

# O Desenvolvimento de um Sistema de Diretório

Luci Pirmez

*Núcleo de Computação Eletrônica - UFRJ,*

*Caixa Postal: 2324, tel:(021) 598-3165,*

*Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

*E-mail :NCD10122@UFRJ.BITNET, FAX:(021) 270-8554.*

30 junho 1992

## Abstract

O objetivo deste artigo é apresentar a experiência adquirida no desenvolvimento de um Sistema de Diretório dentro do projeto Inter-X. Inicialmente são descritos os conceitos básicos do Sistema de Diretório e introduzidos os modelos funcional, organizacional e o de informação e em seguida seu funcionamento. Por fim, é descrito o ambiente, a estrutura e o processo de validação da implementação.

**Palavra Chave :** Redes de Computadores, Protocolos, Modelo OSI, Diretório.

## 1 Introdução

A sociedade moderna vem procurando ao longo dos anos, desde o surgimento do telefone, aumentar cada vez mais sua capacidade de comunicação em escala internacional.

A expectativa projetada para o final do século é o surgimento de novos serviços, aliado a uma maior integração dos serviços atualmente oferecidos, com a utilização intensa de novas tecnologias digitais em redes.

Para tornar possível o fornecimento de serviços de Diretório para seus usuários de modo a permitir o acesso as informações sobre objetos armazenados em diferentes sistemas abertos, o CCITT deliberou uma série de recomendações que define um conjunto de procedimentos padrões conhecidos como Recomendação X.500 e que são encontradas no "Blue Book"

### 1.1 O Desenvolvimento do Sistema de Diretório no NCE/UFRJ

A especificação de um Sistema de Diretório (DS) e futuramente sua implementação fazem parte de um projeto denominado INTER-X. Este projeto tem como objetivo principal gerar um Sistema de Manipulação de Mensagem (MHS) avançado e distribuído acoplado a um Sistema de Diretório padronizado que facilite a interação entre usuários na identificação e endereçamento dos usuários além do gerenciamento de outras funções do sistema como, roteamento de mensagem e armazenamento de lista de distribuição.

A implementação dos serviços a serem oferecidos pelo INTER-X seguem a tendência internacional de basear os desenvolvimentos de software segundo o Modelo de Referência OSI (Open Systems Interconnection) da ISO. Uma outra tendência observada é a convivência do TCP/IP com o modelo OSI. Neste projeto a RFC 1006 será utilizada para possibilitar o acoplamento do transporte OSI com o transporte (TCP) da família TCP/IP permitindo que as aplicações X.500 e X.400 rodem sobre uma rede TCP/IP.

A rede TCP/IP será utilizada como meio de interconexão entre os usuários localizados em diferentes sistemas abertos. O hardware e o software necessários para permitir a interconexão serão adquiridos diretamente do fabricante. Para a camada de transporte e sessão da ISO serão utilizados aqueles desenvolvidos e validados pelo nosso grupo de redes no ambiente VAX/VMS da digital e portados para o ambiente SUN..

## **2 O Diretório**

Diretório é um depósito de informações sobre objetos e fornece Serviços de Diretório para seus usuários de modo a permitir o acesso as informações. As informações armazenadas no Diretório são denominadas de Base de Informação de Diretório (DIB).

O Diretório fornece um conjunto de facilidades de acesso para seus usuários, denominadas Serviços Abstratos do Diretório. A utilização dos Serviços de Diretório requer que os usuários e os componentes funcionais do Diretório cooperem entre si. Tal cooperação também é necessária entre aplicações em diferentes sistemas abertos, e para tal necessitam utilizar protocolos padronizados.

O Diretório foi projetado para atender a várias aplicações. A natureza da aplicação suportada determinará quais objetos serão obtidos do Diretório, quais usuários acessam a informação e os tipos de acesso permitidos.

### **2.1 O Diretório e seus Usuários**

O usuário do Diretório é a entidade (processo de aplicação) ou pessoa que acessa o Diretório com o propósito de obter Serviços de Diretório (DS). Cada usuário é representado no acesso a um Diretório por um Agente de Diretório do Usuário (DUA). Mais precisamente, é o DUA que realmente acessa o Diretório a fim de obter serviços do interesse de um usuário. Cada DUA representa um usuário do Diretório e é considerado um processo de aplicação.

### **2.2 O Modelo Funcional e Organizacional do Diretório**

O Diretório é composto de um ou mais processos de aplicação denominados Agentes de Sistema de Diretório (DSA). Cada DSA fornece zero ou mais pontos de acesso. Quando o Diretório é composto por mais de um DSA ele é dito ser distribuído.

O papel do DSA é prover aos seus DUA's e/ou outros DSAs o acesso à DIB. Um DSA pode usar informações armazenadas em sua base de dados local ou interagir com outros DAS's para executar operações. Base de dados locais são totalmente dependentes da implementação.

O conjunto de um ou mais DSAs e zero ou mais DUAs gerenciados por uma única organização formam um Domínio de Gerenciamento de Diretório (DMD). Um DMD pode ser um Domínio de Gerenciamento Administrativo de Diretório (ADDMD) ou Domínio

de Gerenciamento Privado de Diretório (PRDMD), dependendo de estar sendo operada por uma organização privada ou por uma organização pública de telecomunicação, respectivamente.

### 2.3 Modos de Operação do Modelo do Diretório

O DUA interage com o Diretório através da comunicação com um ou mais DSAs. Ele pode interagir com vários DSAs para solicitar a execução de operações. Pode não ser sempre possível interagir diretamente com o DSA onde o pedido será executado, isto é, retornar informações do Diretório.

Um DSA é responsável pela execução de operações solicitados pelos DUAs e pela obtenção de informação quando este DSA não o tem. Para obter informações do interesse de um DUA, um DSA terá que interagir com outros DSAs. Foram identificados três modos de como as operações de um DUA podem ser manipulados:

- **Referral** - Um resultado é retornado por um DSA quando este não pode executar a operação, e este resultado identifica um ou mais DSA capazes de executar esta operação.
- **Encadeamento (Chaining)** - Modo de interação usado opcionalmente por um DSA quando este não pode executar a operação. O DSA encadeia a operação enviando a mesma operação para outro DSA e retransmitindo o resultado para o originador do pedido.
- **Multicasting** - Modo de interação usado opcionalmente por um DSA quando este não pode executar a operação. O DSA envia a operação para vários outros DSAs (em série ou em paralelo) e retorna o resultado apropriado ao originador.

### 2.4 Base de Informação do Diretório (DIB)

A DIB é composta de informações sobre objetos. É composta de entradas, cada uma contendo um conjunto de informações sobre um objeto. Cada entrada por sua vez, é formada por um conjunto de atributos onde cada atributo contém seu tipo e um ou mais valores. A recomendação X.520 define os diferentes tipos de atributos que são úteis para aplicações que utilizam Diretório, como por exemplo os atributos geográficos: nome do país, nome da localidade, nome do estado.

Cada tipo de atributo presente em uma determinada entrada é dependente da classe do objeto a qual descreve a entrada. A recomendação X.521 define as diferentes classes de objetos úteis para aplicações que utilizam o Diretório, como por exemplo: pessoa residencial, pessoa organizacional, processo de aplicação.

As entradas da DIB estão organizadas em forma de árvore, a Árvore de Informação de Diretório (DIT) onde os vértices representam as entradas. As entradas da DIB são identificadas por nomes. Cada entrada tem um nome distinto (DN), e este nome identifica a entrada unicamente e sem ambiguidade. Esta propriedade de nome distinto é derivada da estrutura em árvore da informação. O nome distinto de uma entrada é composto pelo nome distinto da sua entrada superior e pelos valores distintos da entrada. Os objetos da entrada são distinguíveis através de seus nomes relativos (RDN).

## 3 Análise dos Serviços do Sistema Diretório

### 3.1 Estrutura da Rede de Telecomunicações

Dada a grande heterogeneidade de arquitetura dos sistemas de comunicação, é importante ter em mente o fator compatibilidade na interconexão de rede. O modelo funcional dos DS define dois agentes responsáveis pelo fornecimento de serviços aos usuários do sistema: o DUA e o DSA. A estrutura interna destes agentes não está padronizada, e a entidade que expressa a funcionalidade destes agentes é definida pela disponibilidade de seus serviços.

Os serviços oferecidos pelo DUA aos seus usuários com o objetivo de facilitar o acesso aos serviços de Diretório são chamados de funções locais e não são objetos de padronização. Tais serviços não requerem interação com outras entidades do sistema.

A implementação do DUA pode ser realizada na forma de programa em um sistema mono-usuário, como PC, ou um processo em um sistema multi-usuário, como mainframes ou estações de trabalho.

A estrutura do DSA pode comportar arquiteturas bem variadas. Uma delas seria a de um "mainframes" onde existe suporte para serviços internos de diretório no próprio sistema hospedeiro. Da mesma forma se enquadra um nodo comporta de uma rede local com a função de servidor dos serviços do DSA.

As possíveis evoluções da estrutura do DS sugere uma concepção de redes onde seus elementos devem apresentar flexibilidade para comportar a distribuição da funcionalidade da própria rede.

Desta forma, o modelo funcional dos DS cobre estruturas de implementações de Sistemas de Diretório que podem ser baseados em interligações de "mainframes", em interconexões de redes e até em comunicação entre redes públicas internacionais.

### 3.2 Os protocolos Envolvidos

As interações entre um DUA e um DSA localizados em sistemas abertos diferentes são suportadas pelo Protocolo de Acesso de Diretório (DAP). O DAP é utilizado para efetuar os serviços de diretório. De forma similar, as interações entre DSA's pertencentes a sistemas abertos diferentes são suportadas pelo Protocolo de Sistema de Diretório (DSP). O DSP é utilizado para prover a funcionalidade de distribuição de operação. Tanto o DAP como o DSP são processos residentes na camada de aplicação OSI.

O DAP e o DSP são protocolos para prover comunicação entre um par de processos de aplicação. No ambiente OSI isto é representado como uma comunicação entre um par de Entidades de Aplicação (AE's) utilizando o serviço de apresentação. A função de uma AE é fornecida por um conjunto de Elementos de Serviços de Aplicação (ASE's). A interação entre AE's é descrita em termos da utilização por elas dos serviços fornecidos pelos ASE's.

### 3.3 As facilidades de Serviços do DS

Todos os serviços são providos pelo Diretório em resposta aos pedidos dos DUAs. Existem pedidos de serviços que permitem consultar o Diretório (e. g. ler, pesquisar), que permitem modificar o Diretório (e.g. remover entradas, acrescentar entradas), e aqueles serviços que podem ser qualificados (e. g. controles como prioridade, tempo).

O Diretório sempre informa o resultado da operação do solicitado. O Diretório assegura que mudanças na DIB, em consequência do resultado do pedido de Serviço de Diretório ou por algum outro meio (local), resulta em uma DIB que continua a obedecer as regras do Esquema de Diretório.

## **4 Desenvolvimento do Sistema de Diretório do NCE**

### **4.1 Modelagem Funcional**

O procedimento básico do funcionamento do DS consiste em um ciclo de interrogações. Este ciclo analisa a comunicação com o módulo que implementa o CASE, analisa a comunicação com o usuário, e ativa quando necessário os procedimentos de transferência das operações para o módulo CASE ou para o usuário.

O sistema pode ser dividido em dois módulos, que são:

- O módulo DUA, que contém as funções ativadas pelo usuário e que correspondem aos serviços de diretório.

A principal função de um Agente de Usuário de Diretório é acessar o Diretório a fim de obter serviços de diretório de interesse de um usuário. Além disso, o agente de usuário deve fornecer facilidades locais ao seu usuário de forma a melhor oferecer os serviços de diretório.

As operações de um DUA são descritas em termos das suas interações com o usuário e com o ACSE.

- O módulo DSA, cuja principal função é prover aos seus DUA's e/ou outros DSA's o acesso a DIB. Um DSA pode usar informações armazenadas em sua base de dados local ou interagir com outros DSA's para executar os pedidos.

As operações de um DSA são descritas em termos das suas interações com o DUA e com o CASE.

### **4.2 Implementação**

#### **4.2.1 O Ambiente de Implementação**

O ambiente de implementação adotado para os DUA's será a estação de trabalho SUN com sistema operacional tipo UNIX. Já o ambiente de implementação adotado para os DSA's constitui-se do sistema computacional VAX 8810 com sistema operacional VMS. Ambos os sistemas são multi-usuários e incorporam mecanismos para comunicação e sincronização entre processos.

#### **4.2.2 A estrutura de Implementação**

- **A Estrutura de Implementação do DUA na SUN/UNIX**

A estrutura de implementação do DUA na SUN/UNIX será composta por vários processos que se comunicam através de troca de mensagens.

A comunicação entre os processos na SUN será obtida através da troca de mensagens que são divididas em duas partes: a primitiva propriamente dita e os

dados de usuário. A primeira é enviada através de filas de mensagens mantidas em memória compartilhada. Nela estão contidos o deslocamento e o tamanho dos dados de usuário que também são mantidos na memória compartilhada. As filas de mensagens simulam em funcionalidade as caixas postais disponíveis no VMS da DEC onde muitos módulos do projeto foram originalmente desenvolvidos. A divisão da mensagem em duas partes também decorre daí pois o VMS limitava o tamanho máximo de uma mensagem trocada via mailbox acrescido do fato de a comunicação via caixas postais para mensagem de dados ser um processo lento na DEC.

#### ● A Estrutura de Implementação do DSA no VAX/VMS

A estrutura de implementação do DSA no VAX/VMS é composta por dois processos que se comunicam através de troca de mensagens.

Quanto a comunicação entre os processos no VAX/VMS, existem dois tipos de mensagens: a mensagem de dados e a mensagem de sinalização.

As mensagens de sinalização são trocadas através de caixas postais ("mailboxes"), isto é, filas FIFO do próprio Sistema Operacional. Um processo pode ter caixas postais de entrada (fila de mensagens recebidas) e caixas postais de saída (filas de mensagens enviadas). A cada caixa postal de saída está associada a identificação do processo receptor das mensagens transmitidas daquela caixa postal de saída.

Por questões de eficiência, preferiu-se realizar a transferência de dados através de áreas globais, isto é, áreas de memória comuns a todos os processos. A transferência de dados entre os processos é realizada através das caixas postais e das áreas globais, sendo a caixa postal utilizada apenas para sincronização, ou seja, somente o apontador para a área alocada para a mensagem é realmente passado pela caixa postal.

Isto se deve ao fato de que utilizar o procedimento de comunicação de processos via caixas postais para mensagens de dados é um processo lento no ambiente em questão.

A comunicação entre processos pode ser dividida em dois casos:

- Comunicação de processos pertencentes a um único domínio de gerenciamento;
- Comunicação de processos pertencentes a domínio de gerenciamento distintos.

O primeiro caso é mais simples e se resume basicamente na troca de apontadores. A mensagem sendo trocada está armazenada na área global e apenas seu deslocamento dentro dessa área é colocada numa caixa postal de entrada do processo destino, ou seja, uma simples troca de apontadores.

O segundo caso é mais complexo pois envolve a transmissão/recepção de unidades de dados entre os domínios de gerenciamento distintos. Para tal, é implementado o DSP descrito na recomendação X.518 do CCITT e utilização de recursos de rede.

### 4.3 Validação da Implementação

O processo de validação proposto para a implementação é composto de duas fases distintas. A primeira fase compreende a elaboração de ferramentas para suporte ao processo de validação. A segunda fase engloba uma avaliação experimental do comportamento dos procedimentos realizada de forma exaustiva. Nesta segunda fase é observada a relação entre os procedimentos propostos para a implementação e os procedimentos implementados efetivamente.

#### 4.3.1 Ferramentas de Suporte à Validação

O primeiro elemento de suporte para o processo de implementação consiste na implantação de uma nova tarefa no sistema cuja principal atividade é armazenar todas as operações trocadas entre duas ou mais entidades funcionais do DS permitindo assim a obtenção de um "log" que contém todas as unidades de dados transmitidas ou recebidas para/de um outro domínio de gerenciamento. Esse log é dito ser horizontal.

O segundo elemento de suporte também consiste na implementação de uma nova tarefa no sistema cujo principal atividade é armazenar todos os eventos ocorridos no âmbito de uma submissão/recepção de operação permitindo a obtenção de um log que contém todas as informações do percurso da operação dentro de um único domínio de gerenciamento. Esse log é dito ser vertical.

O terceiro elemento consiste de um simulador da camada de sessão, que permite a instalação e interligação de duas instâncias da implementação do DS num único ambiente de implementação.

#### 4.3.2 Processo de Validação Experimental

De posse das ferramentas descritas na seção anterior, é iniciado o processo de validação experimental da implementação, de uma forma gradual, permitindo que a complexidade embutida nesta fase seja diluída em etapas sequenciadas. É bom lembrar que antes de chegar neste estágio de validação, cada um dos módulos que contém os componentes do DS foram testados separadamente, usando os elementos de suporte apresentados acima. Este processo de validação pode ser dividido em quatro etapas:

##### 1a. ETAPA

Nesta etapa inicial é analisado o comportamento de um domínio de gerenciamento simples formado por um único DSA e um número qualquer de DUA's para que as operações básicas de submissão e entrega possam ser verificadas sem levar em consideração os aspectos de transferência de operações entre DSA's. Pode ser testado a interface DUA/USER e o protocolo DAP.

##### 2a. ETAPA

A segunda etapa inclui a análise de dois domínios de gerenciamento simples, ou seja, um sistema obtido pela duplicação do sistema utilizado na primeira etapa descrita acima.

A análise é feita através de mecanismos de simulação. Isto permite que o monitoramento se concentre em um único ambiente de implementação. Desta forma, são criadas duas instâncias de implementação do DS, interligados por um simulador da camada de sessão. Por meio dos elementos supervisores das suas instâncias, pode ser analisado o comportamento do sistema.

Neste ambiente é possível a simulação de falhas ocasionais, permitindo a observação do comportamento da implementação nestas condições. Pode ser testado o protocolo DSP.

### 3a. ETAPA

A terceira etapa consiste em transpor a configuração estabelecida na etapa anterior para dois ambientes distintos, os quais são interligados por serviços de rede. A observação do comportamento do sistema localizado remotamente também é realizada através dos elementos supervisores utilizados na segunda fase.

### 4a. ETAPA

Nesta última etapa, o número de domínios de gerenciamento é expandido para vários ambientes distintos, permitindo a avaliação do comportamento da implementação quanto aos aspectos relacionados ao tratamento simultâneo de diversas operações, as quais são transferidas através de unidades de dados de protocolo.

## 4.4 Interface Homem-Máquina

Chamamos de interface a parte do Agente de Usuário que interage diretamente com o usuário, apresentando o conjunto de serviços de diretório, bem como facilidades locais.

Em termos simples, é o programa que o usuário executa para ter acesso ao sistema de diretório.

### 4.4.1 A Interface e o Usuário

O objetivo da interface é prover ao usuário leigo uma ferramenta para recuperação de informações de propósito geral, sem que sejam necessários conhecimentos detalhados sobre conceitos de diretório.

A interface deverá ser amigável e ter funcionamento razoavelmente intuitivo. Para isso, ela deverá ser desenvolvida utilizando-se janelas e menus de barra, além de ter suporte para uso de mouse. Assim, o usuário poderá facilmente caminhar pelas opções oferecidas e preencher os campos necessários para a execução das operações requeridas.

O funcionamento de toda a interface deverá ser simples e totalmente ditado pelo usuário. Quando uma operação for selecionada posicionando-se a barra na opção correspondente e clicando-se o primeiro botão do mouse, a função que a executará será acionada; novas janelas serão apresentadas sobrepostas à janela principal para que o usuário preencha os parâmetros referentes a operação.

O usuário não precisará preencher todos os parâmetros de uma operação, desde que estes não sejam obrigatórios. Além disso, muitos dos parâmetros já possuem valores "defaults", ficando a critério do usuário modificá-los. Os parâmetros cujo domínio de valores é limitado, por exemplo a SIM ou NÃO, serão alterados apenas clicando-se o botão esquerdo do mouse sobre a opção correspondente.

Ao contrário de outras interfaces de sistemas para recuperação de informações, esta oferecerá acesso a uma grande variedade de tipos diferentes de informação. Por isso, a interface DUA de uso geral deverá suprir o usuário com o necessário conhecimento sobre os tipos de informações que ele pode encontrar no Diretório. Esta facilidade será oferecida através da opção de "navegação" pela Árvore de Informações de Diretório (DIT).

Na implementação de janelas, menus de barras e, para controlar todo fluxo de informações entre o usuário e o sistema, será utilizado o pacote de rotinas OpenWindows.

Este pacote oferece poderosos recursos para a construção de interfaces baseadas em X-Windows.

Para administrar os arquivos de dados do Diretório e, de um modo geral, todo sistema de armazenamento de informações em memória secundária, tais como log e nome amigável, serão usadas as rotinas da biblioteca stdio da linguagem C.

## 5 Considerações Finais

A evolução do nosso DS deve se basear nos resultados experimentais obtidos durante os processos de validação e avaliação da proposta de implementação, visando a perfeita adequação entre os serviços e os anseios por parte da comunidade de usuários.

No instante em que a implementação atingir um grau de maturidade correspondente ao desejado, deve-se estimular e facilitar a sua transposição para outros ambientes de implementação.

## 6 Referências

[1] Benford S., "Navigation and Knowledge Management within a Distributed Directory System", Proceeding of the IFIP WG 6.5 Working Conference on Message Handling System and Distributed Applications, Costa Mesa, California, U.S.A., 1988, pp 115-134

[2] Huitema C., "Using a standard Directory as a Name Server within the Thorn Project", Proceeding of the IFIP WG 6.5 Working Conference on Message Handling System and Distributed Applications, Costa Mesa, California, U.S.A., 1988, pp 135-144

[3] Kille S., "The QUIPU Directory Service", Proceeding of the IFIP WG 6.5 Working Conference on Message Handling System and Distributed Applications, Costa Mesa, California, U.S.A., 1988, pp 145-158

[4] CCITT Recommendations X500 Series: The Directory System, 1988, Blue Book, vol VIII Fascicle VIII.8.

[5] CCITT X217 Recommendation: Association Control Service Definition for CCITT Applications.

[6] CCITT X219 Recommendation: Remote Operations: Model, Notation and Service Definition.

[7] Pirmez I., Mendes S., O Diretório X500: Uma solução para o problema de resolução de endereços no MHS", IX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Florianópolis, SC, Maio de 1991.