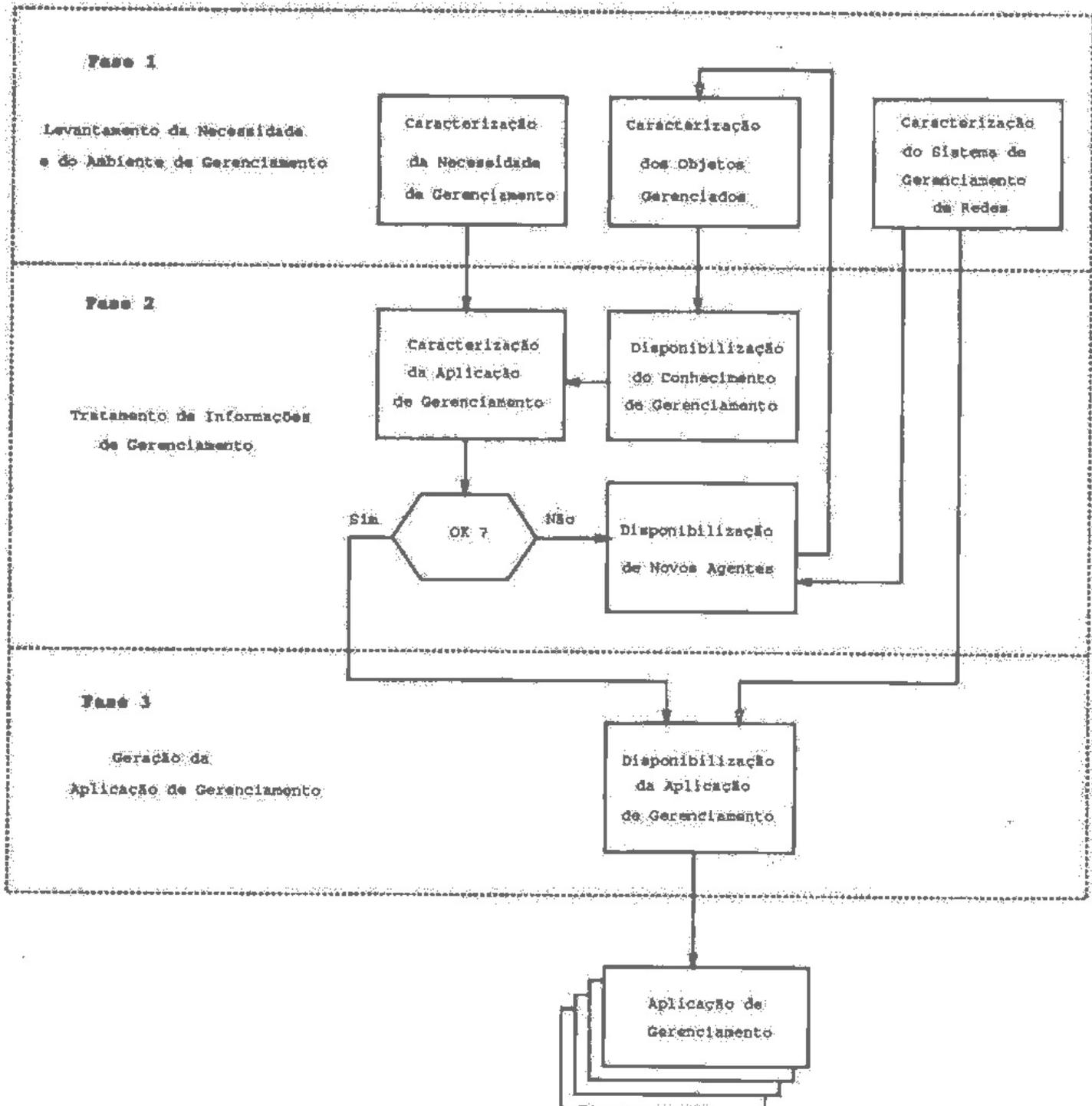


Figura 1: Metodologia DAG

(computador hospedeiro, ponte, roteador), o número de interfaces (portas) em um roteador, o endereço físico de um componente da rede constituem exemplos de objetos estáticos. Em contraste, **objetos dinâmicos** representam informações que variam no tempo. Geralmente, tais informações estão relacionadas com mudanças de estado ou com informações estatísticas da rede. A média de pacotes transmitidos por unidade de tempo, a taxa de erros de transmissão e recepção em uma interface constituem exemplos de objetos dinâmicos.

- **critério de modificação** - Um objeto gerenciado pode permitir ou não alteração de seu conteúdo. Se um objeto permitir alteração de seu conteúdo, ele é classificado como **alterável**; caso contrário, ele é classificado como **não alterável**.
- **critério funcional** - Um objeto gerenciado pode ser associado a uma ou mais áreas funcionais de gerenciamento propostas pela ISO⁶ (*International Standards Organization*). Assim, um objeto pode ser associado ao gerenciamento de configuração, de falhas, de desempenho, de contabilização e/ou de segurança.

A classificação de objetos segundo os critérios comportamental e funcional deve ser baseada, respectivamente, na descrição do objeto e na definição das áreas funcionais de gerenciamento propostas pela ISO. A descrição de objetos gerenciados e a classificação destes segundo o critério de modificação são, em geral, encontrados em documentos que descrevem a MIB.

No desenvolvimento deste módulo, propomos a elaboração da tabela **Objetos de Gerenciamento** (Tabela 1). As colunas CC, CM e CF desta tabela representam, respectivamente, os critérios comportamental, de modificação e funcional.

Objeto	Descrição Sucinta	CC	CM	CF
obj1	número de interfaces do sistema gerenciado	E	NA	Cf
obj2	tempo desde que o sistema gerenciado foi reinicializado	D	NA	Cf, F
obj3	estado desejado de uma interface	E	A	Cf

Tabela 1: Objetos de Gerenciamento

A seguir, apresentamos as regras de preenchimento da tabela **Objetos de Gerenciamento**:

- na coluna **Objeto**, deve-se colocar o nome do objeto gerenciado;
- na coluna **Descrição Sucinta**, deve-se descrever, resumidamente, a função do objeto;
- na coluna **CC**, deve-se indicar se o objeto é estático (**E**) ou dinâmico (**D**);
- na coluna **CM**, deve-se informar se o conteúdo do objeto é alterável (**A**) ou não alterável (**NA**);

⁶Segundo a ISO, as diversas atividades de gerenciamento podem ser divididas em cinco áreas funcionais denominadas gerenciamento de falhas, gerenciamento de desempenho, gerenciamento de configuração, gerenciamento de contabilização e gerenciamento de segurança [13].

- na coluna **CF**, deve-se informar a que áreas de gerenciamento o objeto pode ser associado. As seguintes abreviações devem ser utilizadas: **Cf** para gerenciamento de configuração; **F** para gerenciamento de falhas; **D** para gerenciamento de desempenho; **Ct** para gerenciamento de contabilização; e **S** para gerenciamento de segurança.

A tabela **Objetos de Gerenciamento**, elaborada neste módulo, é utilizada como entrada no módulo Disponibilização do Conhecimento de Gerenciamento da Fase 2 (Figura 1).

- **Módulo Caracterização do Sistema de Gerenciamento de Redes**

Neste módulo, administradores devem relacionar a funcionalidade das ferramentas do sistema de gerenciamento de redes que têm em disponibilidade. Para tanto, propomos a elaboração da tabela **Ferramentas do SGR** (Tabela 2).

Ferramenta	Função
A	Coleta dados em um determinado instante de tempo.
B	Permite a descoberta automática de nós (com endereço IP) em uma rede.

Tabela 2: Ferramentas do SGR

A funcionalidade de ferramentas, geralmente, está descrita na documentação do SGR. A tabela **Ferramentas do SGR** é utilizada como entrada no módulo Disponibilização da Aplicação de Gerenciamento da Fase 3 (Figura 1).

No contexto da metodologia DAG, o ambiente de gerenciamento é caracterizado pelos objetos gerenciados e pelo sistema de gerenciamento de redes (SGR) disponível. No desenvolvimento de várias aplicações para um ambiente, se os objetos gerenciados e as ferramentas do SGR forem os mesmos, os módulos Caracterização dos Objetos Gerenciados e Caracterização do Sistema de Gerenciamento de Redes somente necessitam ser realizados uma vez.

2.2 Fase 2: Tratamento de Informações de Gerenciamento

- **Módulo Caracterização da Aplicação de Gerenciamento**

Neste módulo, administradores devem, inicialmente, determinar a natureza da aplicação a ser desenvolvida baseados na descrição informal da necessidade de gerenciamento elaborada no módulo Caracterização da Necessidade de Gerenciamento da Fase 1 (Figura 1). A natureza de uma aplicação de gerenciamento pode ser definida como de monitoramento, de controle, ou de monitoramento e controle. A seguir, apresentamos as atividades a serem realizadas de acordo com a natureza da aplicação de gerenciamento, distribuídas em três casos:

- **Caso 1 - Monitoramento**

Se a natureza da aplicação for de monitoramento, administradores devem realizar as seguintes atividades:

* **Atividade 1 - Determinar parâmetros de monitoramento;**

No gerenciamento de redes, parâmetros de monitoramento estão relacionados com coletas de dados e são determinados de acordo com a descrição elaborada no módulo Caracterização da Necessidade de Gerenciamento da Fase 1 (Figura 1).

Consideramos parâmetros de monitoramento os listados a seguir: objetos gerenciados a serem monitorados; período de monitoramento; e intervalo de monitoramento. Objetos gerenciados a serem monitorados correspondem aos objetos cujos conteúdos serão lidos (coletados). Período e intervalo de monitoramento correspondem, respectivamente, ao tempo total de observação do comportamento de objetos gerenciados e a frequência com que os conteúdos dos mesmos serão coletados. Após cada intervalo de monitoramento é realizada uma coleta de dados.

Nesta atividade, administradores devem preencher um *template* de parâmetros de monitoramento, como ilustrado na Figura 2. O preenchimento deste *template* é realizado utilizando linguagem natural. A determinação dos objetos gerenciados a serem monitorados é realizada com o apoio do módulo **Disponibilização do Conhecimento de Gerenciamento** (Figura 1). O intervalo de monitoramento deve ser múltiplo do período de monitoramento. Um exemplo é o monitoramento de objetos durante um período de uma hora (60 minutos) a cada intervalo de 15 minutos.

Objetos a serem monitorados:

Período de Monitoramento:

Intervalo de Monitoramento:

Figura 2: Template de Parâmetros de Monitoramento

* **Atividade 2 - Caracterizar condição de evento e forma de detecção desta condição de evento.**

Nesta atividade, administradores devem, essencialmente, estabelecer para os objetos gerenciados a serem monitorados, determinados na atividade anterior, a condição significativa ou anormal que atende a necessidade de gerenciamento. Tal condição é denominada **condição de evento**⁷.

Condições de eventos correspondem a limites de tolerância (*thresholds*) que quando atingidos ou ultrapassados devem ser notificados aos administradores da rede. Um valor lógico ou numérico, uma expressão lógica ou numérica, e um estado de um objeto constituem exemplos de limites de tolerância.

Uma condição de evento pode ser detectada de forma **imediate** ou **postergada**. Na detecção imediata, a condição de evento é verificada após

⁷Eventos podem ser definidos como a existência de condições significativas ou anormais existentes em uma rede.

cada coleta de dados. Na detecção postergada, a condição de evento é verificada após o término do período de monitoramento. Um arquivo de *log*, para armazenamento de dados coletados, é necessário na forma de detecção postergada.

Para organizar as informações desta atividade, administradores devem preencher um *template* de condição de evento, como ilustrado na Figura 3. O preenchimento do *template* da Figura 3 é realizado utilizando linguagem natural. No item **Condição de Evento**, pode-se utilizar expressões e valores lógicos ou numéricos. No item **Forma de Detecção**, as opções compreendem: imediata ou postergada. A determinação de condições de eventos também é realizada com o apoio do módulo **Disponibilização do Conhecimento de Gerenciamento** (Figura 1).

<p>Condição de Evento:</p> <p>Forma de Detecção:</p>

Figura 3: Template de Condição de Evento

As Figuras 4 e 5 sugerem, respectivamente, diagramas de fluxo para o desenvolvimento de aplicações de monitoramento com detecção imediata e aplicações de monitoramento com detecção postergada. Na Figura 5, **Tratar Arquivo-log** refere-se à manipulação algorítmica que verifica a existência da condição de evento nos dados armazenados no arquivo de *log*.

– Caso 2 - Controle

Se a natureza da aplicação de gerenciamento for **de controle**, administradores devem realizar as seguintes atividades:

- * Atividade 1 - Determinar os objetos gerenciados cujos conteúdos devem ser alterados; e
- * Atividade 2 - Estabelecer novos valores para tais objetos.

Na caracterização de aplicações de controle, propomos a elaboração da tabela **Parâmetros de Controle** (Tabela 3). A determinação dos objetos gerenciados a serem controlados também é realizada com o apoio do módulo **Disponibilização do Conhecimento de Gerenciamento** (Figura 1).

Objeto Gerenciado	Novo Conteúdo

Tabela 3: Parâmetros de Controle

A Figura 6 sugere um diagrama de fluxo para o desenvolvimento de aplicações de controle.

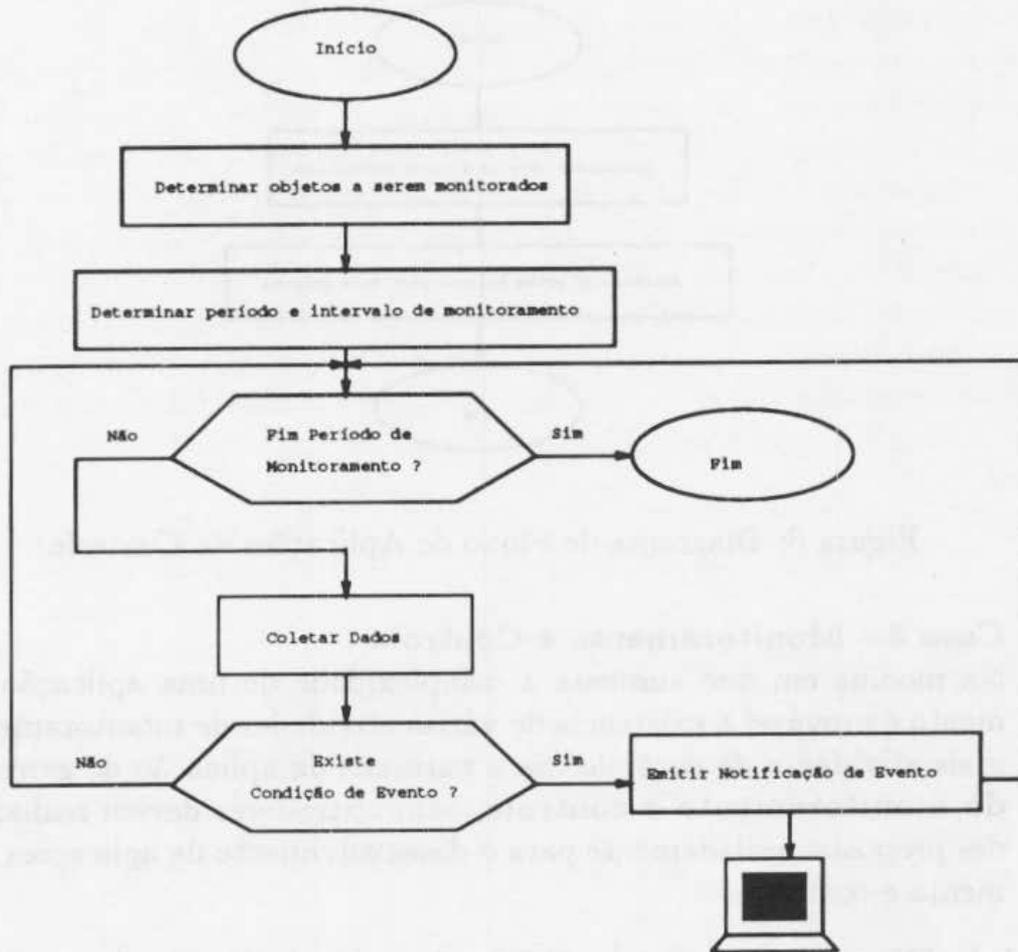


Figura 4: Diagrama de Fluxo de Aplicações de Monitoramento com Detecção Imediata

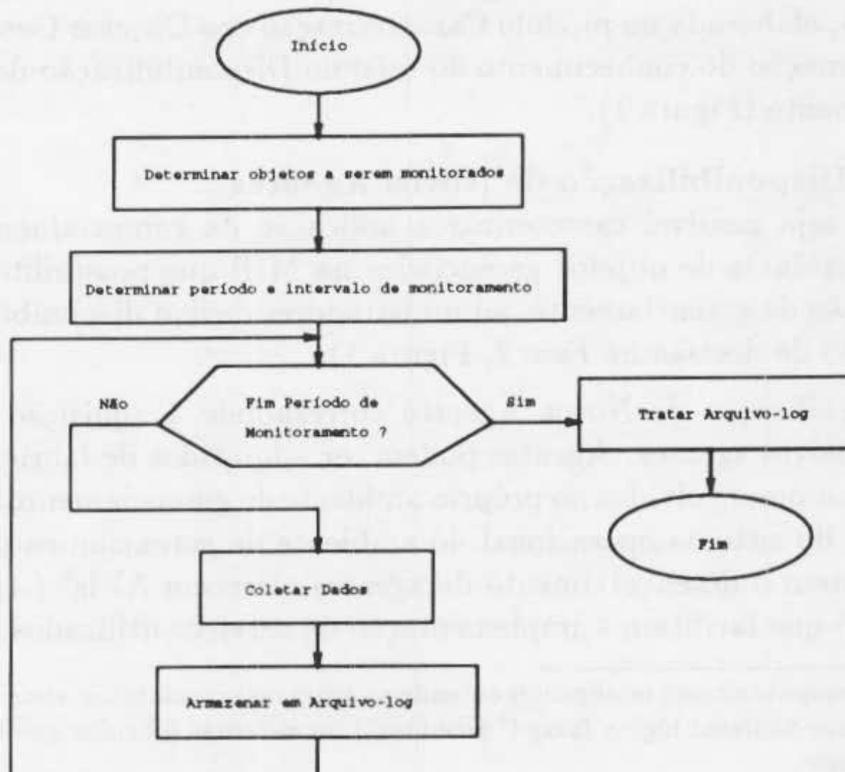


Figura 5: Diagrama de Fluxo de Aplicações de Monitoramento com Detecção Postergada



Figura 6: Diagrama de Fluxo de Aplicações de Controle

– Caso 3 - Monitoramento e Controle

Na medida em que aumenta a complexidade de uma aplicação de gerenciamento é provável a existência de várias atividades de monitoramento e uma ou mais atividades de controle. Se a natureza da aplicação de gerenciamento for **de monitoramento e controle**, administradores devem realizar as atividades propostas isoladamente para o desenvolvimento de aplicações de monitoramento e controle.

• Módulo Disponibilização do Conhecimento de Gerenciamento

Este módulo detém o conhecimento (*expertise*) de um profissional em gerenciamento de redes. No contexto da metodologia DAG, ele pode ser implementado por **sistemas computacionais inteligentes**⁸. A tabela **Objetos de Gerenciamento** (Tabela 1), elaborada no módulo Caracterização dos Objetos Gerenciados, contribui para a formação do conhecimento do módulo Disponibilização do Conhecimento de Gerenciamento (Figura 1).

• Módulo Disponibilização de Novos Agentes

Caso não seja possível caracterizar a aplicação de gerenciamento em decorrência da não existência de objetos gerenciados na MIB que possibilitem a concretização da aplicação de gerenciamento, administradores devem disponibilizar novos agentes (vide ponto de decisão na Fase 2, Figura 1).

A Disponibilização de Novos Agentes corresponde à aquisição ou ao desenvolvimento de novos agentes. Agentes podem ser adquiridos de fabricantes de *software* e *hardware* ou desenvolvidos no próprio ambiente de gerenciamento utilizando recursos do SGR e do sistema operacional do ambiente de gerenciamento. Em geral, SGRs que permitem o desenvolvimento de agentes oferecem APIs⁹ (*Application Program Interfaces*) que facilitam a implementação de serviços utilizados por agentes.

⁸Por sistemas computacionais inteligentes entende-se sistemas especialistas, sistemas baseados em redes neurais, sistemas que utilizam lógica *fuzzy* ("nebulosa") ou sistemas híbridos que combinam os sistemas citados anteriormente.

⁹O termo API [5] está relacionado a uma biblioteca de funções que tem como objetivo facilitar o desenvolvimento de aplicações, reduzindo a quantidade de trabalho de programadores.

Com a disponibilização de novos agentes, novos objetos gerenciados são acrescentados à MIB do ambiente. Tais objetos, como integrante da MIB, precisam ser caracterizados. Conforme ilustra a Figura 1, o módulo Disponibilização de Novos Agentes alimenta o módulo Caracterização dos Objetos Gerenciados, permitindo um novo ciclo para a Caracterização da Aplicação de Gerenciamento.

2.3 Fase 3: Geração da Aplicação de Gerenciamento

• Módulo Disponibilização da Aplicação de Gerenciamento

Neste módulo, administradores devem, inicialmente, verificar na tabela **Ferramentas do SGR** (Tabela 2), elaborada no módulo Caracterização do Sistema de Gerenciamento de Redes (Fase 1, Figura 1), se o SGR disponível no ambiente oferece ferramentas que possibilitem a implementação da aplicação de gerenciamento necessária. Na realização desta verificação, administradores devem considerar:

- No caso da aplicação ser de monitoramento:
 - * os *templates* de Parâmetros de Monitoramento e Condição de Evento, ilustrados nas Figuras 2 e 3;
 - * os diagrama de fluxo de aplicações de monitoramento, sugeridos nas Figuras 4 e 5.
- No caso da aplicação ser de controle:
 - * a tabela Parâmetros de Controle (Tabela 3);
 - * o diagrama de fluxo de aplicações de controle, sugerido na Figura 6.
- No caso da aplicação ser de monitoramento e controle:
 - * os *templates* de Parâmetros de Monitoramento e Condição de Evento, ilustrados nas Figuras 2 e 3, e a tabela Parâmetros de Controle (Tabela 3);
 - * os diagrama de fluxo de aplicações de monitoramento e controle, sugeridos nas Figuras 4, 5 e 6.

Se existirem ferramentas do SGR que possibilitem a geração da aplicação necessária, administradores devem fazer uso destas ferramentas. Caso contrário, administradores devem elaborar um programa em uma linguagem de programação cuja sintaxe permita a implementação do diagrama de fluxo da aplicação de gerenciamento sugerido no módulo Caracterização da Aplicação de Gerenciamento (Fase 2, Figura 1). Em alguns casos, a necessidade de gerenciamento pode ser atendida pelo uso de ferramentas do SGR e programas auxiliares que têm como propósito suprir deficiências das ferramentas utilizadas.

3 Utilização da Metodologia DAG

Nesta seção, exemplificamos a utilização da metodologia DAG no desenvolvimento de duas aplicações de gerenciamento simples. O ambiente do ponto de presença da Rede Nacional de Pesquisa (RNP) no Estado de Pernambuco e o *software SunNet Manager* constituem, respectivamente, o ambiente de rede e o sistema de gerenciamento de redes (SGR) utilizados nos exemplos a serem apresentados.

O *SunNet Manager* (SNM) [14, 6, 7] é definido como uma plataforma para o gerenciamento de redes distribuídas e como uma plataforma para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento. Como plataforma de gerenciamento baseia-se no modelo agente-gerente, proposto pela ISO, e como plataforma para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento, o SNM permite o desenvolvimento de *softwares* agentes e gerentes. O SNM foi desenvolvido para ambientes SunOS, da *Sun Microsystems*, que utilizam a família de protocolos *Internet* comumente referenciada como o conjunto de protocolos TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). Sua arquitetura compreende módulos que utilizam os recursos do sistema operacional Unix e da interface gráfica para usuário (GUI - *Graphical User Interface*) *OPEN LOOK*. Estes módulos monitoram e controlam objetos, permitem a descoberta automática de elementos em uma rede e a visualização textual e gráfica de dados de gerenciamento. O gerenciamento de objetos é realizado através dos módulos gerentes e agentes. Módulos gerentes localizam-se na estação de gerenciamento (estação que executa o SNM). Módulos agentes estão dispersos por toda a rede. Objetos gerenciados são acessíveis através dos módulos agentes. No SNM, **gerente** é um processo inicializado pelo usuário na estação de gerenciamento e **agente** é um processo que faz acesso a objetos gerenciados, coletando dados sobre os mesmos. Agentes comunicam-se com a estação de gerenciamento usando o mecanismo de comunicação Chamada a Procedimentos Remotos (RPC - *Remote Procedure Call*) e o protocolo de apresentação XDR (*External Data Representation*). O protocolo de transporte UDP (*User Datagram Protocol*) é usado no suporte ao mecanismo de comunicação RPC. O núcleo do SNM é constituído de uma biblioteca de serviços, que fornece a estrutura de gerência de nível mais baixo e manipula os detalhes de comunicação entre agentes e gerentes. Esta biblioteca possui uma API através da qual os módulos gerentes e agentes podem ter acesso aos seus serviços. Usuários do SNM são fortemente incentivados a utilizarem esta biblioteca no desenvolvimento de módulos agentes e gerentes.

3.1 Aplicação de Gerenciamento 1

A aplicação de gerenciamento 1 (AG1) foi desenvolvida para indicar a **reinicialização do roteador do ambiente**.

- **Fase 1: Levantamento da Necessidade e do Ambiente de Gerenciamento**

- **Módulo Caracterização da Necessidade de Gerenciamento**

Neste módulo, foi elaborada a seguinte descrição da necessidade de gerenciamento:

Conhecimento de quando foi reinicializado, em um determinado período de tempo, o roteador do ambiente.

– Módulo Caracterização dos Objetos Gerenciados

Neste módulo, foi elaborada a tabela **Objetos de Gerenciamento - AG1** (Tabela 4) que relaciona objetos gerenciados contidos na MIB do ambiente¹⁰. Nesta tabela, a descrição sucinta dos objetos gerenciados e a classificação destes segundo o critério de modificação foram baseadas no documento RFC (*Request For Comments*) 1066 [8], produzido pela Comunidade Internet, e em documentos fornecidos pelo SNM.

Objeto	Descrição Sucinta	CC	CM	CF
sysDescr	Descrição do sistema gerenciado (hardware, sistema operacional, etc).	E	NA	Cf
sysObjectID	Identificação do vendedor do sub-sistema de gerenciamento.	E	NA	Cf
sysUpTime	Quantidade de tempo desde que o sistema gerenciado foi reinicializado.	D D	NA NA	Cf F
ifNumber	Número de interfaces da rede.	E	NA	Cf
ifIndex	Valor de identificação para cada interface.	E	NA	Cf
ifDescr	Informações sobre a interface (fabricante, produto, versão).	E	NA	Cf
ifType	Tipo da interface, de acordo com os protocolos físicos ou de enlace.	E	NA	Cf
ifMtu	Tamanho, em octetos, do maior datagrama IP que pode ser enviado ou recebido na interface.	E	NA	Cf
ifSpeed	Uma estimativa da capacidade da taxa de transmissão de dados da interface. Para interfaces que não variam em capacidade ou para aquelas em que não se pode fazer uma estimativa, este objeto deve conter a capacidade nominal.	D	NA	Cf D
ifPhysAddress	Endereço físico da interface.	E	NA	Cf
ifAdminStatus	Estado desejado da interface. Ativada(1), desativada(2), Em teste(3).	E	A	Cf F
ifOperStatus	Estado operacional corrente da interface. Ativada(1), desativada(2), Em teste(3).	D	NA	Cf F
ifLastChange	Valor do sysUpTime na qual a interface entrou no seu estado corrente operacional.	D	NA	Cf
ifInOctets	Número total de octetos recebidos na interface.	D	NA	D
ifOutOctets	Número total de octetos transmitidos na interface.	D	NA	D
ifOutQLen	Tamanho da fila de pacotes de saída	D	NA	D
ipForwarding	Classificação do sistema gerenciado: agindo como "gateway" IP (1); não agindo como gateway IP (2).	E	NA	Cf
ipDefaultTTL	Valor <i>default</i> inserido no campo <i>time-to-live</i> do cabeçalho IP dos datagramas originados neste sistema.	E	A	Cf
ipInReceives	Número total de datagramas recebidos na interface.	D	NA	D
ipInDelivers	Número total de datagramas entregues ao protocolos de usuários IP.	D	NA	D
ipRouteDest	Endereço IP de destino da rota.	E	A	Cf
ipRouteNextHop	Endereço IP do próximo ponto da rota.	D	A	Cf

Tabela 4: Objetos de Gerenciamento - AG1

– Módulo Caracterização do Sistema de Gerenciamento de Redes

Neste módulo, foi elaborada a tabela **Ferramentas do SGR - AG1** (Tabela 5) que relaciona as ferramentas do SunNet Manager.

¹⁰Por simplicidade, apresentamos nesta tabela apenas alguns objetos da MIB do ambiente em estudo.

Ferramenta	Função
Quick Dump	Permite a coleta de dados em um determinado instante de tempo.
Data Report	Permite a coleta de dados durante um período de tempo.
Event Report	Possibilita que o administrador receba uma sinalização (notificação) sempre que uma determinada condição ocorrer em um componente da rede.
Set Request	Possibilita a alteração do conteúdo de objetos de gerenciamento.
Browser	Permite a visualização textual de dados coletados.
Discovery	Permite a descoberta automática de nodos (com endereço IP) em uma rede.
Grapher	Permite a visualização gráfica de dados coletados.

Tabela 5: Ferramentas do SGR - AG1

• Fase 2: Tratamento de Informações de Gerenciamento

– Módulo Caracterização da Aplicação de Gerenciamento

Neste módulo, identificou-se a natureza da aplicação como sendo de **monitoramento**. Em seguida, foram preenchidos os *templates*, ilustrados nas Figuras 7 e 8.

<p>Objetos a serem monitorados: sysUpTime</p> <p>Período de Monitoramento: 5 horas</p> <p>Intervalo de Monitoramento: meia hora</p>
--

Figura 7: Template de Parâmetros de Monitoramento - AG1

<p>Condição de Evento: sysUpTime no intervalo (i+1) menor que sysUpTime no intervalo i</p> <p>Forma de Detecção: Postergada.</p>
--

Figura 8: Template de Condição de Evento - AG1

O objeto gerenciado a ser monitorado (Figura 7) e a condição de evento (Figura 8) foram determinados com o apoio do módulo Disponibilização do Conhecimento de Gerenciamento. Para tanto, fez-se uso da experiência de um profissional em gerenciamento de redes que, neste caso, foi o próprio administrador.

• Fase 3: Geração da Aplicação de Gerenciamento

– Módulo Disponibilização da Aplicação de Gerenciamento

De acordo com a natureza da aplicação e os dados dos *templates*, ilustrados nas Figuras 7 e 8, considerou-se a utilização do diagrama de fluxo de monitoramento com detecção postergada (Figura 5). Logo após, verificou-se que a necessidade de gerenciamento poderia ser atendida pela utilização da ferramenta *Data Report* (cuja funcionalidade está descrita na Tabela 5) do SNM e pelo posterior tratamento do arquivo de *log* que armazenaria dados do objeto gerenciado *sysUpTime* a cada intervalo de monitoramento durante o período de monitoramento desejado.

A Figura 9 ilustra a janela da ferramenta *Data Report*. *UpTimePE*, no campo *Name*, indica o nome da rotina de implementação. O campo *interval* com valor 1800 corresponde ao intervalo de observação (1800 segundos, ou seja, 30 minutos). *UpTime-PE.log*, no campo *Filename*, corresponde ao nome do arquivo de *log* que armazena os dados coletados. E, *attribute values*, com *sysUpTime*, indica o objeto a ser monitorado a cada 1800 segundos.

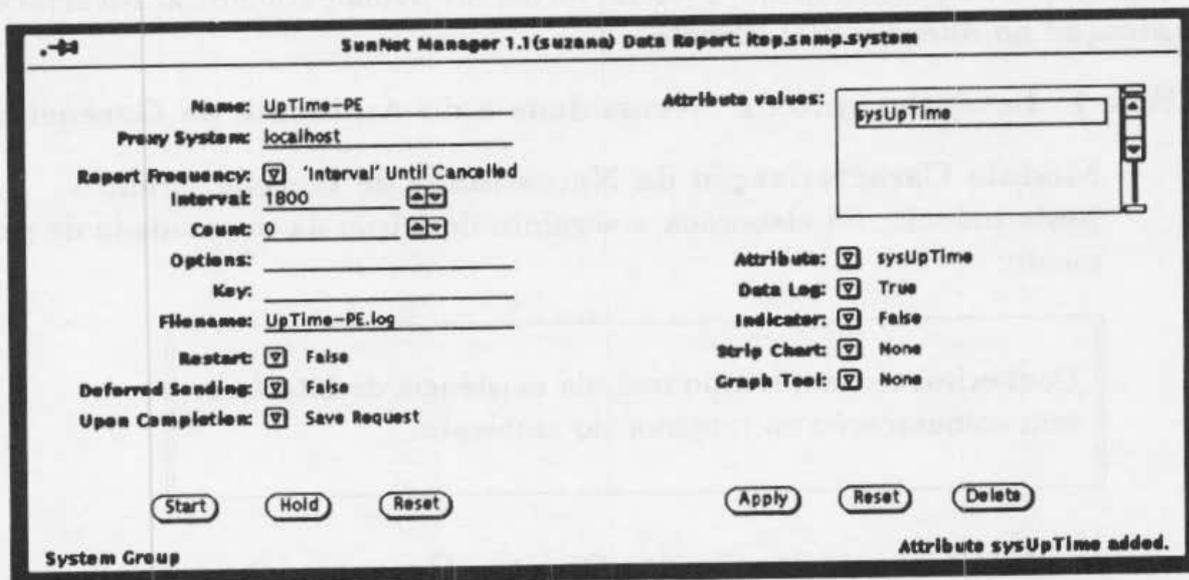


Figura 9: Rotina de Implementação UpTime-PE

Em uma das execuções da rotina de implementação *UpTimePE* foram armazenados no arquivo *UpTime-PE.log* os dados ilustrados na Tabela 6. Esses dados serviram de entrada para um programa que verificava a existência da condição de evento, ou seja, se *sysUpTime* no intervalo $(i+1)$ era menor que *sysUpTime* no intervalo i (Figura 8). Pôde-se constatar que o conteúdo do objeto *sysUpTime* cresceu até o horário-log 12:29:35; no horário-log 12:59:35 decresceu, voltando a crescer novamente no horário-log 13:29:35. Portanto, entre o horário-log 12:29:35 e 12:59:35 concluiu-se que o roteador foi reinicializado.

Horário-log	sysUpTime
08:59:34	18:05:06.00
09:29:34	18:35:06.00
09:59:34	19:05:06.00
10:29:34	19:35:06.00
10:59:34	20:05:07.00
11:29:34	20:35:07.00
11:59:35	21:05:07.00
12:29:35	21:35:07.00
12:59:35	00:16:01.00
13:29:35	00:46:01.00

Tabela 6: Tabela de sysUpTime

3.2 Aplicação de Gerenciamento 2

A aplicação de gerenciamento 2 (AG2) foi desenvolvida para indicar interfaces sem comunicação no roteador do ambiente.

- **Fase 1: Levantamento da Necessidade e do Ambiente de Gerenciamento**

- **Módulo Caracterização da Necessidade de Gerenciamento**

Neste módulo, foi elaborada a seguinte descrição da necessidade de gerenciamento:

Conhecimento, em tempo real, da existência de interfaces sem comunicação no roteador do ambiente.

- **Módulo Caracterização dos Objetos Gerenciados**

Como os objetos gerenciados da MIB permaneciam os mesmos no ambiente, a tabela **Objetos de Gerenciamento - AG1** da aplicação de gerenciamento 1 (Tabela 4) foi reutilizada.

- **Módulo Caracterização do Sistema de Gerenciamento de Redes**

Como o SGR utilizado no ambiente era o SNM, a tabela **Ferramentas do SGR - AG1** da aplicação de gerenciamento 1 (Tabela 5) foi reutilizada.

- **Fase 2: Tratamento de Informações de Gerenciamento**

- **Módulo Caracterização da Aplicação de Gerenciamento**

Neste módulo, identificou-se a natureza da aplicação como sendo de monitoramento. Em seguida, foram preenchidos os *templates*, ilustrados nas Figuras 10 e 11.

<p>Objetos a serem monitorados: ifOperStatus</p> <p>Período de Monitoramento: 12 horas</p> <p>Intervalo de Monitoramento: meia hora</p>
--

Figura 10: Template de Parâmetros de Monitoramento - AG2

<p>Condição de Evento: ifOperStatus igual a 2</p> <p>Forma de Detecção: Imediata</p>
--

Figura 11: Template de Condição de Evento - AG2

O objeto gerenciado a ser monitorado (Figura 10) e a condição de evento (Figura 11) foram determinados com o apoio do módulo Disponibilização do Conhecimento de Gerenciamento. Novamente fez-se uso da experiência de um profissional em gerenciamento de redes que, também neste caso, foi o próprio administrador.

• Fase 3: Geração da Aplicação de Gerenciamento

– Módulo Disponibilização da Aplicação de Gerenciamento

De acordo com a natureza da aplicação e os dados dos *templates*, ilustrados nas Figuras 10 e 11, considerou-se a utilização do diagrama de fluxo de monitoramento com detecção imediata (Figura 4). Logo após, verificou-se que a necessidade de gerenciamento poderia ser atendida pela utilização da ferramenta *Event Report* (cuja funcionalidade está descrita na Tabela 5) do SNMP. Assim, foi desenvolvida no SNMP a rotina de implementação *EstInt-PE* (Figura 12) que testava, a cada meia hora, o estado operacional das interfaces do roteador do ponto de presença da RNP em Pernambuco. Se para alguma destas interfaces, o conteúdo do objeto gerenciado que indicava o estado operacional fosse igual a 2 ($\text{ifOperStatus} = 2$), então esta interface estaria com problemas de comunicação e uma notificação seria gerada para o administrador.

A Figura 12 ilustra a janela da ferramenta *Event Report. EstInt-PE*, no campo *Name*, indica o nome da rotina de implementação. O campo *interval* com valor 1800 corresponde ao intervalo de observação (1800 segundos, ou seja, 30 minutos). Os campos *Attribute values*, *Threshold Rel1* e *Threshold Value1* definem a condição de evento, ou seja, *ifOperStatus Equal To 2* ($\text{ifOperStatus} = 2$). *Send Mail*, no campo *Signal Options*, indica o meio de notificação a ser usado pelo SNMP. E, o campo *Receiver* contém o endereço eletrônico para o qual é enviada a notificação.

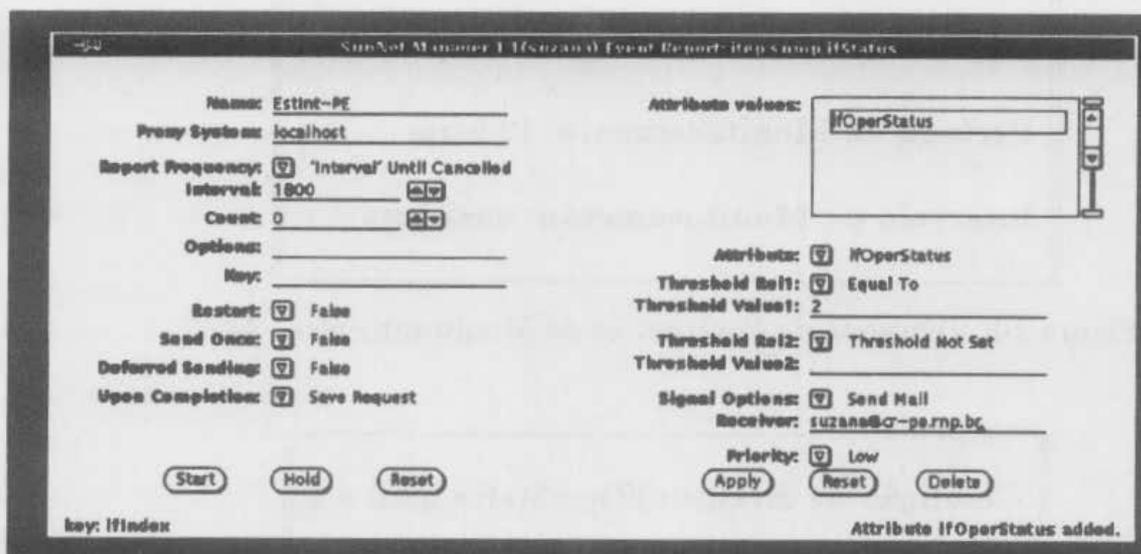


Figura 12: Rotina de Implementação EstInt-PE

4 Conclusões

A metodologia DAG é resultado de uma reflexão decorrente da nossa experiência em gerenciamento de redes. Embora genérica, ela pode ser usada como uma carta de navegação para análise e desenvolvimento de aplicações em sistemas de gerenciamento de redes de computadores. Uma outra vantagem é que a metodologia proposta é aplicável tanto em ambientes homogêneos como heterogêneos, desde que os últimos tenham um suporte que trate a heterogeneidade de redes.

Na metodologia DAG, enfatizamos a análise para o desenvolvimento de aplicações de gerenciamento e não a análise de dados obtidos de elementos gerenciados.

Atualmente, a metodologia DAG está sendo integrada na plataforma AIDE¹¹ (*Administration, Intelligence, Diagnostic and Expertise*) e faz parte de um protótipo [9] em desenvolvimento no LAR¹² (Laboratório multiinstitucional de Redes e sistemas distribuídos).

Este trabalho é fruto de uma cooperação entre o Departamento de Informática da UFPE e o LAR, e tem originado outros trabalhos a nível de mestrado e iniciação científica, dentre eles, o estudo de sistemas computacionais inteligentes aplicados ao gerenciamento de redes.

¹¹A plataforma AIDE [2, 3, 4] é um projeto desenvolvido no laboratório MASI (*Methodologie et Architecture des Systèmes Informatiques*) da Universidade Pierre et Marie Curie, França, para o gerenciamento de redes heterogêneas.

¹²O LAR é o resultado de um esforço que vem sendo desenvolvido desde 1987 no Ceará, com intuito de estimular trabalhos de pesquisa e de congregar profissionais da área pertencentes à Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Escola Técnica Federal do Ceará (ETFCE).

Referências

- [1] BRISA. *Gerenciamento de Redes - Uma Abordagem de Sistemas Abertos*. Makron Books, 1993.
- [2] J.P. Claudé. *Proposition d'une Spécification d'Administration de Réseaux Hétérogènes*. Thèse d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, September 1987.
- [3] J.P. Claudé and M.P. Gervais. *Proposition d'une Administration de Systemes Heterogenes Distribues. Actes du Congrès de Nouvelles Architectures pour les Communications*, October 1988. Paris, France.
- [4] J.P. Claudé, M.P. Gervais, and M. Penna. *AIDE: Une Méthode de Structuration d'Administration de Réseaux Hétérogènes. Anais do Seminário Franco-Brasileiro em Sistemas Informáticos Distribuídos*, September 1989. Florianópolis-SC, Brasil.
- [5] Pamela A. Gray. *Open Systems - A Business Strategy for the 1990s*. McGraw-Hill, 1991.
- [6] Carl Malamud. *Analyzing Sun Networks*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1992.
- [7] Carl Malamud. *Stacks - Interoperability in Today's Computer Networks*. Prentice-Hall, 1992.
- [8] K. McCloghrie and M. Rose. *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets. Request For Comments 1066*, August 1988.
- [9] Mauro Oliveira, Newman Souza, Nazim Agoulmine, and Henrique Almeida. *Um Protótipo para o Estudo de Interoperabilidade em TMNs (Telecommunication Management Networks)*. 12o. SBRC, May 1994.
- [10] Suzana de Queiroz Ramos. *Uma Metodologia para Análise e Desenvolvimento de Aplicações de Gerenciamento de Redes de Computadores*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, December 1994.
- [11] Marshall T. Rose. *The Simple Book - An Introduction to Management of TCP/IP-based internets*. Prentice -Hall, 1991.
- [12] William Stallings. *SNMP, SNMPv2, and CMIP - The Practical Guide to Network-Management Standards*. Addison Wesley, 1993.
- [13] International Standards Organization / International Electrotechnical Commission. *Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model - Part 4: Management Framework. ISO/IEC 7498-4*, November 1989.
- [14] Sun Microsystems Inc. *SunNet Manager 1.1 - Installation and User's Guide*, 1991.