

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação
Departamento de Comunicações

Gerência de Falhas de Centrais de Telecomunicações
Uma Metodologia para Modelos de Informação

Autor: Ayrton Carvalho de Aguiar

Orientador: Rege Scarabucci

Co-orientador: Hermano Tavares

medeiros, Severina

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Ayrton Carvalho de Aguiar e aprovada pela Comissão Julgadora em [assinatura] Orientador

Dissertação submetida à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da UNICAMP para preenchimento dos pré-requisitos parciais para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Abril 1997

NIDADE	BC
CHAMADA:	Unicamp
	29/93t
Ex.	
DMBO BC/31859	
ROC.	281/93t
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
TECO	28/11/00
ATA	18/10/93t
CPD	

CM-00101910-2

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Ag93t

Aguiar, Ayrton Carvalho

TMN : uma metodologia para modelos de informação /
Ayrton Carvalho de Aguiar.--Campinas, SP: [s.n.], 1997.

Orientadores: Rege Scarabucci; Hermano Tavares.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de
Computação.

1. Telecomunicações.* 2. Gerenciamento da informação*
3. Sistemas de telecomunicações* 4. Banco de dados -
Gerência.* I. Scarabucci, Rege. II. Tavares, Hermano. III.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Elétrica e de Computação. IV. Título.

Dedicatória

Para Kleber e Julieta, meus pais.
Por tudo.

“This above all
to thine own self be true”
William Shakespeare

Agradecimentos

Ao Prof. Hermano Tavares, mestre e amigo, sem o qual este trabalho jamais teria se iniciado.

Ao Prof. Rege Scarabucci, por todas as sugestões e análise do trabalho.

Ao Prof. Ivanil Bonatti, por todas as horas de conversa nem sempre ligadas ao trabalho acadêmico.

Ao Prof. João Meier, amigo certo para os momentos mais difíceis.

Ao Fernando Jorge Aguiar, por todas as sugestões de GDMO e ASN.1.

Aos amigos do DECOM, que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho : César Kyn, Paula Gomez, Osmar Filho, Renato Lopes, Gilmar Hackbart, Valdemar Bustamante, Sebastião, Mário Nimi, Júlio Maia e Alberto Centeno.

Aos amigos da Embratel : Almir Bigarelli, Ana Brunelli, Antônio Conde, Antônio Gris, Edson Macedo, Franki Yuque, Getúlio Rocha, Gilson Nozaki, Ivaldo Ferrata, Lincoln Kakiuthi, Luis, Mauricio Manaro, Miranda, Nicodemos de Assis, Paulo Pereira, Pedro Barletta, Rita Nunes, Roberto Mezo, Vilson de Oliveira e Vítor.

À Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da UNICAMP, por todo apoio proporcionado em termos de laboratórios, biblioteca e ambiente de pesquisa.

À Embratel, pela oportunidade de vivenciar um ambiente de operação durante um trabalho acadêmico de Mestrado.

Ao CPqD, na pessoa de José Pedro de Freitas e Paulo Rebelles, por toda a paciência em indicarem os caminhos para o Modelo de Informação.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Descrição Geral	1
1.2	Roteiro da Tese	3
2	Gerência	8
2.1	Introdução	8
2.2	Histórico	10
2.3	A Rede Telefônica	11
2.4	A evolução da Gerência na Informática	18
2.5	Telecomunicações : Situação Futura	20
2.6	Estudo de caso : A Rede Inteligente	25
2.6.1	Histórico	26
2.6.2	Funcionamento	26
2.7	Conclusão	28
3	TMN	30
3.1	Introdução	30
3.2	A TMN e a rede de Telecomunicações	32
3.3	Arquitetura TMN	36
3.3.1	Arquitetura Física	37
3.3.2	Arquitetura Funcional	41
3.3.3	Arquitetura de Informação	47
3.4	Conhecimento Compartilhado de Gerência : (SMK Shared Management Knowledge)	52
3.5	Conclusão	56
4	Modelo de Informação	57
4.1	Introdução	57

4.2	Porque Modelo de Informação	57
4.2.1	A gramática do Modelo de Informação	59
4.2.2	O que é Modelo de Informação	61
4.3	Orientação Objeto	61
4.3.1	Introdução	61
4.3.2	Porque Orientação Objeto	62
4.3.3	O que é Orientação Objeto	63
4.3.4	A definição de um Objeto	64
4.4	A Gerência de Falhas	67
4.4.1	Definições	68
4.4.2	Classificação das Mensagens	68
4.5	Princípios de Inclusão e Nomeação	73
4.5.1	A Estrutura de Inclusão (<i>Containment</i>)	73
4.5.2	Nomeação	74
4.6	As três Árvores da Gerência OSI	77
4.7	Conclusão	81
5	Metodologia para Realização do Modelo de Informação	82
5.1	Introdução	82
5.2	A Construção do Modelo	83
5.2.1	Elementos Gerenciáveis	83
5.2.2	Mensagens e Comandos	84
5.2.3	Matriz de Mensagens	85
5.2.4	Matriz de Comandos	86
5.3	Exemplo	86
5.4	Conclusão	107
6	Conclusão	109
6.1	Resultados Finais	109
A	A Central Telefônica NEAX	111
A.1	Introdução	111
A.2	Estrutura do Sistema	111
A.2.1	Subsistema de Aplicação	113
A.2.2	Subsistema de Comutação	113
A.2.3	Subsistema Processador	114
A.2.4	Subsistema de Operação e Manutenção	114
A.3	Software	115

A.3.1	Arquivo do Sistema	115
B	Introdução a ASN.1 <i>Abstract Syntax Notation</i>	118
B.1	Introdução	118
B.2	Sintaxe Abstrata e de Transferência	119
B.2.1	Sintaxe Abstrata e de Transferência	119
B.3	Conclusão	124

Lista de Figuras

2.1	<i>Exemplo de Possível Configuração de Rede Inteligente.</i>	27
3.1	<i>Relacionamento entre TMN e a rede de Telecomunicações.</i>	34
3.2	<i>Exemplo simplificado da arquitetura física da TMN.</i>	38
3.3	<i>Comparação entre os papéis do MCF e DCF.</i>	44
3.4	<i>Pontos de Referência entre os blocos de de função de gerência.</i>	46
3.5	<i>Representação dos Recursos Físicos por Objetos.</i>	48
3.6	<i>Interação entre Gerente, Agente e Objetos.</i>	51
3.7	<i>Interação entre os Objetos e os Recursos Gerenciados, no caso de um Elemento de Rede (NE).</i>	51
3.8	<i>Exemplo de Comunicação entre Sistemas TMN.</i>	52
3.9	<i>Independência dos SMKs de sua implementação física.</i>	53
3.10	<i>Exemplo de um conjunto de objetos gerenciados dentro de um domínio de gerência.</i>	54
3.11	<i>Interação de domínios de gerência.</i>	55
4.1	<i>Informações de Gerência Normalmente Trocadas entre os Sistemas.</i>	60
4.2	<i>Relacionamento Entre Event Report e Modelos de Gerência de Logs.</i>	70
4.3	<i>Exemplo do Relacionamento de Inclusão (containment).</i>	74
4.4	<i>Exemplo do Relacionamento de Herança-I</i>	74
4.5	<i>Exemplo do relacionamento de Herança-II</i>	75
4.6	<i>Exemplo de como é Obtido o distinguished name Através da Árvore de Inclusão.</i>	77
4.7	<i>Árvore de Registros.</i>	79
4.8	<i>Árvore de Registros - Expansão do Ramo joint-iso-ccitt.</i>	80

Lista de Tabelas

2.1	<i>Evolução do Gerência em Redes de Telecomunicações</i>	12
3.1	<i>Relacionamento entre Blocos Funcionais e Componentes Funcionais[M3010]</i>	42
3.2	<i>Relações entre Blocos Funcionais Expressas como Pontos de Referência [M3010]</i>	45
4.1	<i>Parâmetros do M-EVENT-REPORT[X.710]</i>	70
4.2	<i>Parâmetros de Informação do Evento</i>	72
5.1	<i>Exemplo de Subconjunto da Matriz de Mensagens</i>	88
5.2	<i>Exemplo de Subconjunto da Matriz de Comandos</i>	89
B.1	<i>Exemplo de Sintaxe de Transferência</i>	121

Capítulo 1

Introdução

1.1 Descrição Geral

Este trabalho foi fruto de uma cooperação entre a Embratel e a Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Unicamp.

No primeiro semestre de 1995 o setor de Telefonia da Embratel-São Paulo, mais especificamente o responsável pela área de Comutação, estava começando a implantar um Centro de Supervisão das centrais trânsito da cidade de São Paulo.

Havia o interesse da empresa em desenvolver um trabalho de pesquisa em conjunto com a universidade, tendo como assunto um tema ligado a este Centro de Supervisão. Nesta época, a Embratel já havia dado início ao processo de licitação de sua TMN.

Numa primeira etapa, as quatro centrais trânsito digitais da cidade de São Paulo, nos bairros de Morumbi, Penha, Lapa e Bela Vista tiveram seus terminais de operação e manutenção duplicados e centralizados no Centro de Supervisão na sede da empresa. Ou seja, este centro passou a receber as mesmas informações que as equipes de operação alocadas nas centrais, além também de poder enviar comandos para cada uma delas.

A etapa seguinte consistiu na implementação de um banco de dados e uma rede de gerência. Os terminais PC, que antes eram dedicados a cada uma das centrais, passaram a ser ligados em rede, o que possibilitou o acesso às centrais de qualquer computador que estivesse conectado a esta rede. Com o banco de dados, começaram a se estabelecer rotinas de software que acionavam alarmes face à ocorrência de determinadas mensagens de falha ou outros eventos

importantes.

A experiência proporcionada por este ambiente deixou muito clara a importância da gerência e seus problemas intrínsecos, como a interoperabilidade e a dificuldade em centralizar informações. Era de se esperar assim que este trabalho resultasse em um tema ligado aos problemas de gerência e à TMN.

Os capítulos seguintes, de certa forma, ordenam o caminho seguido para a realização do trabalho. Esta sequência estabelecida representa quase um guia de auto-aprendizado sobre TMN e Modelos de Informação.

A TMN não é fruto de idéias mirabolantes ou meras concepções teóricas, existem razões práticas, para que o ITU esteja investindo tanto tempo e dinheiro nela. A ausência de uma bibliografia em português voltada para o ambiente de Telecomunicações, em muito contribuiu para uma certa falta de clareza dos objetivos de uma TMN.

Apesar da extensa quantidade de normas publicadas pelo ITU, esta documentação é muito confusa e às vezes permite interpretações ambíguas. Por ser muito genérica, realizar muitas referências cruzadas e nem sempre ter sido originada para e pelo ambiente de Telecomunicações, sua leitura não é das mais simples.

Muitas das idéias da TMN estão mais ligadas à Informática do que às Telecomunicações, ou pelo menos, sempre foram mais importantes neste primeiro ambiente. E agora, mais do que nunca, o profissional de Telecomunicações terá que se aproximar de idéias como Banco de Dados Centralizado, Orientação Objeto, Modelo de Informação e protocolos de gerência.

O profissional de telecomunicações, responsável pela operação da rede, não precisa ser especialista nestes temas, porém deve conhecê-los o suficiente a ponto de ser capaz de especificar e/ou discutir as necessidades de gerência do equipamento. Só desta forma um Sistema de Gerência pode ser implantado de forma eficaz, pois dificilmente haverá outro profissional que conheça melhor o equipamento e suas necessidades de gerência.

As normas do ITU ligadas à TMN e utilizadas no presente trabalho são por demais genéricas e um dos objetivos do trabalho é exemplificar e interpretar alguns de seus pontos, sempre procurando abordar aspectos práticos.

No ambiente de operação, muito cedo percebe-se a importância das mensagens de falhas do equipamento. Em parte por esta razão, e também por ser a gerência mais madura em termos de recomendações do ITU, foi dada maior atenção à Gerência de Falhas e Alarmes.

1.2 Roteiro da Tese

No capítulo 2 faz-se um apanhado geral sobre a evolução das redes de telecomunicações, sob a ótica de gerência. À medida em que as redes foram se tornando maiores e mais sofisticadas, também assim o foram as necessidades de gerência e de uma padronização de interoperabilidade entre equipamentos, passa-se a exigir uma interoperabilidade entre os Sistemas de Gerência.

Este acréscimo na idéia de interoperabilidade, ao avançar em conceitos mais lógicos e funcionais, e não mais apenas físicos, coincide com o problema de gerência na Informática, e assim é feita uma comparação entre a evolução da gerência em cada uma das áreas. Fica claro então que a gerência é um dos setores onde os conhecimentos da Informática e Telecomunicações mais se entrelaçam.

A idéia de Banco de Dados e comutação de pacotes (e não de circuitos, realizada pela telefonia clássica), mais ligadas ao ambiente de Informática, são exemplos interessantes de aplicação no ambiente de Telecomunicações, ao se estabelecer uma Rede Inteligente

O que deve ficar claro é que este entrelaçamento é um processo irreversível, isto é, cada vez mais a separação entre o que é Informática e Telecomunicações, principalmente na área de gerência, será menos nítida. Os profissionais que venham a trabalhar com a gerência de redes ou sistemas de telecomunicações, terão que ter habilidades em ambas as áreas.

No capítulo 3 há uma descrição geral sobre TMN, baseada na recomendação M3010 [1] do ITU. São descritas as Arquiteturas Física, Funcional e de Informação; o modelo Gerente-Agente e os cinco tipos de Gerência : Desempenho, Falhas, Configuração, Contabilização e Segurança.

A TMN é apenas uma das possíveis soluções de padronização e neste aspecto, sua principal característica é ser uma recomendação do ITU, o que a leva a possuir uma importância considerável.

Uma das principais características da TMN está na especificação da interface Q3, seus perfis de protocolo e Modelo de Informação. É bem verdade que a padronização dos Modelos de Informação ainda está bastante longe de um consenso, tamanha é a variedade dos equipamentos e fabricantes de telecomunicações.

Qualquer elemento de rede que queira conectar-se à TMN o fará através de uma interface Q, seja Q3 ou Qx. Para que esta interface seja implementada, além da pilha de protocolos, é necessário que exista um Modelo de Informação deste elemento.

Ao realizar uma licitação hoje, uma empresa operadora pode exigir a disponibilidade de uma interface Q3, que siga determinado Modelo de Informação proposto pela mesma. Aliás, este foi o caminho adotado pela Telepar, na licitação do sistema de gerência de suas centrais EWSD. Exigiu que a empresa vencedora seguisse o Modelo de Informação proposto por ela.

Porém, existe um outro caminho, quando se quer integrar equipamentos já em funcionamento na rede de Telecomunicações à TMN. Neste caso, a responsabilidade de implementação da interface Q é da empresa operadora, como também o projeto do Modelo de Informação deste equipamento.

É interessante perceber que existe uma maior dificuldade na padronização do Modelo de Informação de equipamentos já existentes e em funcionamento, do que daqueles que ainda estão em fase de implantação e compra pelas empresas operadoras do Sistema Telebrás. O Modelo de Informação dos equipamentos de SDH, por exemplo, já está muito bem definido e padronizado pelo CPqD, o que não é o caso das centrais telefônicas.

Na definição dos tipos de gerência, deve-se observar uma preocupação maior com o serviço oferecido. As gerências de Falha e Desempenho são velhas conhecidas do setor de Operação e Manutenção. Porém as outras três, de Configuração, Bilhetagem e Segurança, refletem as mudanças que estão acontecendo nas Telecomunicações, notadamente pela imensa quantidade de novos serviços que estão chegando, e sua necessidade de novas formas de gerência.

A concepção de três arquiteturas, mostradas no capítulo três, visa apenas abordar de forma separada, características importantes da TMN. A Arquitetura Física está relacionada com os elementos físicos que compõem a rede de gerência. A Funcional descreve as funcionalidades que os elementos físicos possuem (notar que um elemento de rede pode possuir mais de uma funcionalidade e vice-versa). Já a Arquitetura de Informações se relaciona com a informação de gerência que trafega na rede, através dos elementos físicos. É aqui que se define a MIB e as relações entre Gerente, Agente e objeto gerenciado.

Os capítulos 4 e 5 são os mais importantes da tese, pois tratam de sua essência, o Modelo de Informação e uma Metodologia para o mesmo, sendo o primeiro uma preparação para este último.

No capítulo 4 descreve-se o que é Modelo de Informação, suas principais características e finalidades. Procura-se explicar qual a razão do caminho adotado, a padronização do Modelo de Informação e porque o mesmo é Orientado a Objeto. Apresenta-se também as três árvores de Gerência OSI.

Seu objetivo é explicar o Modelo de Informação, sua importância para a TMN, pois é um passo essencial para a implementação de uma interface Q3.

E nesta linha, como e porque deu-se maior prioridade à Gerência de Falhas.

Todo equipamento se relaciona com o meio externo através de mensagens e comandos. Para se obter interoperabilidade entre os Sistema de Gerência de equipamentos de diferentes fabricantes, um dos caminhos seria o de padronizar estes comandos e mensagens, o outro, padronizar uma espécie de interface lógica, de tal forma que toda a sintaxe e semântica a partir desta interface seria de domínio público. Esta interface lógica é construída através da MIB e de seu Agente. E os modelos de sintaxe e semântica são definidos pelas linguagens ASN.1 e GDMO, respectivamente.

A técnica adotada para construção do Modelo de Informação é a Orientação Objeto. Muitas vezes, as idéias ao mudarem de enfoque, acabam recebendo novos nomes. Parece ter sido este o caso da Orientação Objeto, pois seus dois conceitos mais importantes, Encapsulamento e Herança, em engenharia remetem às idéias de “caixa preta” e taxonomia, respectivamente.

O que está por trás disto tudo é a necessidade de manutenção e reusabilidade, dois dos problemas mais sérios de um software. Muito pouco do código gerado por um programador pode ser utilizado novamente, e mais, a manutenção de um programa por uma pessoa distinta daquela que a gerou, ou seja que não conhece todas as particularidades do código, é muito árdua.

O ITU, nas recomendações X720 [2], X721 [3] e X722 [4] procura definir o que é o Modelo de Informação, quais são as informações de gerência e um roteiro para definição dos objetos gerenciados. Desta feita são assim padronizados os **templates** onde se especificam as características dos objetos, como classes, atributos, comportamentos, ações e nomes de ligação (**name bindings**).

Todo objeto gerenciado pertence a uma classe e possui um nome único e distinto (ou registro). Estas características são especificadas através de três árvores: Registro, Herança e Inclusão (**Containment**).

A Árvore de Registros funciona como uma biblioteca de componentes dos objetos, pois aqui estão definidos classes, atributos, notificações, pacotes, etc, padronizados pelo ITU, com os respectivos registros. Já a de Herança, mostra o relacionamento entre Classes, como foi feita a especialização delas através do mecanismo de Herança.

Por sua vez, a Árvore de Inclusão, talvez a mais importante das três, pois reflete a estrutura real da MIB, vai mostrar os objetos instanciados, de forma hierárquica. É através daqui que cada objeto instanciado adquire um nome único e distinguível dos demais.

No capítulo 5, é sugerida a metodologia para a definição dos elementos gerenciados e apresentado um roteiro para descrição do Modelo de Informação

em GDMO. Vale ressaltar que o trabalho percorre o caminho de adaptação de um elemento de rede, já em funcionamento, para uma TMN.

Seu objetivo é propor uma Metodologia para a realização do Modelo de Informação, sob o enfoque da Gerência de Falhas, ao facilitar o mapeamento de mensagens e comandos nas classes dos objetos gerenciados.

Conforme já citado, todo equipamento se comunica com o mundo externo através de comandos e mensagens, logo, estes serão os fatores limitantes e básicos para todas as ações de gerência. Porém, como não perder-se no emaranhado de dados, já que uma central trânsito como a Neax61-BR, por exemplo, possui cerca de 258 mensagens e 56 comandos ? Deve existir então uma maneira simples de contemplar esta premência, o mapeamento claro das mensagens e comandos nas classes.

A proposta aqui apresentada sugere o uso de Matrizes para responder esta pergunta. Uma Matriz de Mensagens e outra de Comandos, onde as mensagens e comandos são contrapostos às Classes de Objetos propostas para especificação do Modelo de Informação. Estas matrizes estão descritas nos Anexos C e D.

A título de exemplo, no capítulo cinco são então exemplificadas seis classes da Neax 61-BR e suas respectivas mensagens e comandos, através de duas matrizes. O uso de matrizes permite um imenso avanço na possibilidade de correlação de dados, e através disto, a tomada de decisões por Sistemas Especialistas.

De posse das matrizes, o texto passa à codificação em GDMO, utilizando-se um roteiro estabelecido. Basicamente, seguindo as recomendações do ITU, as mensagens devem ser codificadas no **Behaviour** das Classes e os comandos nos **Actions**.

É mostrado que os atributos, comportamentos e ações são agrupados em pacotes, os **Packages** do GDMO. São especificados diversos “tipos” de pacotes, principalmente no que se refere ao tipo de mensagem de alarme, se está ligada a um erro de processamento, comunicação, equipamento ou qualidade de serviço. Por fim, os nomes de ligação, que vão propiciar o nomeamento único e sem ambiguidade de todos objetos instanciados.

Por ser a TMN um tema relativamente novo, com poucos trabalhos acadêmicos na área, ao longo dos capítulos desta tese procurou-se realizar um encadeamento lógico, através de uma abordagem do mais genérico para o mais específico. Os capítulos se seguem no seguinte ordenamento lógico :

- Primeiro, no capítulo 2, a apresentação de como as telecomunicações e

sua gerência evoluíram, mostrando até o exemplo da rede inteligente.

- Devido aos problemas de gerência hoje enfrentados, o ITU propõe uma solução, a TMN, descrita no capítulo 3.
- Na TMN, a necessidade de interoperabilidade entre os Sistemas de Gerência é indispensável, e para que isto se realize, um dos elementos da interface Q3 (provavelmente o mais importante), é o Modelo de Informação do equipamento a ser gerenciado, abordado no capítulo 4.
- E, por fim, uma proposta de Metodologia para realização deste modelo, no capítulo 5, com exemplo das matrizes e as etapas para codificação em GDMO e ASN.1.

Até a presente data, nem o Sistema Telebrás ou o ITU chegaram a um consenso sobre um Modelo de Informação básico para centrais telefônicas. Para um determinado equipamento, dezenas de modelos podem ser propostos, variando cada um deles com a visão do projetista.

No caso de equipamentos SDH, por exemplo, a Telebrás já possui um Modelo de Informação. Porém deve ser ressaltado que elaborar um modelo para um equipamento que ainda vai ser comprado ou ainda não possui uma grande planta instalada, é uma tarefa bastante distinta da construção de um modelo para um equipamento já em funcionamento e possuidor de uma grande planta instalada e com diversos fabricantes diferentes.

O objetivo deste trabalho é contribuir para o projeto deste Modelo de Informação, tanto ao sugerir uma metodologia para definição das classes gerenciadas (ou dos elementos gerenciados) quanto ao exemplificar as etapas para a construção deste modelo. A especificação de Modelos de Informação é um assunto complexo e polêmico, já que envolve muito de opiniões pessoais sobre as necessidades de gerência do equipamento.

Apresenta-se nesta tese, uma proposta de metodologia para realização deste modelo, seguida de um exemplo, que juntos deverão ser de grande valia para a implantação de uma TMN.

Capítulo 2

Gerência

2.1 Introdução

Para que se entenda a utilidade de um Modelo de Informação, é necessário conhecer primeiramente o que é Gerência, o seu significado atual, resultado em parte, das mudanças advindas do uso intensivo da informática.

Para os engenheiros e técnicos, a idéia de Gerência está ligada diretamente ao equipamento utilizado e principalmente ao seu desempenho. Gerenciar seria garantir um bom funcionamento do mesmo, altas taxas de OK, baixas quedas de enlace, vazão de tráfego etc.

Porém, hoje gerenciar significa muito mais que isso, implica principalmente em **interoperabilidade** entre os Sistemas de Gerência.

Nas Telecomunicações, o interfuncionamento (do inglês **interwork**) entre equipamentos se remete principalmente ao conceito físico de interface, isto é, casamento de impedâncias, níveis de tensão, ajuste de frequências, etc. No presente trabalho, ao falar-se de interoperabilidade, refere-se a capacidade de troca de informação entre Sistemas de Gerência.

Não resta a menor dúvida da importância do interfuncionamento entre equipamentos, cujo conceito é relativamente bem difundido, através da prática de extensas padronizações. Mas nem por isto deixam de existir graves problemas de incompatibilidade entre equipamentos de mesma natureza, porém de fabricantes diferentes. A Embratel, por exemplo, possui uma Central Trânsito da AT&T, comprada há mais de um ano e que ainda não pode entrar em funcionamento por não ser aprovada no teste de aceitação.

O ambiente de Telecomunicações, neste sentido mais restrito de interopera-

bilidade, foi mais feliz que o da Informática, já que neste último, proliferaram bem mais os casos de padrões de mercado do que os estabelecidos por associações ou conselhos normativos, como o ITU.

Um dos objetivos deste capítulo é avançar o conceito de interoperabilidade. Além do nível físico, hoje a discussão de padronização está se dando em um nível lógico mais abstrato, que é o da interface entre os Sistemas de Gerência.

Por interoperabilidade hoje, deve-se entender a possibilidade de troca de informação entre Sistemas de Gerência de equipamentos diferentes.

Nos dias atuais, a gerência é feita localmente, junto ao equipamento, como “ilhas” de gerência, onde cada qual é responsável pelo funcionamento de um pequeno pedaço da rede de telecomunicações, de forma que se cada um garante este bom funcionamento, toda a rede de equipamentos deveria funcionar adequadamente.

Na prática sabe-se que as coisas não funcionam bem assim, um pretendo bom funcionamento local está muito longe de garantir um desempenho satisfatório da rede como um todo. Não há nenhuma garantia que uma chamada originada numa região cuja central de comutação possui um bom desempenho, vá conseguir ser completada corretamente, se houver problemas na transmissão ou a central destino estiver com sobrecarga de tráfego. A interdependência dos elementos que compõe a rede de telefonia é muito grande e observada principalmente na qualidade do serviço oferecido.

Dentro desta idéia se estabeleceram os primeiros Centros de Gerência, na tentativa de obter uma visão geral da rede, com uma maior facilidade de rastreamento de falhas e ações mais globais.

No caso de centrais telefônicas, por exemplo, a interoperabilidade equivaleria ao Sistema de Gerência não perceber estar trabalhando com uma central Trópico ou Neax. Em um primeiro estágio seria fazer equipamentos de mesmas funções conversarem entre si, ou seja, uma interface que permitisse aos Sistemas de Gerência uma operação destes equipamentos de forma quase semelhante, apesar de serem de fabricantes diferentes. Em uma etapa posterior, equipamentos até de natureza distinta poderiam ser operados e trocar informação entre si.

É dentro desta abordagem, que este capítulo faz uma descrição da evolução do conceito de Gerência.

2.2 Histórico

Pode-se observar facilmente diversos tipos de redes a serviço do ser humano na sociedade moderna : Esgoto, Água, Energia Elétrica, Gás, Telefônica etc.

Cada uma destas redes possui suas próprias particularidades de gerência, porém existe uma idéia comum que é a de manter seus vários elementos (**Network Elements**) funcionando harmonicamente para que o produto que levam seja entregue de forma satisfatória ao seu destino, ou seja, ofertar um determinado serviço ao usuário desta rede.

O furo de um cano, queda de um cabo de alta tensão ou pane numa Central Telefônica prejudicam seu desempenho. Dependendo da gravidade da falha, uma parte significativa da rede pode ficar comprometida, quiçá toda ela.

Seja pela falta de sensores mais baratos (um problema tecnológico) ou até mesmo porque as redes no início foram crescendo mais lentamente, prevaleceu desde cedo a segmentação da gerência, tanto por localização geográfica quanto por elementos de rede.

Assim, foram se estabelecendo setores como Transmissão, Comutação, Infra-Estrutura e Geração. Por sua vez segmentados por bairro, cidade ou estado, com gerências separadas e independentes.

Em primeira aproximação, o conceito mais simples de gerência remete à idéia de Operação e Manutenção. Gerenciar um elemento de rede seria operá-lo de forma eficiente, assegurando um bom desempenho durante seu funcionamento. Em caso de falha, seria realizada então uma manutenção corretiva.

Com o aumento e sofisticação das redes, a gerência vai se tornando cada vez mais complicado, não só pela extensão física e natureza dos serviços, mas principalmente pela dificuldade em gerenciar equipamentos de fabricantes diferentes. Além de extensa padronização e especificação que permita a inserção de novos equipamentos na rede, inclusive de fabricantes diferentes, foi-se tornando necessário uma manutenção e análise das informações dos diferentes elementos que a compõe para sua melhor operação.

Houve duas importantes mudanças causadas pelo crescimento e sofisticação das redes :

1. Uso de Telecomandos e Telemidas : A evolução da tecnologia e as próprias necessidades de operação levaram ao uso intensivo de telecomandos e telemidas para a gerência da rede. No ambiente de telecomunicações, hoje, não existe separação entre a possibilidade de obter medidas e operar o equipamento a distância.

2. Gerência : Apesar da dificuldade, tornou-se clara a necessidade de um gerência mais global, a falha de apenas um de seus elementos poderia levar a um efeito cascata onde toda ela seria prejudicada, sem saber-se qual a causa inicial. Devido à preocupação de gerência da **rede**, muda-se para uma gerência mais centralizada, que acima de tudo procura preservar a própria **rede**, seu serviço e funcionamento.

2.3 A Rede Telefônica

- **Breve Histórico** : As Telecomunicações nos últimos cem anos passaram por uma evolução muito rápida, da invenção do telefone em 1876 ao telefone celular do final dos anos 80 , a telefonia revelou-se como um setor de grande dinamismo tecnológico, onde até o próprio tipo do serviço oferecido tem-se expandido, de um serviço único de voz, passou-se também a transmissão de dados e imagem.

O passo principal para a digitalização da rede foi dado nos anos 50, nos laboratórios da AT&T, com a invenção do transistor, pois o mesmo tornou viável a implementação do PCM (*Pulse Code Modulation*), patenteado em 1939 por Alec Reeves, inglês, que na época trabalhava nos laboratórios da ITT (*International Telephone and Telegraph*) na França.

Após a digitalização da rede, a principal mudança aconteceu com a utilização das Centrais Comutadoras CPA (Controle por Programa Armazenado), pois, além de serem digitais, pela primeira vez o software passou a ser essencial para o funcionamento de um equipamento telefônico.

Já no setor de Transmissão, as principais mudanças advieram com uso das fibras ópticas e satélites, devido à possibilidade de transmissão a grandes distâncias com pouca atenuação do sinal.

Pode-se assim, para fins didáticos, dividir em etapas a evolução da gerência das redes de Telecomunicações : (ver tabela 2.1)

- **Operação Manual** : Mesas operadoras

Neste período a comutação era manual, realizada pelas telefonistas através das mesas operadoras. Não havia a possibilidade do uso de telecomandos, a intervenção humana era necessária em todas as etapas.

Manual	Mecanização	Automação	Gerência Integrado	Sistemas Especialistas
Mesas Operadoras	Centrais Eletromecânicas : Passo a Passo Sistema Crossbar	Centrais CPA : Analógicas Mistas Digitais	GIRS : TMN	Inteligência Artificial

Tabela 2.1: *Evolução do Gerência em Redes de Telecomunicações*

- **Mecanização** : Aparecimento das centrais passo-a-passo

Em 1891, o Sr. Strowger, na cidade de Kansas City inventou e patenteou a primeira chave seletora automática. Seu funcionamento era baseado no movimento de escovas na direção vertical e rotação, conseguindo assim uma comutação de 100 posições num banco de contatos de uma superfície cilíndrica [5].

A curiosidade reside no fato que o Sr. Strowger era agente funerário e sua motivação para a realização do invento se deve à telefonista local, que por ser esposa de um proprietário de outra casa funerária, procurava passar os pedidos de serviços funerários para a empresa do marido.

O seletor de Strowger permitiu a automatização da comutação, que começou nas centrais locais, passando às interurbanas até chegar nas internacionais. Deu-se a este sistema o nome de Passo a Passo, que apesar da simplicidade de sua concepção, representou um grande avanço relativo as mesas operadoras. Mas também possuía grandes limitações, pois seu funcionamento era quase todo mecânico, o que tornava este sistema pouco flexível a alterações de configuração e com sérios problemas de desgaste.

A movimentação do seletor era feita através de contatos deslizantes, que assim precisavam ser construídos com materiais resistentes a desgaste, sem um compromisso maior com propriedades de condução elétrica.

Na década de 20 foram desenvolvidos os sistemas rotativos, cujas duas principais características inovadoras eram o comando indireto e a fonte motora. A primeira implicava na existência de um registrador entre o sinal enviado pelo disco decádico do telefone e os seletores, ou seja, o

controle dos estágios de seleção, que antes era acionado diretamente por estes sinais, passou a ser do Registrador.

A segunda tirou a fonte motora para fora dos seletores, através de um sistema de eixos verticais e horizontais. Estes sistemas, além de serem mais baratos, tornaram as centrais mais flexíveis e com seletores menos problemáticos que os de elevação e giro.

Os sistemas rotativos perduraram até 1950, quando foram superados tecnologicamente pelo Sistema Crossbar (ou de barras cruzadas). Aqui os contatos são exclusivamente de pressão, à semelhança de contatos de relés, não possuindo nenhum contato deslizante, ao contrário do sistema rotativo. Seu princípio se baseia em duas barras dispostas ortogonalmente que fecham contatos elétricos nos pontos de cruzamento [5].

Por não fazer uso de contatos deslizantes, revelou-se um sistema muito mais confiável, permitindo o uso de contatos de liga nobre (prata/cobre, paládio, ouro), indicados pela menor distorsão da faixa de frequência de voz, autolimpeza, etc.

Além da introdução dos contatos elétricos, o uso dos Marcadores e Registradores em conjunto, representaram, conceitualmente, um imenso avanço técnico. Para interligar dois pontos, P1 e P2, por exemplo, deve haver um dispositivo que administre todas posições possíveis para estabelecer um caminho entre os estágios de comutação. Este é o papel do Marcador.

O Registrador, já introduzido nas Centrais Rotativas, continua com o papel de receber os pulsos do disco decádico, guardá-los na memória, e repassá-los aos estágios comutadores, da mesma central ou da central posterior.

Isto proporcionou um potencial de supervisão muito superior em relação ao antigo sistema. O centro de controle passou a obter medidas e estatísticas dos hábitos de discagem dos usuários, tabelas de dispersão do tráfego, intensidade de chamadas por hora, tanto originadas como terminadas por agrupamento de assinantes e registradores, bem como a observação do tráfego real.

No antigo sistema não havia um registrador que guardasse estas informações, impedindo assim esta supervisão geral proporcionada pelos sistemas a controle comum.

Pode-se enxergar as Centrais Crossbar como uma máquina de Von Neumann, onde os Registradores fariam o papel de memória e os Marcadores seriam os processadores ; os números chamados seriam os dados de entrada e o caminho estabelecido (ou comutado) mais a tarifação, os dados de saída. E o controle se dava através de lógica cabeada. Ainda que na época talvez não fosse claro, as Centrais de Comutação cada vez mais se assemelhavam aos computadores.

- **Automação** : Surgimento das Centrais CPA - (Controle por Programa Armazenado)

Até 1960, só havia centrais do tipo Eletromecânicas. Conforme visto, as Centrais Eletromecânicas já possuíam bastante semelhança com os computadores, porém o fato do controle se dar através de lógica cabeada, tornava a operação e os serviços da Central muito limitados, com necessidade de um grande número de pessoas para sua operação.

Nesta época as Centrais já possuíam órgãos comuns para análise e encaminhamento de chamada, porém ainda não havia certeza que estes poderiam ser substituídos por computadores, pois haviam quatro requisitos que estes deveriam preencher [5] :

Continuidade Operacional : Uma Central não pode parar para manutenção, na melhor das hipóteses , apenas durante algumas horas, de madrugada ou em horário de baixo tráfego.

Operação em Tempo Real : No sistema de telefonia, as chamadas devem ser processadas em tempo real, sem adiamento.

Capacidade de Processamento : A quantidade de dados gerada por uma rede telefônica é imensa, principalmente no tocante à sinalização e análise de encaminhamento. O elemento responsável pelo processamento precisa ser muito veloz para suprir esta necessidade.

Confiabilidade : Ao contrário dos computadores, as Centrais precisam ser mais robustas contra falhas. O equipamento não pode parar totalmente devido a um erro de encaminhamento ou mau funcionamento de um juntor.

Somente quando estes problemas tecnológicos foram solucionados, apresentando custos viáveis comercialmente, é que as centrais CPA começaram

a ser colocadas no mercado.

Em Illinois, EUA, no ano de 1960, o Bell Labs coloca em operação a primeira central controlada por programa armazenado. E cinco anos depois já estavam disponíveis comercialmente as primeiras centrais CPA, que ainda possuíam sua malha de comutação baseada em tecnologia analógica, com o uso de contatos metálicos.

Porém, toda a tarefa de análise e encaminhamento das chamadas passou a ser realizada por um processador central, que por sua vez permitia uma mudança de software.

Ou seja, pela primeira vez, o uso de telecomandos permitiria a determinação e reconfiguração de rotas, mudanças de numeração e tarifação etc. Não era mais necessária a intervenção humana no hardware da máquina para a realização destas tarefas.

O software passou a ser um componente importante no funcionamento da central, ao propiciar uma maior flexibilidade na gerência do equipamento, aumentando a facilidade de operação, já que uma mudança na configuração da central passou a ser representada, muitas vezes, por uma simples alteração nos dados do software.

O avanço tecnológico das centrais de comutação se deu no sentido de torná-la completamente digital, tanto no processamento de seus dados, quanto da malha de comutação em si. As CPAs de primeira e segunda geração tinham como características principais a malha de comutação analógica e um processamento centralizado. O advento das centrais de terceira geração representou uma mudança muito grande, pois sua tecnologia é totalmente digital, inclusive a malha de comutação.

Agora, as tarefas de processamento da central são repartidas entre os vários processadores, existindo uma divisão de responsabilidade entre eles. Enquanto alguns tratam da comutação, outros cuidam da sinalização, interface com operador, entrada/saída de dados, etc.

Claro que existe uma forma de controle centralizada, às vezes até um processador central, porém já não tem sobre si toda carga de processamento da CPA, como no caso das centrais de primeira e segunda geração. As centrais de terceira geração permitem o uso intensivo de telecomandos, pois são quase totalmente controladas por software.

Este é o estágio atual do sistema telefônico, onde centrais CPAs sejam

de primeira, segunda ou terceira geração ainda convivem com as Eletromecânicas, do sistema Crossbar ou Rotativo.

- **Gerência Integrada** : A busca da interoperabilidade

A complexidade do sistema telefônico, seja pelas suas dimensões ou natureza dos serviços, levou a uma situação em que a existência de ilhas de gerência tornou extremamente difícil a gerência do sistema como um todo, sob pena de panes em todo o sistema telefônico (ou pelo menos em trechos consideráveis). A gerência agora precisa ser mais global, seja a nível regional ou nacional.

As possibilidades de implementação de um sistema de gerência centralizado passam por um problema grave que é a padronização dos protocolos de gerência e dos Modelos de Informação, que serão abordados nos capítulos seguintes.

A TMN - **Telecommunication Management Network** - é uma das soluções possíveis para chegar-se a esta interoperabilidade. Por ser uma proposta do ITU -**International Telecommunication Union** - , provavelmente será o padrão adotado por todas as empresas de telefonia do mundo.

O esforço do ITU em responder a estas necessidades de gerência resultou na TMN, uma série de normas que procura estabelecer padrões de interface e gerência para as redes de Telecomunicações.

A idéia básica da gerência integrada é tornar o sistema de gerência da rede independente do fornecedor dos equipamentos, que ele manipule estes equipamentos sem precisar saber qual seu fabricante, suas particularidades ou linguagem proprietária.

Em um ambiente TMN, ao se afirmar que uma central “fala” com outra de outra marca, na verdade, significa que existe uma interface padrão que traduz para uma linguagem única, padronizada, as diferentes linguagens e protocolos proprietários de cada equipamento. É uma interoperabilidade entre Sistemas de Gerências.

Quando uma determinada central estiver com problemas de rotas congestionadas, uma mensagem com esta informação seria enviada ao Centro de Gerência que alteraria as rotas de saída de outras Centrais, de forma a não gerar mais tráfego para central em sobrecarga. É quase como se a

Central com problemas trocasse informação diretamente com as demais centrais que estão gerando tráfego para ela.

Do mesmo modo que existe um protocolo de gerência na informática, o SNMP -**Simple Network Management Protocol**, a TMN também possui seu protocolo de gerência, o CMIP/CMISE. É um protocolo orientado a objetos bem mais poderoso que o SNMP, devido a própria complexidade de uma rede telefônica.

- **Sistemas Especialistas** : A automação das decisões de gerência

Esta etapa é uma evolução natural da anterior, talvez até a que propicie um ganho mais visível e mensurável da TMN. Com a automação de decisões, as vantagens obtidas devido a padronização de interfaces, protocolos e modelos de informação, poderão ser avaliadas principalmente pela redução no tempo de ações corretivas, pelo menor número de pessoas necessárias para operar a rede, e pela flexibilidade de gerência.

Toda empresa operadora procura oferecer melhores serviços a um custo mais baixo e conseqüentemente obter maiores lucros. A integração dos Sistemas de Gerência da rede telefônica visa permitir além de maior flexibilidade e ações automáticas sobre a rede, uma maior rentabilidade.

A dificuldade reside no fato de que um telecomando para uma alteração de rota é diferente para centrais que não sejam de mesmo fabricante. Também diferentes podem ser os protocolos para o envio desta mensagem.

Apesar de realizarem a mesma tarefa, serem de mesma natureza, equipamentos de diferentes fabricantes possuem uma lógica de gerência completamente distinta entre si. O Sistema de Gerência, que até hoje responde pelo nome de **operador**, precisa conhecer as particularidades de cada fabricante para poder gerenciar o equipamento. Sendo assim, é como se houvesse sistemas de Gerência para marca NEC, Ericsson, Alcatel, Siemens etc.

Para a existência de interoperabilidade entre os Sistemas de Gerência, faz-se necessário o uso de uma linguagem comum, tanto em termos sintáticos quanto semânticos. A partir daí, equipamentos de natureza distinta, como um central telefônica e um multiplexador óptico, poderiam sofrer ações automáticas de um Sistema Especialista, que não teria

problemas com esta natureza ou o fato dos equipamentos serem de diferentes fabricantes.

Um Sistema Especialista seria responsável por tomar ações automáticas na rede, a partir de situações anômalas ou que suscitem cuidado. Através de uma correlação de dados, ou mensagens de alarme dos equipamentos, o sistema teria as condições necessárias para tomar a decisão.

As decisões, pelo menos as mais imediatas, que eram antes tomadas pelo operador, passariam a ser executadas automaticamente pelos Sistemas Especialistas.

Uma das prováveis etapas para uma futura auto-restauração (**selfhealing**), o auto-diagnóstico que uma rota está fora e uma atuação automática para criação de um caminho alternativo, é a utilização de um banco de dados único, que vai contribuir para a não importância do fabricante do equipamento : O sistema especialista que ali irá atuar não precisa saber qual o fabricante da Central, apenas que uma nova rota deve ser estabelecida.

Este é o caminho apontado pela TMN.

2.4 A evolução da Gerência na Informática

Nesta seção, subentende-se que a palavra rede está associada com redes de computadores, pois a gerência a que se refere é realizado no ambiente de Informática.

As primeiras redes de computadores que se estabeleceram tiveram como paradigma o **Mainframe**, isto é, grandes e caros computadores que centralizavam todo o processamento dos dados. Estas redes possuíam arquitetura do tipo estrela, onde nas pontas os terminais eram destituídos de inteligência, não processavam nem armazenavam nada, todas estas tarefas ficavam a cargo do computador central.

Os elementos da rede pertenciam a um só fabricante, uma vez que se quisesse adicionar novo terminal ou equipamento, forçosamente deveria ser da mesma marca, devido a uma necessidade de compatibilidade. A característica principal desta etapa é o processamento centralizado. Na verdade, muito da evolução das redes de computadores passa pela descentralização do processamento.

No final dos anos 70 o avanço tecnológico levou ao uso dos mini-computadores, que quando interconectados formavam uma série de nós da rede, e juntos podiam armazenar e processar os dados de forma mais barata e, principalmente, descentralizada.

Foi então que o conceito atual de **rede de computadores** começou a ser formado. Se a informação não estava em determinado lugar, a rede poderia encontrá-la em outro; repositórios de informação com grandes redundâncias puderam ser criados, o mau funcionamento de um elemento de rede não mais significava a perda de milhares de dados ou uma paralisação completa de toda a rede. Estes foram os anos onde o domínio da IBM no mercado de informática passou a ser abalado por empresas como a Digital Equipment Corp. e Data General Corp.

Desta forma a computação em rede local explodiu, com o processamento distribuído levando ao uso de arquiteturas do tipo Token Ring e Bus, mais baratas e flexíveis. Mas só alguns anos depois, com o surgimento dos primeiros microcomputadores é que a descentralização do processamento atingiria seu auge.

Da mesma maneira que os terminais, os PCs podiam ser integrados em rede, mas com uma grande diferença, a possibilidade de possuir seu próprio software. As tarefas poderiam ser trazidas de um mainframe, minicomputador ou outro PC, e processadas independentemente.

Volumosos softwares não mais precisavam residir na memória de cada computador da rede, apenas em alguns com maior capacidade de processamento. Desta forma, um PC, agindo como "Cliente", pediria ao "Servidor" que este realizasse determinadas tarefas de processamento mais complicadas ou que não pudesse realizar.

Esta é uma das principais características de sistemas Cliente-Servidor, a distribuição do processamento, onde um elemento de rede pode fazer o papel de Cliente ou de Servidor, dependendo do tipo de tarefa executada.

O usuário (Cliente) pede à **rede** determinada informação ou realização de tarefa, e a rede não discrimina para este usuário quem ou o que está realizando a tarefa requisitada. As áreas de arquivos dos usuários, por exemplo, (os winchesters) poderiam estar alocados fisicamente em diferentes micros da rede, só possuindo esta informação o servidor de memória que irá tratar os pedidos de acesso para as áreas dos usuários. Ou seja, os pedidos deixam de ser feitos a um mainframe e passam à rede, a responsável pela realização da tarefa.

Mas, se a arquitetura Cliente-Servidor permitiu um grande aumento de aplicações para o usuário, criou em mesma proporção grandes dificuldades

para os administradores de rede, responsáveis pela manutenção e operação.

A descentralização, para estes, representou uma completa perda de controle. Nos antigos mainframes, um sistema IBM vinha com terminais IBM, software IBM, placas IBM, etc. e o usuário ficava preso a um vendedor por anos. Com a chegada dos minicomputadores e das LANs, devido a queda dos custos, as empresas acabaram comprando novos componentes para seus sistemas a cada nova geração de equipamentos tornar-se disponível. Isto é, muitas vezes versões diferentes de um mesmo software, ou placa de modem, por exemplo, estavam presentes numa mesma rede. E muitas vezes estas versões distintas apresentam sérios problemas de compatibilidade.

As empresas passaram a possuir sistemas de diferentes fabricantes e diferentes gerações tecnológicas trabalhando concomitantemente. Tornou-se comum numa mesma empresa “ilhas” de informação, onde não existe troca de informações ou compartilhamento de recursos.

No final dos anos 80, finalmente tornou-se clara a necessidade de sistemas abertos e maior interoperabilidade. Nascia assim um protocolo voltado para gerência, o SNMP - **Simple Network Management Protocol**. O SNMP identifica os elementos de rede e objetos gerenciados através de uma MIB - **Management Information Base**, neste caso uma base de dados relacional, do tipo endereço e conteúdo. É através do SNMP que hoje se realiza uma gerência mais sofisticada no ambiente de informática.

2.5 Telecomunicações : Situação Futura

Conforme já discutido, apesar da complexidade, a gerência hoje realizada na rede telefônica funciona.

A dúvida é : Até quando ? Com o surgimento de novos serviços e o acirramento da concorrência a ser causado pela quebra do monopólio, há uma clara indicação da necessidade de mudanças na gerência.

O avanço da tecnologia e das próprias necessidades do sistema telefônico levaram a um uso cada vez maior dos processadores e software nas centrais telefônicas, facilitando a utilização do telecomando, sistemas de bilhetagem centralizados e dos serviços 0800 e 0900, entre outros.

É preciso então especificar algumas das características comuns em termos de rede, seja de telecomunicações ou de computadores :

- Processamento

- Armazenamento
- Gerência

Na Informática, em seu período de “Mainframe”, estes três itens se apresentavam de forma centralizada, toda informação era processada e armazenada por um único elemento, que também seria o responsável pela gerência desta rede.

A evolução para o ambiente Cliente-Servidor levou estas três etapas a serem realizadas de forma mais descentralizada, o que acarretou em dificuldades de Gerência. Fez-se claro então que, apesar da rede possuir capacidade de armazenamento e processamento distribuído, (o que levou algumas etapas de Gerência a serem também distribuídas), a maior parte das tarefas de Gerência, principalmente no que concerne a supervisão de falhas e alarmes, deveria ser centralizada.

Nas Telecomunicações, notadamente na telefonia, o processamento, armazenamento e gerência se estabeleceram de forma descentralizada, com a independência dos nós de comutação. Com a sofisticação dos serviços oferecidos pela telefonia, e seu gigantesco crescimento com o passar dos anos, tornou-se claro que a gerência deveria se dar de forma centralizada, ao menos de forma *mais* centralizada que a atual.

Quando os Mainframes começaram a se interligar, formando o que hoje chama-se Internet, esta rede de computadores mostrou-se ainda mais semelhante a uma rede de telefonia, já que ela também possui independência de seus nós comutadores. Porém, com duas características de processamento bem diferentes : o processamento não é realizado em tempo real e a comutação não é por circuito, mas sim por mensagem ou pacotes, o que está intrinsecamente ligado ao fato de neste caso estar-se transportando dados.

Cada vez mais, as redes de telecomunicações estão incorporando características de redes de computadores, e vice versa, estas também se aproximam das redes de telecomunicações ao começar a oferecer serviços de tempo real, que necessitam alocação constante de banda.

Talvez, neste fluxo e refluxo, a procura seja de um ponto ótimo, onde o que deve ser centralizado e distribuído esteja claramente definido e de acordo com as necessidades e possibilidades das empresas operadoras de sistemas de telecomunicações.

A área de gerência, hoje, é o principal ponto de encontro da Informática e das Telecomunicações. Pode-se afirmar que estes mundos estão colidindo,

tamanho tem sido a dificuldade de fazer com que os conhecimentos acumulados em cada área produzam resultados em comum, significativos. Ao passo que a cultura de gerência integrada é oriunda da informática, não existe nenhuma rede corporativa, ou mesmo a própria Internet, que se assemelhe em complexidade e tamanho com a rede telefônica.

Uma das razões para este fato, da Informática ter mais cedo se preocupado com os problemas de gerência, provavelmente está ligado a não existência, em seu ambiente, de um órgão como o ITU, que estabelecesse normas a serem seguidas pela indústria. Muito do que se produziu na informática, talvez até a maior parte, foi ditado pelo mercado, o que acabou implicando em sérios problemas de interoperabilidade, numa dimensão bem maior do que nas telecomunicações.

Uma das maneiras encontrada para sanar este problema é a tentativa de padronização das interfaces entre os Sistemas de Gerência, ou seja, muito mais uma padronização de nível lógico, de informação, do que físico.

E esta é uma ótima idéia para as Telecomunicações, que é um mundo bem acostumado com padronizações e normas. De uma preocupação maior com a camada física, vão se acrescentar padronizações e normas mais ligadas com as camadas lógicas e funcionais, devido a esta necessidade de interoperabilidade entre os Sistemas de Gerência.

Entre outras, existem duas diferenças entre a informática e as telecomunicações que provavelmente levarão esta última a adotar soluções inovadoras :

- Escala
- Confiabilidade

Não se sabe como uma arquitetura cliente servidor vai se comportar com um deslocamento de grandes volumes de dados. Como garantir que não haja degradação na rede em horários de pico ? A partir de certo ponto, quanto mais tráfego numa rede de computadores, mais lenta ela se torna. Isto não será admissível em serviços de voz e video. As aplicações terão que ser independentes de banda e com desempenho garantido.

Os sistemas operacionais para PCs como o DOS ou Windows possuem muito pouca tolerância a erros; em caso de falha, a pane é total, parando todo o sistema. Já no ambiente de Telecomunicações, os sistemas projetados possuem esta tolerância. Por exemplo, uma central telefônica não pára de vez, devido a um erro, seja ou não de software, mas sim por partes, acontecendo no

pior caso, sucessivos reinícios de fase caso não seja tomada nenhuma atitude. As redes de faixa larga terão que possuir esta tolerância a erros, pelo menos de tal forma que estes não sejam percebidos pelos usuários do serviço.

Talvez, a raiz deste fato se deva à natureza dos serviços, sua origem. Na codificação de voz, um bit errado terá consequências mínimas para uma perfeita compreensão da informação. Já um bit errado na transferência de um arquivo de dados, pode implicar em resultados funestos no processamento desta informação.

Pela importância, peso e abrangência, pode-se quase afirmar que os sistemas de processamento nas Telecomunicações possuem uma exigência de confiabilidade muito alta em comparação com a Informática, ao menos aquela ligada ao mundo do consumo, como PCs, DOS e Windows. E no que se refere a informação em si, voz, um erro em sua codificação ou decodificação não é tão significativo quanto um erro em um arquivo de dados (notar que se aborda apenas a informação em si, não se refere a roteamento de pacotes, comutação de circuitos ou sinalização entre centrais).

É claro que tanto na Informática quanto nas Telecomunicações existe uma necessidade imensa de confiabilidade e tolerância a erros, porém, em primeira aproximação, o ambiente de Telecomunicações parece ter sido mais feliz nestes itens, não só pela natureza do serviço, mas também por uma melhor e maior padronização dos elementos que o compõe.

Outro aspecto importante das futuras redes de faixa larga será a necessidade de redundância. Ao passo que nas redes corporativas a maior parte das comunicações entre os PCs e o servidor é ponto a ponto, nas futuras redes públicas de faixa larga o assinante pode estar usando dúzias de bancos de dados espalhados por vários nós da rede, ao mesmo tempo, dependendo do serviço. Se há uma falha no banco de dados de determinado nó da rede, o sistema deve entrar com um outro que está em **standby**.

As grandes mudanças vivenciadas pelas telecomunicações neste final de século passam diretamente pelo problema de gerência. Como assegurar bons serviços com transporte de terabits por segundo? Como monitorar milhares de pontos, num serviço como vídeo sob demanda? Até então, uma vez comutada uma chamada, quase não havia mais gasto de processamento com a mesma. Mas, como será com os serviços interativos, onde a banda alocada muda dinamicamente, de acordo com o serviço escolhido? As redes corporativas são ponto a ponto, enquanto a futura rede de faixa larga, além de **fullduplex** (para serviços de videoconferência), terá também características de **broadcasting** para serviços de entretenimento do tipo vídeo sob demanda,

por exemplo.

O ambiente de gerência mais próximo desta futurologia, provavelmente, é o das redes de computadores. Existe uma analogia entre as arquiteturas Cliente-Servidor e a arquitetura das futuras redes faixa larga de serviços interativos. A arquitetura Cliente-Servidor, representou na informática um meio termo entre a centralização do mainframe e a descentralização das redes de PC's.

Na futura rede de faixa larga, este meio termo também deve ser encontrado, definindo-se muito claramente o que será centralizado e o que será distribuído. E provavelmente, as tarefas de gerência terão sempre um caráter mais centralizado do que as de processamento e armazenamento.

Enquanto a rede telefônica atual é baseada em comutação de circuitos, as futuras redes de faixa larga provavelmente serão comutadas a pacote, e necessitarão de uma gerência ainda mais sofisticada. Serão as tecnologias ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) e SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) que permitirão a comutação e transmissão de dados na taxa de gigabits por segundo. Atualmente é consenso que um dos fatores limitantes destes prognósticos é a gerência.

Uma Gerência eficiente não deve ter como característica básica a centralização. Não se pretende que um centro de gerência seja uma simples remotagem de comandos, que trabalhe da mesma forma das equipes que estão operando o equipamento nas pontas. Além de uma redundância de pessoal, pois haveria mais de uma equipe realizando a mesma tarefa, e pior, da mesma forma, dar-se-ia margem para uma concorrência de comandos.

Deve existir um compromisso entre as atribuições dos centros de gerência e das equipes que trabalham próximo ao equipamento, entre o que pode e deve ser centralizado. Um centro de gerência sempre deve trabalhar com uma visão mais genérica, global, ainda que, em caso de necessidade, ele atue em especificidades do equipamento.

Durante a madrugada, por exemplo, pode ser suficiente ter poucos operadores de plantão em um centro de gerência, monitorando toda a rede, ao invés de manter operadores locais. O compromisso está em determinar exatamente, e em que situações são as tarefas pertinentes a cada centro de gerência.

O que se tem claro é que a gerência do serviço deve ser centralizada, em todas as suas etapas, comutação, transmissão e acesso a uma base de dados.

Uma empresa de cartões de crédito, cliente da Embratel, por exemplo, pode fazer uso da Rede Inteligente (um serviço 0800, um número único para todo o país) e de transmissão de dados, (como a RENPAC), para que suas atendentes possam acessar o banco de dados da firma, de qualquer lugar do país. Supõe-se

assim que um usuário do cartão, ao querer saber seu saldo, ligue para o 0800 da empresa e a atendente, ao ser informada do número do cartão, obtenha, via RENPAC, acesso ao banco de dados da empresa, que possui as informações que o cliente deseja, e assim repassá-las ao mesmo.

Se o acesso a esta base de dados é impossibilitado, o **serviço** fica comprometido. Para a empresa de cartões de crédito não interessa se a comutação está ótima, sem a contrapartida da transmissão. Ela requer todo o serviço funcionando. Assim a exigência é pela gerência do serviço, em todas as suas etapas.

O centro de Gerência deve olhar para a rede, como um todo. Suas ações devem ser realizadas visando o serviço oferecido. Hoje, no Brasil, a Embratel já consegue exercer uma supervisão centralizada de suas centrais no Centro de Supervisão de Tráfego (CST), no Rio de Janeiro. Quando uma central em São Paulo está em sobrecarga, o CST, através de um operador e um terminal remoto, pode enviar comandos de restrição de tráfego para as centrais que continuam encaminhando chamadas para a central que está em sobrecarga.

O objetivo estratégico passa a ser o estabelecimento de uma hierarquia entre os Centros de Gerência, a atribuição das responsabilidades de cada um, qual seu nível de interferência na rede.

Em suma, seja por causa do aumento da competição que deve se acentuar com a quebra de monopólio (e agilidade e eficiência serão fatores determinantes), ou porque as mudanças tecnológicas que se avizinham apontam para uma completa mudança na gerência, a TMN é uma necessidade premente para todas as empresas de Telecomunicações.

2.6 Estudo de caso : A Rede Inteligente

A Rede Inteligente foi um dos primeiros casos de aplicação dos conceitos de gerência mais avançados. O serviço de Telefonia passou a trabalhar com base de dados única e comutação de pacotes (não de circuitos), idéias mais distantes da telefonia clássica.

Conforme já descrevemos antes, até hoje, exceto pela sinalização entre as centrais, existe uma completa independência dos nós comutadores. As funções de comutação são controladas pelos processadores de cada central, não há uma instância superior que possa controlar ou repassar as facilidades de uma central para outra.

Como consequência, qualquer introdução de um novo serviço deve ser adap-

tado para cada central, com um custo ainda maior se forem de diferentes fabricantes.

A Rede Inteligente se propõe a tornar a introdução de novos serviços independente de uma alteração de software ou hardware nas centrais, logo sem necessidade de contratação dos fabricantes.

2.6.1 Histórico

Após a quebra do monopólio da AT&T no mercado de telefonia americano, em 1984, houve a formação de uma empresa operadora de longa distância, (a AT&T) e sete outras empresas operadoras regionais.

Com esta divisão, a maior parte do serviço de chamadas pagas pelo assinante chamado (série 800), ficou com a AT&T. Nos EUA este tipo de tráfego responde por 25% do tráfego interurbano, uma receita superior a 4 bilhões de dólares ao ano. A participação das empresas regionais neste mercado era pequena, pois o pagamento pela origem da chamada, por parte da AT&T consistia de baixos valores.

Desta forma, as empresas regionais começaram a analisar os códigos do serviço prestado para determinar quais poderiam ser supridos por elas próprias, sem precisar repassar as chamadas para a AT&T. Foi então que nasceu a idéia de rede inteligente, pois de acordo com o número discado, a central consultaria um banco de dados e decidiria qual seu destino.

2.6.2 Funcionamento

A Rede Inteligente nada mais é do que uma troca de dígitos agendada, trafegando numa rede de sinalização número 7, que por sua vez é uma rede comutada a pacote e não a circuito. Na figura 2.1, um exemplo de uma possível configuração.

Por agendamento, deve-se entender um compromisso com horário estabelecido. Assim, se discado determinado número, a chamada pode ser encaminhada para A ou B (troca de números), dependendo da data ou até horário em que ela se realizou.

A implementação se dá através da padronização de interfaces entre as centrais comutadoras e um banco de dados centralizado. Ao ser gerada uma chamada do tipo 0800, por exemplo, acontece uma consulta ao banco de dados, que possui as informações necessárias para o correto encaminhamento da mesma, repassando então estes dados para a Central.

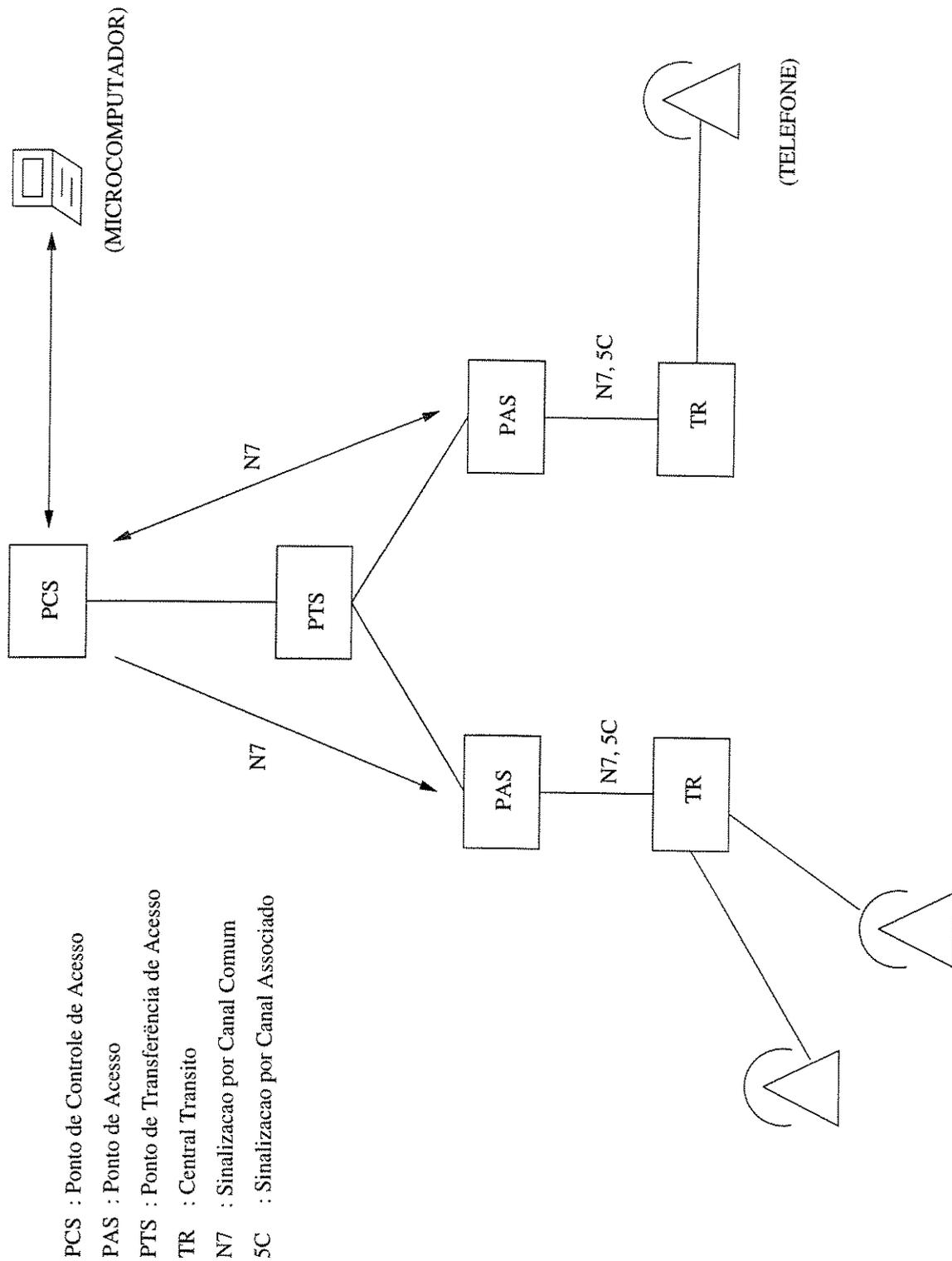


Figura 2.1: Exemplo de Possível Configuração de Rede Inteligente.

Logo, determinada empresa de cartão de crédito pode divulgar nacionalmente um número de atendimento e ter para cada dia da semana ou para cada região do país um escritório diferente respondendo às chamadas.

É o uso de bancos de dados centralizados nos SCPs (**Service Control Points**) que leva o provisionamento dos serviços de RI ser muito rápido, pois já não há necessidade de mudança de software ou agendamento de comandos em todas as centrais, gerando assim uma maior flexibilidade e rapidez para as empresas operadoras.

Assim, desde que a central estivesse ligada ao banco de dados, ela poderia passar a oferecer serviços de rede inteligente sem que houvesse necessidade de agendamento de comando ou encaminhamento particular nela mesma, já que aconteceria uma consulta ao banco de dados.

É válido ressaltar que uma empresa pode oferecer serviços de rede inteligente sem trabalhar com esta configuração na realidade, porém haveria a necessidade de alteração de software em cada central sempre que o cliente pedisse qualquer mudança no serviço. Além da morosidade, esta forma de trabalho acarreta em maior custo do serviço.

Ao passo que a Rede Inteligente propicia um rápido provisionamento, com grande flexibilidade de configuração de serviços, a gerência desta exige bastante cuidado, pois a adição de novos serviços leva a um maior tráfego na rede de sinalização número sete, podendo acarretar sérios problemas para a telefonia comum. O uso da comutação de pacotes e bancos de dados centralizados propiciou uma maior eficiência e até a criação de novos serviços.

2.7 Conclusão

Este capítulo procurou mostrar a evolução das redes de telecomunicações e como seu desenvolvimento tecnológico levou a uma necessidade de gerência muito mais complexa do que o até então realizado.

A premência desta gerência levou o ITU a lançar uma série de normas que procuram padronizar uma TMN. E esta padronização está se dando de uma forma nova para o ambiente de telecomunicações, pois está acontecendo muito mais no nível lógico e funcional do que no físico, como até então sempre foi prática usual nas telecomunicações.

A complexidade da rede de telecomunicações chegou a tal ponto (e com certeza ainda aumentará muito), que se tornou necessária a interoperabilidade entre os Sistemas de Gerência, o que implicou nestas padronizações ligadas às

características lógicas e funcionais dos equipamentos.

É difícil afirmar quem são os donos das idéias, exatamente onde elas nasceram. Muito da evolução da informática se deve às telecomunicações (que provavelmente é o setor onde primeiro se aplicam as inovações tecnológicas). Porém, a preocupação de interoperabilidade entre Sistemas de Gerência parece ter se iniciado na Informática, devido até mesmo a uma falta de cultura de padronização ou órgãos reguladores mais importantes como o ITU.

Idéias como Banco de Dados, comutação de pacotes, protocolos ou Orientação Objeto, estão começando a fazer parte do ambiente de telefonia clássica, aquele mais ligado a voz do que a dados.

Logo, uma vez que cada vez mais se transportam bits e a fronteira entre voz e dados está cada vez menor, era de se esperar que existisse um entrelaçamento maior entre as Telecomunicações e Informática. E no que se reporta à gerência, a contribuição da Informática tem sido de imensa valia.

Capítulo 3

TMN

3.1 Introdução

Hoje muito se fala em TMN, GIRS gerenciamento integrado, self-healing, etc. Mas pouco se tem divulgado sobre a implementação disto tudo. Muito dos textos técnicos em português pecam pela generalidade, às vezes até como uma quase transcrição das normas do ITU. Isto se deve, em parte, à ausência, no país, de uma implementação completa de um sistema de gerência aderente aos padrões TMN.

Há centros de gerências nacionais, como o CST (Centro de Supervisão de Tráfego) da Embratel, porém não realiza uma interface única entre Sistemas de Gerência (que sequer existem), nem com o operador (para cada central de determinado fabricante existe um terminal próprio, com operador específico, já que o mesmo precisa conhecer os comandos e mensagens particulares de cada central). E conforme o próprio nome indica, praticamente só atua na supervisão do tráfego, sem atender problemas na área de bilhetagem, alarmes, segurança ou configuração.

Ou seja, na verdade o que há é um deslocamento remoto dos terminais de operação para um ponto único. A partir daí procura-se realizar uma gerência de tráfego nacional, principalmente através de uma política de restrição de chamadas.

Apesar de apenas realizar-se uma gerência de tráfego, todas as outras mensagens das centrais, relativas a bilhetagem, queda de enlaces, carga de processadores, etc, são enviadas ao Centro de Gerência, mesmo sem acontecer um processamento das mesmas.

Devido a não existência de uma MIB única, é muito difícil uma análise dos dados fornecidos por cada central, já que a existência de sistemas especialistas fica quase que impossibilitada .

Além disto tudo, a concepção de gerência até hoje teve como enfoque a análise de desempenho e falhas. A TMN se propõe a realizar muito mais, voltando também a atenção para as áreas de bilhetagem, provisionamento e segurança, prevendo as necessidades futuras de uma rede que cada vez se torna mais complexa.

Muito trabalho árduo está por trás de uma interface Q3 ou de um banco de dados centralizado. Deve-se perceber que a TMN propõe-se a gerenciar a planta instalada e a futura, seja de faixa larga ou não. A partir de agora, as empresas operadoras já começam a exigir em suas licitações que os equipamentos a serem comprados possuam interface Q3 (que é a interface padrão da TMN, conforme veremos mais adiante), ou pelo menos que a licitante apresente em sua proposta o Modelo de Informação do equipamento.

Mas, há uma outra questão, que se refere a planta instalada, como integrá-la à TMN ? Existem assim, duas etapas muito distintas na implantação ou evolução da TMN :

1) Interoperabilidade : Primeiro passo, que seria fazer equipamentos de fabricantes diferentes trocarem informações entre si, evoluindo para até mesmo equipamentos de natureza diferente, como radioenlace e central telefônica (sejam de mesmo fabricante ou não). Quando fala-se em troca de informações, subentende-se que esta se dá entre os Sistemas de Gerência dos equipamentos.

Esta fase está ligada à implementação das interfaces Q3, que envolve extensa definição de protocolos e Modelos de Informação.

2) Aplicações de Gerência : O objetivo final da TMN, conseguir um maior grau de automação e eficiência na gerência da rede, através de softwares que correlacionem as informações, processem estes dados e até tomem decisões automáticas.

O princípio é sempre procurar tratar as informações brutas e obter, senão decisões, uma perspectiva melhor do ponto de vista de gerência, a respeito de como determinada falha pode afetar a rede ou resultar em outros erros em cascata, por exemplo.

Neste capítulo procura-se formalizar os conceitos de TMN, ao descrever sua arquitetura física, funcional e de informação. É completamente baseado nas normas do ITU, principalmente a M3010 [1], que se propõe a fazer uma descrição dos princípios de uma rede de gerência de telecomunicações. Este não é um capítulo central da tese, porém, devido a natureza recente do tema TMN

nos meios acadêmicos, não seria razoável abordar-se Modelos de Informação sem uma discussão sobre TMN.

3.2 A TMN e a rede de Telecomunicações

O ITU (*International Telecommunication Union*), em conjunto com diversos organismos internacionais de padronização (ISO -*International Standardization Organization*, ETSI - *European Telecommunications Standards Institute*, ANSI - *American National Standards Institute*, RACE - *Research and development in Advanced Communications technologies in Europe*, EUROTTELDEV - *European Telecommunications Development*, EURESCOM - *European Institute for Research and Strategic Studies in Telecommunications*) elaborou o conceito de TMN (*Telecommunication Management Network*) [M3010][1], preocupando-se basicamente com duas funções :

- Interfaces
- Serviços e Funções

Conforme já citado, a preocupação é tornar, do ponto de vista da gerência, um ambiente “multivendor” em uma estrutura interoperável, que torne indiferente para o Sistema de Gerência quem é o fabricante do equipamento.

Para tal, foram utilizados conceitos de sistemas abertos, descritos na recomendação [X200][6]. O Sistema Telebrás, devido ao aumento de complexidade de sua rede, e seguindo as tendências mundiais, elaborou o conceito de GIR (Gerência Integrada de Rede). Por meio da Prática SDT-501-100-104, o Sistema Telebrás desenvolveu seus requisitos, estrutura funcional e física e o campo de aplicação.

É importante ressaltar, a TMN é uma das soluções possíveis para a GIR, entre dezenas de outras. Sua diferença é que está se tornando um padrão mundial, sob os auspícios do ITU. É muito mais do que uma “filosofia de gerência”, pois ela está calcada em uma extensa padronização de protocolos, interfaces e serviços.

“O conceito principal da TMN é prover uma arquitetura organizada que permita a interconexão dos vários tipos de Sistemas Operacionais (OSs) e/ou equipamentos de telecomunicações para a troca de informações de gerência através desta arquitetura acordada, com interfaces padronizadas, incluindo protocolos e mensagens [M3010][1].”

Uma TMN pode ir de uma simples conexão entre um OS e um telefone até uma complexa rede que interconecta os diversos tipos de equipamentos de telecomunicações e OSs. Deve prover a gerência das funções dos equipamentos e servir de meio de comunicação entre os OSs e as diferentes partes da rede de telecomunicações.

Devem se relacionar com ela todos os elementos da rede de telecomunicações que forem alvo de gerência, sejam analógicos ou digitais, tais como [M3010][1]:

- redes públicas e privadas, incluindo ISDNs, redes móveis e redes inteligentes.
- centrais de Comutação, locais, trânsito e internacionais
- a própria TMN.
- terminais de transmissão (multiplexadores, cross connects, SDH).
- sistemas de transmissão analógicos e digitais (cabos, fibras ópticas, rádio, satélite etc.).
- mainframes, servidores de arquivo.
- rede de dados : LANs , MANs e WANs.
- rede de circuitos e pacotes comutados.
- terminais de sinalização, incluindo os PTSS.
- terminais de acesso a PABXs.
- software associados aos serviços de telecomunicações.
- terminais ISDN.

A TMN é uma rede logicamente distinta das redes e serviços gerenciados por ela, ainda que fisicamente seus dados trafeguem nesta rede. Isto permite a implementação das funcionalidades de forma centralizada ou distribuída, quando necessário. Ou seja, podem haver vários centros de gerência espalhados pela rede, cada um com uma determinada visão e possibilidade de gerência. Na figura 3.1, uma descrição de como a TMN pode se inserir na rede de telecomunicações.

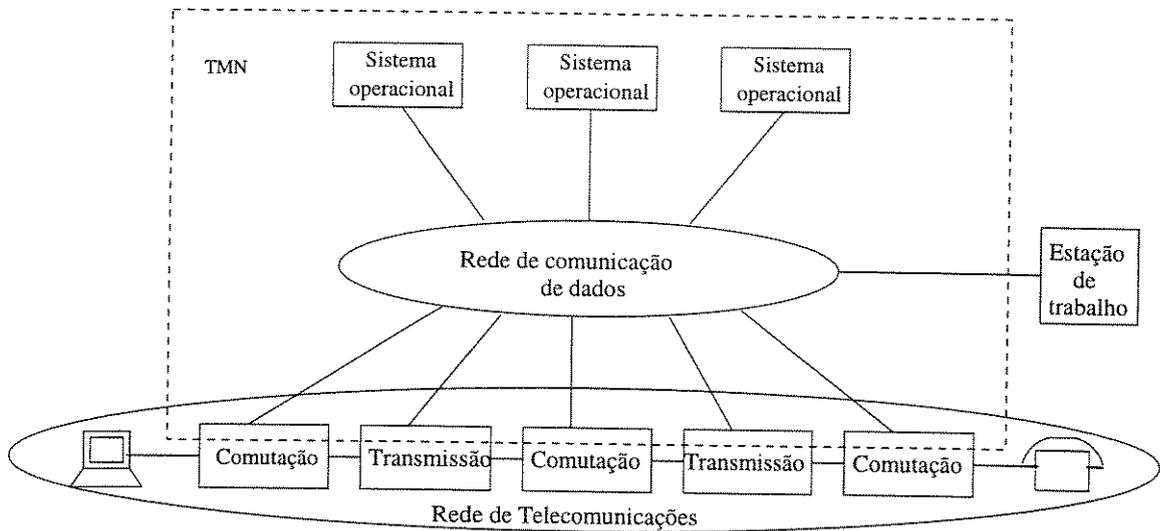


Figura 3.1: *Relacionamento entre TMN e a rede de Telecomunicações.*

Faz-se assim também uma atribuição clara das funções de cada um dos Centros de Gerência, para evitar duplicidade de funções ou concorrência de comandos. Se necessário, esta definição deve ser feita até mesmo em níveis hierárquicos.

Desta forma, para uma melhor compreensão das necessidades e conceitos de gerência, resolveu-se dividi-lo em cinco áreas [M3010][1] e [7] :

- Gerência de Desempenho - (*Performance Management*): Deve fornecer funções para análise da eficiência da rede e dos equipamentos que a compõe. É dividida em duas partes :

Avaliação de Desempenho

Monitoração de Tráfego

- Gerência de Falhas - (*Fault Management*): São as funções que possibilitam a detecção , isolamento e correção de falhas sobre condições anormais de operação. Está relacionada com três temas :

Supervisão de Alarmes

Relatório de Problemas

Testes

Um evento deve ser considerado uma falha quando relatar que uma degradação de desempenho passou de um valor aceitável para o serviço oferecido.

- Gerência de Configuração - (*Configuration Management*): Funções que possibilitem o provisionamento dos Elementos de Rede (NE), sejam estes recursos físicos ou lógicos. Ou seja, teste, instalação e funcionamento e reconfiguração quando necessária. Aqui supõe-se que o usuário terá a opção de configurar algumas características do serviço utilizado.

Divide-se em três partes :

Gerência da Ordem de Serviço : Está ligada ao provisionamento de novos serviços e/ou equipamentos. Deve possuir conhecimento suficiente para possibilitar a indicação desta necessidade .

Configuração de Recursos : Representa a função de controle dos recursos da rede, alteração de dados, parâmetros rotas, etc.

Informação de Recursos : São as funções que possibilitam obter informações sobre os recursos da rede, verificar consistências e obter dados sobre os recursos disponíveis.

Esta partição procura prever a possibilidade do usuário configurar determinados parâmetros do serviço. Por exemplo, se ao usar o serviço de teleconferência optar por “slow-motion” (configuração de recurso), todos os elementos da rede responsáveis por este serviço deverão estar a par desta informação (gerência da ordem de serviço).

- Gerência de Contabilização - (*Accounting Management*): Identificação do uso dos serviços oferecidos pela rede, resultando em funções de tarifação e bilhetagem. Esta Gerência está ligada a diversificação dos serviços de telecomunicações oferecidos, já que a forma de tarifação se afasta cada vez mais da tradicional bilhetagem dos serviços de voz, realizada pelas centrais telefônicas.

Só como exemplo, cada vez mais empresas requerem a cobrança das tarifas de seus telefones celulares de forma semanal, e apenas durante o período comercial, o funcionário se responsabilizando pelo pagamento correspondente ao período não comercial.

- Gerência de Segurança - (*Security Management*): Segurança de Acesso, alarmes de segurança, serviço de segurança contra violação, rastreamento de falhas em caso de violação.

Esta Gerência está relacionada com o sigilo da informação transportada, seja dados, voz ou imagem. Com o aumento das transações bancárias através de redes de dados, este sigilo passou a ser indispensável.

A TMN deve ter a capacidade de trocar informações de gerência com o ambiente de telecomunicações, convertendo estas informações de um formato para o outro, de acordo com o ambiente em que esta informação está trafegando:

Analisar e tomar ações corretivas e/ou preditivas de acordo com os dados de gerência, quando possível, manipulando estes dados de forma útil para o operador do centro de gerência. Ou seja, as informações devem passar por algum processamento prévio. E garantir acesso as suas informações apenas aos usuários autorizados.

A gerência hoje está voltado para as Gerências de Falha e Desempenho, e os processos de bilhetagem e tarifação seriam os que mais se aproximariam de uma Gerência de Contabilização. Conforme já falamos no capítulo anterior, cada vez mais as gerências precisam se integrar, e não só na área técnica, mas também na administrativa e comercial.

É estranho um organismo como o ITU preocupar-se com isto, mas este é um dos fatos que está por trás das Gerências de Segurança, Contabilização e Configuração : devido a nova natureza dos serviços, e do ambiente desregulamentado, é necessário um tratamento específico para estes itens de gerência, tamanha é a sua importância.

Como prevê-se uma demanda muito grande dos novos serviços de telecomunicações, a qualidade destas três gerências precisa ser bastante elevada, e será realizada de uma forma diferente da atual.

3.3 Arquitetura TMN

Para uma melhor estruturação, o ITU dividiu a TMN em três arquiteturas funcionais :

- Arquitetura Física : Faz descrição das interfaces e elementos físicos que a compõe .

- Arquitetura Funcional : Através de blocos funcionais, descreve as funções de gerência com as quais a TMN deve ser implantada.
- Arquitetura de Informação : Baseada em orientação objeto, vai mapear os princípios OSI de gerência para a TMN.

Estas três arquiteturas funcionam muito mais como uma maneira simplificada de enxergar ou projetar uma TMN, do que como regras de implementação, pois as três estão quase sempre se mesclando, não existindo separações tão nítidas em termos práticos.

A Arquitetura Física vai mostrar os elementos físicos que compõe a TMN, devendo atenção aos NE -*Network Elements*, que são as centrais telefônicas, meios de transmissão, estações de trabalho, etc. E ressaltando também os elementos de interface, como QA -*Q Adapters* e MDs -*Mediation Device*.

Estes elementos físicos, por sua vez, deverão possuir determinadas funcionalidades, como comunicar-se entre si, traduzir as informações de gerência para o padrão TMN e processar estas informações. Estas funcionalidades são descritas na Arquitetura Funcional.

Por fim, a matéria prima da TMN é a informação, notificações de alarme, falhas, comandos emitidos e estados dos componentes dos elementos de rede. Deve haver uma padronização sintática e semântica destas informações, determinando-se protocolos (CMIP -*Common Management Information Protocol*), classificando-se mensagens enquanto alarmes ou relatório de eventos, definindo-se a manipulação desta estrutura (modelo Gerente-Agente) etc. Isto é realizado na Arquitetura de Informações.

3.3.1 Arquitetura Física

Das três arquiteturas, esta é a mais intuitiva e de fácil visualização. Deve ser robusta o bastante para evitar que falhas não permitam a recepção e envio de mensagens críticas, ou que uma sobrecarga de tráfego na rede de comunicação de dados torne esta transmissão inviável devido a extrema lentidão. Na figura 3.2, um exemplo da disposição dos elementos físicos que compõe a TMN.

É feita uma estruturação em blocos para permitir uma maior flexibilidade topológica na implantação da rede. É composta pelos seguintes blocos [M3010][1]:

- Rede de Comunicação de Dados - (DCN -*Data Communication Network*)

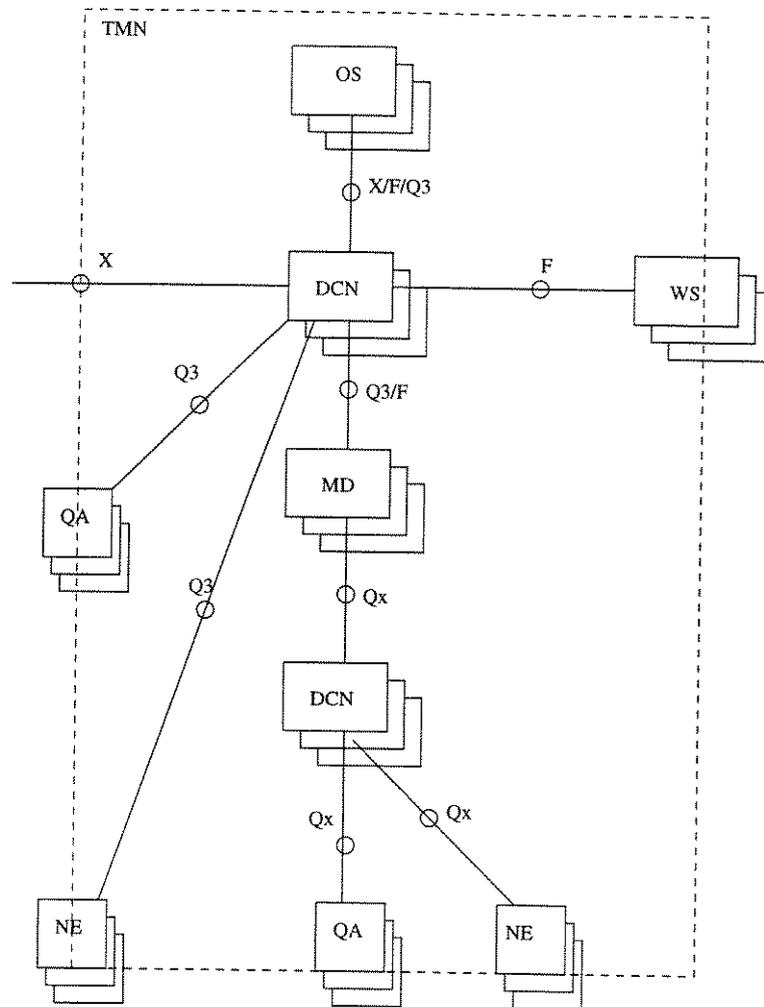


Figura 3.2: Exemplo simplificado da arquitetura física da TMN.

- Elementos de Rede - (NE - *Network Elements*)
- Sistemas de Suporte às Operações - (OS - *Operations Systems*)
- Dispositivos de Mediação - (MD - *Mediation Device*)
- Adaptador Q - (Q - *adapter*)
- Estações de Trabalho - (WS - *Work Stations*)

1. **Rede de Comunicação de Dados** : Uma rede de dados, com independência lógica da rede de telecomunicações gerenciada. Os meios físicos utilizados podem ter enlaces como : Linhas Dedicadas, Rede Pública de Dados Comutados por Pacotes, Rede Digital de Serviços Integrados etc. Estes enlaces não precisam ser de uso exclusivo da DCN.

Vale salientar que esta rede deve implementar os protocolos de camada OSI de 1 a 3. Ou seja, deve controlar fluxo de quadros, rotear pacotes, conectar subredes etc.

2. **Elementos de Rede** : São os equipamentos efetivamente gerenciados pela TMN, como centrais de comutação, enlaces ópticos e de rádio, multiplexadores, etc. A TMN deve mantê-los operando da forma mais eficiente e barata possível.
3. **Sistemas de Suporte a Operação** : Também chamados de Sistemas de Gerência, vão receber e tratar os dados de gerência. Deve possuir função de banco de dados, dar suporte às estações de trabalho, saídas de relatório etc. A concepção moderna destes sistemas de operações leva aos sistemas especialistas, que se utilizam de técnicas de inteligência artificial para a tomada de ações.
4. **Dispositivos de Mediação** : É responsável pela implementação das Funções de Mediação, que atuam na troca de informação entre os NEFs (*Network Elements Functions*), QAFs (*Q Adaptor Function*) e os OSFs (*Operation Systems Functions*), descritos na seção seguinte. Também provê funcionalidades de gerência local para os NEs. Pode envolver os seguintes processos :

Processos de conversão de informação entre diferentes modelos de informação

Processos envolvendo interoperabilidade de protocolos de alto nível

Processo de Armazenamento de Dados

Processos de Tomada de decisões

Processos de tratamento de dados (concentração, coleção, formatação e tradução)

5. **Adaptador Q** : Faz a conexão de elementos de rede e sistemas operacionais que não possuem interfaces padronizadas TMN para interfaces Q3 ou QX.
6. **Estações de Trabalho**: Sua função básica é atuar como terminal ligado via DCN, a um OS ou a um dispositivo com funções de mediação. Deve possuir capacidade de processamento suficiente para apresentar ao operador, num formato compreensível, o Modelo de Informação usado para o equipamento gerenciado. Deve também ser capaz de manipular os objetos que compõem a MIB.

Interfaces

A Arquitetura Física prevê também as interfaces que implementam os pontos de referência descritos na próxima subseção, de Arquitetura Funcional. Uma interface é definida pelo protocolo de comunicação (Sintaxe) e pelas mensagens trocadas por tais protocolos (Semântica). Serão estas interfaces que propiciarão a interoperabilidade entre os equipamentos de vários fabricantes diferentes.

O que distingue uma interface da outra é o tipo de gerência que a comunicação através da interface deve suportar. Este tipo de gerência é determinado pelo SMK -*Shared Management Knowledge*. O SMK inclui um entendimento do Modelo de Informação do elemento gerenciado, isto é, classes, funções, atributos etc. Ele procura assegurar que cada lado da interface entende as mensagens com o mesmo significado [M3010][1].

As interfaces padrão da TMN são definidas de acordo com os pontos de referência (definidos na próxima seção). Elas são colocadas nestes pontos de referência quando uma conexão física é exigida.

- Interface Q : É aplicada nos pontos de referência q. Para melhor flexibilidade de implementação, é dividida em dois tipos :

Interface Qx : Aplicada nos pontos de referência qx.

Conecta os NEs e MDs entre si, via DCN. A recomendação G.773 fornece diversos perfis funcionais para esta interface. Estes perfis funcionais têm sua preocupação com as camadas mais baixas do modelo OSI.

Interface Q3 : Aplicada nos pontos de referência q3. Conecta NEs, MDs, QAs e OSs a sistemas de operação, OS, através da DCN.

A principal diferença entre as duas interfaces acima está no tipo de informação transportada. A interface Qx é caracterizada pela porção do Modelo de Informação compartilhada entre o MD e o NE. Já a Q3 caracteriza-se pelo Modelo de Informação entre o OS e o NE conectado diretamente.

Por exemplo, duas ou mais centrais de um mesmo fabricante, com um mesmo Modelo de Informação, podem possuir saídas com interfaces Qx, com apenas um MD coletando todas as informações e repassando para um OS via uma única interface Q3. Esta é uma solução que pode ser mais barata do que implementar uma interface Q3 para cada central.

- Interface F : Faz a interconexão entre os OSs e WSs. É aplicado aos pontos de referência f correspondentes.
- Interface X : Conecta blocos funcionais de TMNs diferentes. Quem vai selecionar os limites de disponibilidade de acesso de fora da TMN é o Modelo de Informação. É aplicada nos pontos de referência x.

3.3.2 Arquitetura Funcional

A TMN deve prover meios para transportar e processar informações relacionadas com a gerência das redes de telecomunicações.

A Arquitetura Funcional descreve a distribuição das funcionalidades de uma TMN, a partir da definição de três conceitos :

- Bloco Funcional
- Componente Funcional
- Ponto de Referência

Um Bloco Funcional é formado por um ou mais Componentes Funcionais, e para sua melhor estruturação, se estabelecem os Pontos de Referência entre Blocos Funcionais. Uma Função de Comunicação de Dados (DCF) é usada para transferência de informação entre os Blocos Funcionais. Pares de Blocos Funcionais com troca de informação de gerência são separados por Pontos de Referência.

- Blocos Funcionais: Os Blocos Funcionais representam as funcionalidades da TMN. Na tabela 3.1, mostra-se a composição dos Blocos Funcionais em relação aos Componentes Funcionais.

Bloco Funcional	Componentes Funcionais				
	MIB	MAF	ICF	HMA	PF
OSF	O	M	-	O	-
WSF	(nota 1)	(nota 1)	(nota 1)	-	M
NEF _{q3}	M	M	-	-	-
NEF _{qx}	M	O	-	-	-
MF	O	O	M	O	-
QAF _{q3}	O	O	M	O	-
QAF _{qx}	O	O	M	O	-

Tabela 3.1: *Relacionamento entre Blocos Funcionais e Componentes Funcionais[M3010]*

M mandatário
O opcional
- não permitido

Nota 1 Estas funções, ou equivalentes devem ser consideradas como parte da Função de Apresentação (descrita a seguir).

1. OSF : (*Operations System Function block*) - Processa a informação relacionada com a gerência da rede de telecomunicações, incluindo as informações relacionadas com a própria TMN.
2. NEF : (*Network Element Function block*) - É o bloco de funções que se comunica com a TMN com o objetivo de ser gerenciado ou controlado. As funções do equipamento de telecomunicação

que são gerenciadas não fazem parte da TMN, porém sua representação através da MIB é parte integrante da TMN.

3. WSF : (*Workstation Function block*) - É quem provê as formas de interpretar as informações da TMN para o usuário, ou seja, realiza a interface homem-máquina. Esta parte é considerada como fora do ambiente de TMN.
4. MF: (*Mediation Function block*) - Atua na informação que é passada entre o OSF e o NEF (ou QAF), para garantir uma compatibilidade de protocolos, ou seja, faz a adaptação de QX para Q3.
5. QAF: (*Q Adaptor Function block*) - Faz a conexão de elementos não TMN, como por exemplo Elementos de Rede ou Sistemas de Operação, para o ambiente TMN, levando o protocolo proprietário para um Q3 ou QX.
6. DCF : (*Data Communication Function*) - Representa as funções que propiciam a troca de informação entre os blocos funcionais. Deve implementar protocolos até a camada 3 do modelo OSI, isto é, fornecer funções de roteamento, retransmissão e interfuncionamento.

Esta função pode ser suportada por diferentes tipos de sub-redes, como redes comutadas a pacote, MANs, WANs, LANs ou SS No.7. Quando a DCF está localizada entre sistemas diferentes, a Função de Comunicação de mensagem está associada a todos os pontos de ligação à DCF, conforme mostrado na figura 3.3 [7].

- Componentes Funcionais

A M3010 [1] estabelece os seguintes componentes funcionais :

1. MAF : (*Management Application Function*) - função de aplicação de gerência - esta componente consiste na implementação efetiva dos serviços de gerência TMN, sendo estes específicos para cada bloco funcional (NEF, OSF, MF, QAF - definidos a seguir). Não está sujeita a padronização.
2. MIB : (*Management Information Base*) - base de informações de gerência - representa a base de dados, não está sujeita a

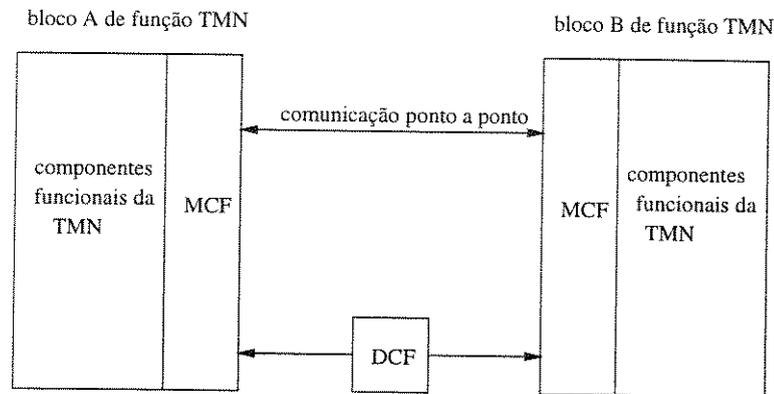


Figura 3.3: Comparação entre os papéis do MCF e DCF.

padronização TMN, porém existe recomendação OSI associada. Possui função essencial na realização da gerência, pois é através dela que se realiza a tradução semântica dos elementos gerenciados. É o repositório dos dados de todos os elementos gerenciados.

3. ICF : (*Information Conversion Function*) - função de conversão de informação - esta componente é usada em sistemas intermediários , na tradução de Modelos de Informação de uma interface para outra , onde esta tradução pode ser sintática ou semântica. Também não está sujeita a padronização TMN.
4. PF : (*Presentation Function*)- função de apresentação - são as funções que possibilitam a interface homem-máquina, traduzindo as informações do padrão TMN para um padrão compreensível pelo operador, e vice-versa.
5. HMA : (*Human Machine Adaptation*) - Adaptação Homem Máquina - faz a adaptação do Modelo de Informação TMN para o Modelo de Informação da MAF, e vice-versa.
6. MCF : (*Message Communication Function*) - função de comunicação de mensagem - É composta por uma pilha de protocolos que permite a conexão dos blocos funcionais com a DCN. Está presente em todos em todos blocos funcionais que possuem interface física.

- Pontos de Referência

Para tornar mais claro o funcionamento conjunto dos blocos funcionais, é importante conhecer o conceito de ponto de referência. Seu propósito é identificar a informação que passa entre dois blocos funcionais. Define também a fronteira de serviços entre dois blocos funcionais, isto é, quem é responsável por qual serviço.

Cada ponto de referência requer uma característica diferente de interface, mas, por si só não determina a pilha de protocolos necessária. Esta é uma tarefa posterior na definição das interfaces.

A tabela 3.2 mostra os Pontos de Referência entre os Blocos Funcionais.

Bloco Funcional	Pontos de Referência						
	OSF	WSF	NEF	MF	QAFq3	QAFqx	Não TMN
OSF	q3,x a)	f	q3	q3	q3		
WSF	f			f			g b),c)
NEF							
MF	q3	f	qx	qx		qx	
QAFq3	q3						m b)
QAFqx				qx			m b)
Não TMN		g b),c)			m b)	m b)	

Tabela 3.2: *Relações entre Blocos Funcionais Expressas como Pontos de Referência [M3010]*

- a) O ponto de referência x só se aplica quando cada OSF está numa TMN diferente.
- b) Os pontos de referência m e g são não TMN
- c) O ponto g de referência fica entre a WSF e o usuário humano

São definidas três classes de Pontos de Referência :

q: Serve para delinear a parte lógica das informações trocadas entre os blocos funcionais, como definido pelo modelo de informação suportado por estas funções. Em suma, delinea a sintaxe e a semântica da informação.

Blocos Funcionais comunicando-se no ponto de referência **q** podem não suportar toda a extensão de seu Modelo de Informação, logo,

quando houver discrepância entre os modelos suportados em cada um dos lados do ponto de referência, uma Função de Mediação deve ser utilizada. É o ponto de referência mais importante [M3010] [1].
Subdivide-se entre :

- * q3: entre NEFs e OSFs , MFs e OSFs , OSFs e OSFs.
- * qX: entre NEFs e MFs e entre MFs e MFs.
- f: Entre WSFs e OSFs e entre WSFs e MFs.
- x: Entre OSFs de duas TMNs diferentes.

Duas outras classes de ponto de referência, apesar de não TMN também devem ser citadas :

- g: Entre WSFs e usuários. Não é considerada parte da TMN, apesar de levar informação TMN.
- m: Entre QAFs e elementos gerenciados não TMN.

A figura 3.4 é a representação gráfica da tabela 3.2.

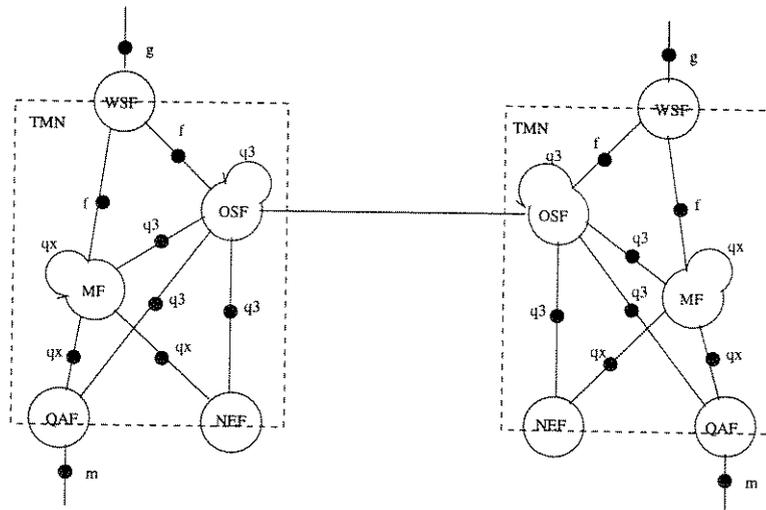


Figura 3.4: Pontos de Referência entre os blocos de de função de gerência.

3.3.3 Arquitetura de Informação

É aqui onde os conceitos de informática são mais usados, pois especifica a informação, enquanto linguagem, com respectiva sintaxe e semântica.

Esta é a área mais estratégica da TMN, pois formaliza as estruturas lógicas de comunicação entre Gerente, Agente e objeto gerenciado. É baseada em dois conceitos importantes: Orientação Objeto e modelo Gerente - Agente. A gerência da informação é considerado sob dois pontos de vista :

- Modelo de Informação : Representa uma abstração dos recursos gerenciados pela TMN e suas possibilidades de gerência, isto é, nível de controle, intervenção e relatórios de eventos.

Explicita a informação a ser trocada de uma maneira padronizada. Para interagir com um Modelo de Informação, o processo começa na camada de aplicação OSI, e envolve diversas funções de gerência desta camada, como armazenar, recuperar e processar a informação. (São realizadas pelos blocos funcionais, já descritos). O conceito de Modelo de Informação será mais aprofundado no próximo capítulo.

- Modelo de troca de Informação : Esta troca de informação envolve os DCFs, agindo como uma rede de comunicação e os MCFs, que permitem que os elementos a serem gerenciados se conectem a TMN em uma dada interface. Envolve apenas mecanismos de comunicação do tipo pilha de protocolos.

Orientação Objeto

Os objetos gerenciados são abstrações dos recursos gerenciados, sejam estes recursos elementos físicos ou não da rede. Procura representar estes recursos sob o ponto de vista de gerência, e não do seu funcionamento interno.

Algumas considerações :

- Não necessariamente há um mapeamento um para um entre os objetos gerenciados e os recursos da rede, sejam eles lógicos ou físicos (figura 3.5-b).
- Um objeto pode representar uma abstração de recursos representados por outros objetos (figura 3.5-c).

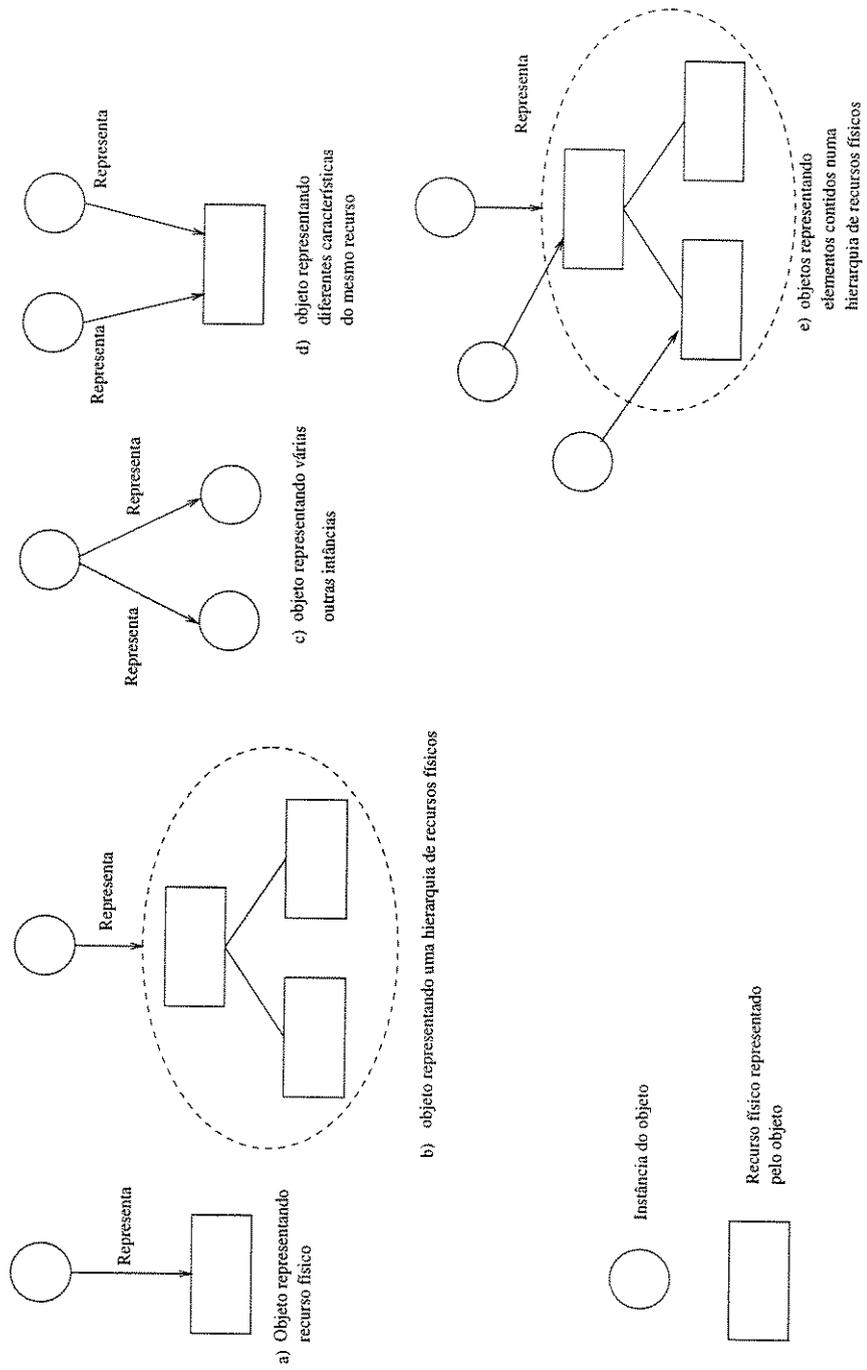


Figura 3.5: Representação dos Recursos Físicos por Objetos.

- Um recurso pode ser representado por um ou mais objetos. Quando um recurso é representado por mais de um objeto, significa que cada um deles está mostrando uma particularidade da gerência (figura 3.5-d).
- Um objeto pode estar incluído no outro, isto é, fazer parte dele (figura 3.5-e).
- Se um recurso não é ou não pode ser representado por um objeto, não será passível de gerência pela TMN. Em outras palavras, é como se fosse invisível para a TMN.

As descrições realizadas na Arquitetura de Informação são feitas através de um modelamento orientado a objetos. Na figura 3.5, exemplos de como objetos podem representar recursos gerenciáveis.

Um objeto é definido por :

1. Atributos : Características
2. Operações : Quais ações pode sofrer
3. Comportamento : Como se comporta de acordo com estímulos internos ou externos.
4. Notificações: Quais mensagens são geradas por ele , automaticamente.

No capítulo 4 será abordado de forma mais completa as características de um objeto.

Gerente/Agente

A gerência de uma rede de telecomunicações nada mais é do que um processamento das informações geradas pelos elementos que a compõe, de forma a causar ações que intervenham nela para seu melhor funcionamento.

A representação dos recursos da rede por objetos, isto é, elementos discretos, permite que a gerência destes seja realizada de forma mais estruturada.

Um Agente pode ser responsável pela análise de mensagens de falha de comunicação, outro pelas mensagens de falha de hardware e um terceiro pelas de software. E um Gerente ligado às mensagens de falha, ao receber as mensagens dos Agentes, tomaria uma decisão baseada nestes dados.

Esta comunicação vai envolver a troca de informações de gerência entre os processos de gerência, com o objetivo de controle e monitoração dos vários recursos físicos e lógicos da rede.

- Gerente : O software que envia comandos ao agente e recebe notificações do mesmo.
- Agente : O software que atua diretamente nos objetos gerenciados e responde aos comandos enviados pelo Gerente. Emite notificações a respeito do comportamento dos objetos e proporciona a visão que o Gerente possui dos objetos.

Esta classificação não é fixa, um Gerente pode se tornar um Agente, dependendo do contexto. Por exemplo, um Gerente de Mensagens de Alarme pode ser visto como Agente pelo Gerente de Relatórios de Eventos.

Relacionamento entre Gerente/Agente/Objetos

Conforme explanado, o papel de Gerente ou Agente se dá de acordo com um determinado contexto ou associação. Deve-se perceber que uma associação de “muitos para um” é muito comum, pois um Gerente pode estar envolvido com vários Agentes ao mesmo tempo.

As figuras 3.6 e 3.7 descrevem como se dá a relação entre Gerente, Agente e objetos gerenciados. Deve-se ressaltar novamente que é a comunicação entre Gerente e Agente que é padronizada e não entre Agente e MIB. A figura 3.7 procura mostrar os objetos gerenciados, ou seja, a MIB, como uma abstração dos recursos gerenciados do elemento de rede (NE).

E um mesmo Agente pode estar envolvido em troca de informação com vários Gerentes ao mesmo tempo. Aqui há o risco de concorrência de recursos, o que deve ser evitado. Um Agente pode negar-se a uma requisição do Gerente por vários motivos, como segurança ou consistência do Modelo de Informação.

Todas informações trocadas entre Gerente e Agente são expressas através de um conjunto de operações (iniciadas por um Gerente) e notificações (filtradas e enviadas adiante por um Agente). Ambas são realizadas pelo CMIS (*Common Management Information Service*) e CMIP (*Common Management Information Protocol*), descritos nas recomendações X710 [8] e X711 [9].

Na figura 3.8, um exemplo de três sistemas em cascata, cada um enxergando a MIB daquele com quem se comunica. Um sistema dentro de uma TMN pode realizar o papel de agente para vários outros sistemas, podendo deixar visível

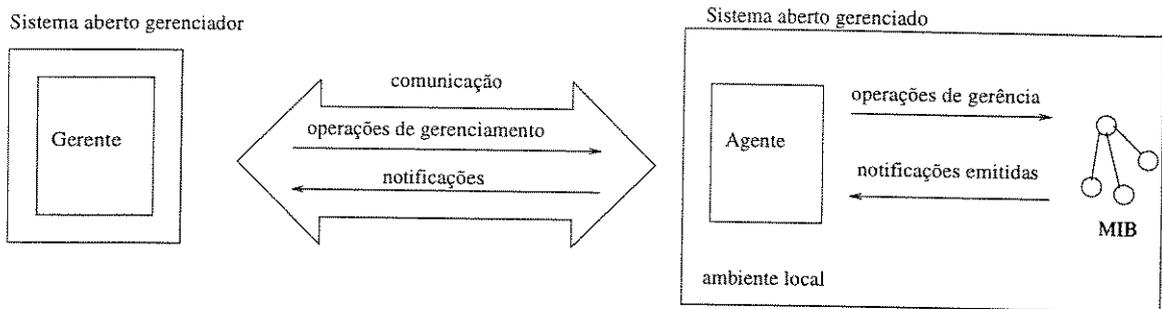


Figura 3.6: Interação entre Gerente, Agente e Objetos.

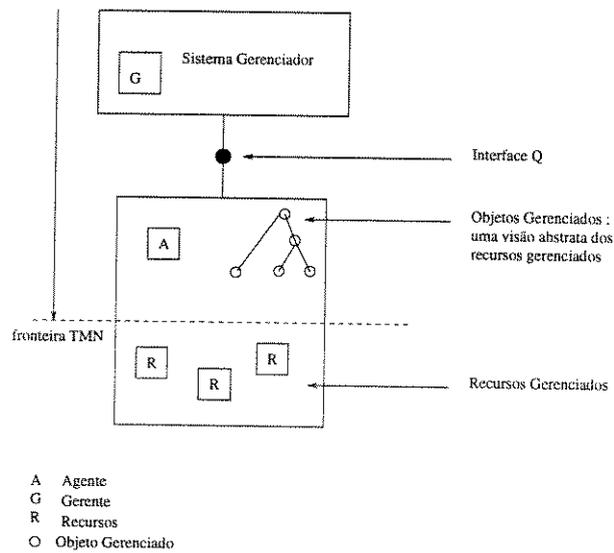
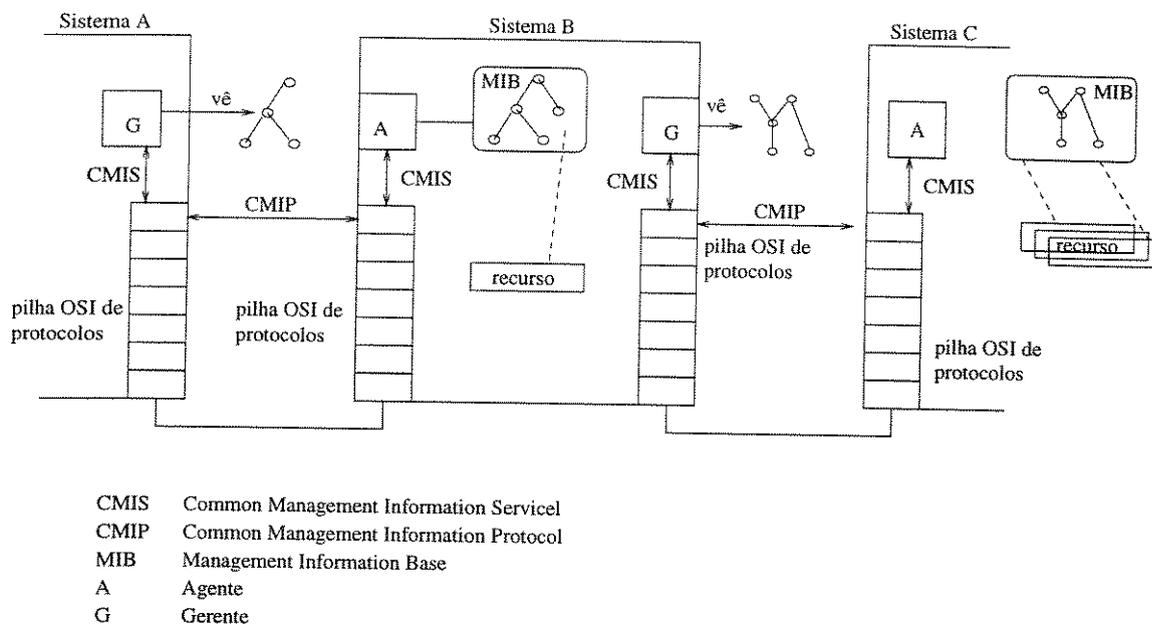


Figura 3.7: Interação entre os Objetos e os Recursos Gerenciados, no caso de um Elemento de Rede (NE).



Nota : A interação entre o Gerente e a MIB, entre sistemas abertos, é realizada através do Agente.
 Porém, dentro de um sistema, a interação entre o Agente e a MIB, não é sujeita a padronizações.

Figura 3.8: Exemplo de Comunicação entre Sistemas TMN.

diferentes partes de seu Modelo de Informação, para cada um deles. E vice-versa, fazendo o papel de Gerente, para outros sistemas, pode ver diferentes Modelos de Informação para cada um deles.

3.4 Conhecimento Compartilhado de Gerência : (SMK - Shared Management Knowledge)

Para possibilitar este trabalho conjunto, os sistemas de gerência para se comunicarem, devem compartilhar a mesma visão ou conhecimento das seguintes informações :

- Protocolo
- Funções de Gerência

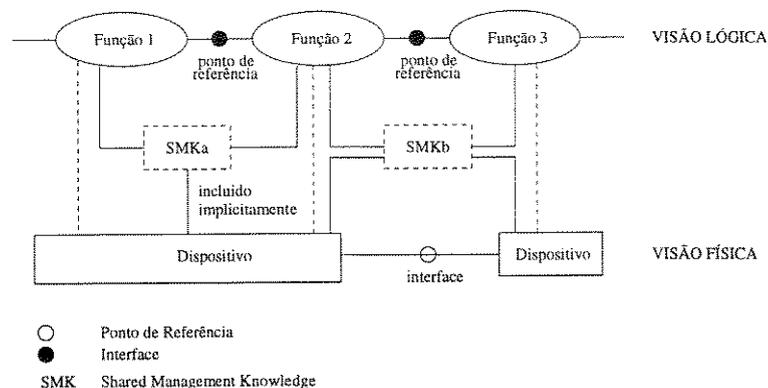


Figura 3.9: *Independência dos SMKs de sua implementação física.*

- Suportar as classes de objeto gerenciadas
- Disponibilização das Instâncias dos Objetos
- Autorização de acesso
- Relacionamentos de Inclusão entre objetos (*name bindings*)

Estas informações são definidas como Conhecimento Compartilhado de Gerência. Quando dois blocos funcionais trocam informações de gerência, é necessário que ambos possuam este conhecimento, dentro do contexto de troca de dados.

O conceito de SMK pode existir independentemente da existência da implementação física da interface. Ver figura 3.9.

Percebe-se que no caso do SMKa não houve a necessidade de implementação de interface, pelo simples fato das duas funções fazerem parte de um mesmo dispositivo.

Negociação de Contexto

O processo que ocorre entre um par de interfaces de gerência para troca e entendimento do SMK é chamado de negociação de contexto. Dependendo das requisições do processo de gerência, as interfaces podem requerer diferentes tipos de negociação de contexto. Estas podem ser classificadas como estáticas ou dinâmicas, dependendo do processo de negociação.

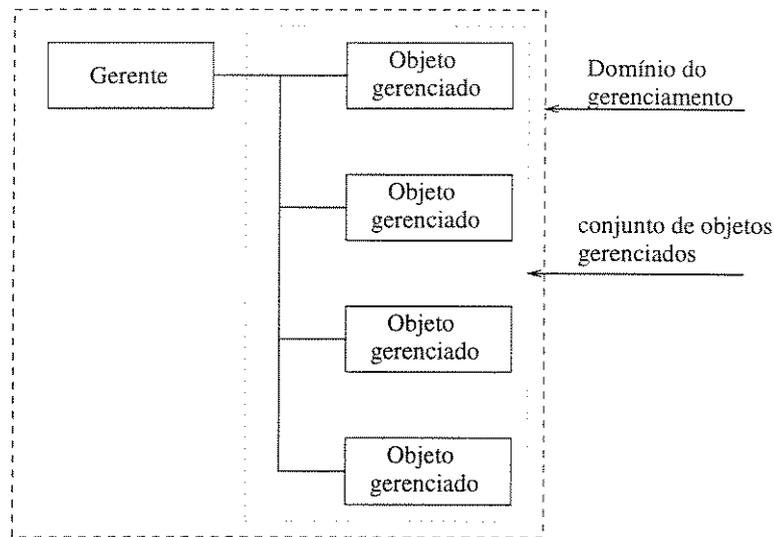


Figura 3.10: Exemplo de um conjunto de objetos gerenciados dentro de um domínio de gerência.

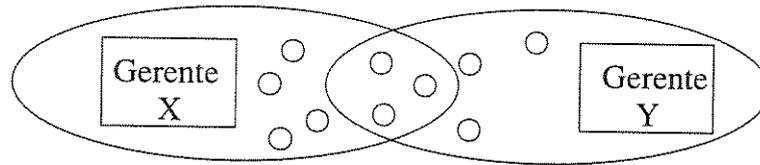
Domínios

Os requisitos de organização para a gerência de um conjunto de objetos são :

- A divisão do ambiente de gerência em um número de áreas funcionais, como segurança, contabilização, gerência de falhas, etc, ou a divisão deste mesmo ambiente para cada tipo de gerência de acordo com região geográfica, política, ou estrutura organizacional.
- A atribuição temporária e a possível modificação dos papéis de Agente e Gerente para cada um dos propósitos de cada coleção de objetos gerenciados.
- Exercitar formas de controle, como política de segurança, de uma forma consistente.

Os conjuntos de objetos gerenciados devem ser organizados de acordo com estas regras. O que chama-se de domínio de gerência é um conjunto de objetos gerenciados. Ver figura 3.10.

São apenas quatro as relações que podem existir entre os domínios de gerência. Eles podem ser :



○ Objetos Gerenciados

Figura 3.11: *Interação de domínios de gerência.*

- Disjuntos: quando não existe nenhum elemento em comum entre os conjuntos.
- Contidos: quando todos elementos de um conjunto estão contidos em outro, que além destes, ainda possui outros elementos.
- Interagente: quando existem apenas um ou mais elementos em comum entre os conjuntos, mas não todos.
- Sobrepostos: Quando todos os elementos de um conjunto estão contidos no outro e vice-versa. Ou seja, os conjuntos são iguais.

A sobreposição de domínios existe quando um ou mais objetos pertence simultaneamente a vários domínios. Este é um caso que também pode resultar em problemas de sincronismo e concorrência de comandos. Ver figura 3.11.

Nomeação e Endereçamento

Este é um tema crítico na TMN, a estrutura de nomes e endereços dos objetos gerenciados. Cada objeto deve possuir um identificador único, de forma que não possa nunca ser confundido com outro. O que implica na existência de mecanismos que coordenem as nomeações entre as administrações.

A técnica usada é dividir o conjunto dos nomes possíveis em subconjuntos e assim sucessivamente até conseguir-se um mapeamento completo de todos os objetos. No capítulo relativo a Modelos de Informação esta estrutura será melhor detalhada.

3.5 Conclusão

Este capítulo procurou mostrar as significativas mudanças no conceito de gerência que a TMN propõe. De uma gerência local, passou-se a procurar outra mais abrangente, da rede de telecomunicações como um todo. Claro que não existirá um centro único de gerência, tamanha seria a quantidade de informações que ele seria obrigado a tratar. Mas sim vários, espalhados pela rede, provavelmente dispostos de forma hierárquica, por região, e talvez até por função.

A gerência até então realizada tinha como preocupação fundamental a operação e manutenção da rede. A TMN aumenta consideravelmente esta abrangência, ao incluir, com o mesmo nível de preocupação das gerências de Desempenho e Falhas, as gerências de Configuração, Contabilização e Segurança.

Procurou também fazer uma descrição de como o ITU sugere que a TMN seja implantada, analisando suas três arquiteturas, que remetem sempre a três idéias :

- Arquitetura Física : Os elementos físicos que a compõe.
- Arquitetura Funcional : As funções que estes elementos podem ou devem realizar.
- Arquitetura de Informação : As informações de gerência que trafegam por esta rede, tanto em relação aos elementos físicos, quanto às funções que realizam.

Capítulo 4

Modelo de Informação

4.1 Introdução

Neste capítulo procura-se explicar o que é e qual a utilidade de um Modelo de Informação. Descreve, dentro do ambiente de Telecomunicações, como se chegou a conclusão da necessidade de um Modelo de Informação, porque ele deveria ser orientado a objetos e como a técnica de modelagem a objetos está sendo aplicada na Gerência de Redes.

Não se pretende aqui fazer uma abordagem completa da orientação objeto, mas sim, a partir de seus conceitos básicos, descrever sua aplicabilidade na Gerência de Redes de Telecomunicações.

4.2 Porque Modelo de Informação

Uma vez que cada fornecedor implementa seu sistema de gerência de uma maneira particular, como assegurar que estes sistemas possam ser inter-operáveis? Em geral, a maneira com que um elemento de rede ou um sistema de aplicação, como um Sistema de Gerência, se comunica com ambientes externos, se dá de duas formas :

- Interfaces com o usuário, que permitem ao mesmo o acesso aos dados, funções do equipamento, softwares que podem processar estes dados ou até mesmo ao software que controla o equipamento.
- Interfaces de comunicação, que recebem e enviam mensagens para o equipamento gerenciado, ou para outros equipamentos ou sistemas.

Vê-se assim que a interação entre Sistemas de Gerência diferentes é caracterizada por dois elementos principais :

- Os comandos e mensagens trocados.
- O protocolo utilizado para esta troca.

Logo, para que dois ou mais Sistemas de Gerência possam trocar informações entre si, algum tipo de padronização deve ser feito em termos de protocolo e de comandos.

Talvez, em primeira tentativa, o mais intuitivo fosse a padronização dos comandos e dos protocolos utilizados para esta troca de mensagens. Sistemas de Gerência que utilizassem os mesmos conjuntos de comandos, e de **dados** (os parâmetros dos comandos), fazendo uso de um mesmo protocolo, seriam interoperáveis.

Mas, existem dois problemas com esta abordagem, primeiro, é quase impossível pré-definir todos os comandos necessários, uma vez que eles estão bastante ligados às funcionalidades do equipamento, e, principalmente, à forma em que estas funcionalidades foram implementadas e em segundo, se já é complicado pré-definir comandos, como fazer para criá-los depois, uma vez que o equipamento já foi comprado ?

Uma segunda abordagem, que é a que tem sido usada na prática, e mostrou-se de uma concepção simples, porém de difícil implementação, foi proposta pela ISO -*International Standards Organization*. Aqui, a informação que representa as funções e comportamentos dos elementos de rede e suas partes contituíntes, é separada do processamento destes dados, (ou módulos funcionais, outro termo encontrado na literatura) [10].

A informação, separada dos processos de gerência, fica armazenada numa MIB *Management Information Base*. E este conhecimento é representado de forma estruturada e padronizada, através do GDMO -*Guidelines for The Definitions of Managed Objects* e ASN.1 -*Abstract Sintax Notation*.

Em conjunto com a MIB, também foram adotadas da ISO, as idéias de Gerente/Agente e o modelo OSI de sete camadas. A interação entre Sistemas de Gerência fica então sob a responsabilidade de um Gerente (um Sistema de Gerência central) e um Agente (um processo distribuído de gerência), pois apenas eles possuem acesso à MIB. E o protocolo entre Agente e Gerente, é padronizado, o CMIP -*Commom Management Information Protocol*.

Isto significa, na realidade, que é criada uma interface lógica, padronizada, separando as particularidades de cada equipamento do Sistema de Gerência da

rede. A primeira abordagem, ao pretender padronizar comandos e mensagens, acabaria por influir na implementação física do equipamento ou obrigar os fabricantes a construir uma interface que traduzisse estes comandos e mensagens. Em ambos os casos, haveria uma falta de flexibilidade bastante razoável, pois, o nível de abstração de comandos e mensagens não é grande, de uma forma ou outra pressupõe a existência de elementos de hardware e software.

Ao se lidar com informações, principalmente as de gerência, a necessidade de flexibilidade para definir novos elementos gerenciáveis ou mensagens e comandos, é aguda, o que exige um maior nível de abstração. E um Modelo de Informação, construído através da orientação objeto, permite um aumento considerável nesta abstração.

No método tradicional, havia uma relação direta entre a mensagem ou comando enviada e o elemento gerenciado. Agora, passa a existir um agente e uma MIB, no meio deste caminho, agindo como depositários de todas as informações trocadas.

Partindo deste pressuposto, o fato da MIB ser a representação de todos os elementos gerenciáveis, com suas características e possibilidades de gerência, e só o Agente ter a capacidade de, deliberadamente alterar algum valor ou estado, pode-se enxergá-los, MIB e Agente, como interfaces do equipamento com o Sistema de Gerência, ou com o mundo real.

A tarefa do Agente é entender o significado das informações na MIB que está sob seu domínio para poder realizar as operações de gerência. Deve-se notar também que estas mensagens trocadas, obedecem a um protocolo, de maneira tal que a **forma** de acesso aos Agentes da MIB é sempre a mesma, padronizada.

Em suma, o Modelo de Informação permite uma abstração dos elementos gerenciáveis o suficiente para que a criação de um padrão de interfaceamento se dê muito mais em termos lógicos e funcionais do que em termos de hardware e software particulares aos equipamentos.

4.2.1 A gramática do Modelo de Informação

Conforme já afirmado, a descrição do Modelo de Informação se dá através do GDMO e ASN.1. Desta forma é importante compreender dois conceitos chave :

- Semântica
- Sintaxe

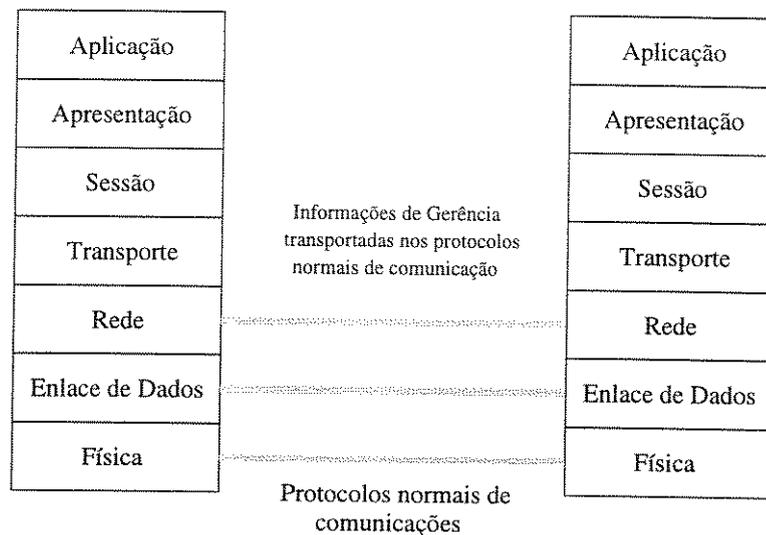


Figura 4.1: *Informações de Gerência Normalmente Trocadas entre os Sistemas.*

Toda linguagem, forma de comunicação, possui suas regras gramaticais. Um processo de gerência implica em relatórios de eventos entre objetos, de um Gerente para um Agente, e ações destes Gerentes nos objetos, através de um Agente. Tudo isso pressupõe uma troca de informações, que como tal, para ser entendida, deve possuir uma gramática conhecida pelos participantes destes processos.

Além das regras gramaticais, deve também ser de conhecimento comum o significado desta informação. Por exemplo : “João foi ao colégio. Maria foi ao cinema ”. Após a identificação da estrutura gramatical, sujeito, verbo e complemento, deve-se saber quem é Maria e quem é João, que são “objetos” diferentes a realizar ações diferentes.

Em termos de MIB, o conhecimento semântico é representado pelo GDMO, ao passo que a estrutura de dados, a sintaxe, é descrita no ASN.1.

Em geral, as informações de gerência tratam de dados relativos às três primeiras camadas do modelo OSI : Rede, Enlace de Dados e Física. E estas informações, na maioria das vezes, eram processadas em suas respectivas camadas (observar figura 4.1).

No caso da interoperabilidade entre Sistemas de Gerência, as informações relativas a gerência, de todas as camadas, incluindo as três primeiras, serão levadas até a camada sete para que adquiram um mesmo padrão semântico e sintático.

A discussão sobre a padronização das informações de gerência, na camada 7 do modelo OSI, no caso da semântica das informações, ainda não chegou ao fim. Apesar da norma [M3010][1] já trazer uma série de descrições de classes de objeto, são classes genéricas, que devem ser especializadas para a obtenção de um Modelo de Informação mais específico. Este, por sua vez, é baseado em orientação objeto, como se verá a seguir.

Ao nível das sete camadas OSI, a Sintaxe está bem padronizada, através de uma série de pilhas de protocolo, estas pilhas se adequando ao tipo de serviço que se deseja.

4.2.2 O que é Modelo de Informação

Um modelo representa uma abstração de alguma coisa, na provável intenção de obter um melhor conhecimento sobre ela, antes da construção ou implementação da mesma. Ao omitir detalhes não essenciais, (ou pelo menos que não sejam importantes dentro de determinada abordagem), torna sua manipulação mais fácil do que a entidade real.

A capacidade de abstração é essencial para o ser humano lidar com a complexidade. Principalmente na Engenharia, sempre houve clareza da necessidade de construção de modelos antes da execução do projeto.

O Modelo de Informação é a abstração dos recursos gerenciáveis de determinado equipamento, realizado de tal forma que estes recursos estejam formulados em uma linguagem de descrição formal, assim, passível de entendimento para qualquer operador ou projetista da interface.

No caso, o objetivo final é a implementação de uma interface Q3, onde o Modelo de Informação desempenha papel fundamental, ao definir quais e como os elementos gerenciáveis serão vistos pelo Sistema de Gerência.

4.3 Orientação Objeto

4.3.1 Introdução

A interoperabilidade depende assim de uma padronização em termos semânticos e sintáticos das informações de gerência trocadas, sejam comandos, mensagens ou alarmes.

Do lado da sintaxe, o CMIS e o CMIP são padrões já bem definidos pela ISO. Porém, a especificação semântica ainda está em andamento. Esta espe-

cificação diz respeito apenas às partes gerenciáveis dos elementos de rede, (as que podem e devem ser gerenciadas), e não com os processos de gerência em si. Os processos de gerência são realizados a partir das informações fornecidas pela MIB, sejam dados, mensagens de alarme ou avisos de desempenho. Ou seja, após existir uma padronização sintática e semântica das informações de gerência, os processos de gerência poderão se realizar com maior facilidade, abrangendo um maior número de elementos de rede.

Se o que deve estar presente na MIB, ainda está em discussão, existe um consenso que é como estas informações devem ser estruturadas : A SMI - *Structure of Management Information*, ou **Modelo de Informação** deve ser orientada a objeto.

4.3.2 Porque Orientação Objeto

As Telecomunicações tornaram-se, com o passar dos anos, um ambiente totalmente multi-fornecedor, e desta forma, cada fabricante provê ferramentas de controle e monitoramento para seus equipamentos, formando-se assim sub-redes ou ilhas de gerência, como a rede de transmissão, comutação, etc. Conforme já afirmado, é muito difícil o controle de todas as redes através de diferentes ferramentas fornecidas por diferentes fornecedores.

O problema de gerência de redes não é a falta de ferramentas de gerência, mas sim a interoperabilidade entre as mesmas. É mais, não é também a ausência de informações de gerência, muito pelo contrário, mas sim a dispersão geográfica destas informações e a falta de uma filtragem adequada.

Uma central telefônica, por exemplo, envia mais de cem mensagens por hora, entre mensagens de alarme, falha, desempenho ou informação. É impossível, manualmente, realizar-se qualquer análise mais sofisticada. E estas informações, se já localmente não permitem melhor estudo, avalie em termos de toda a rede, se inexistente uma centralização de informações, ou quando há, estes dados não são processados conjuntamente, pois não se referem a um mesmo equipamento, com características comuns.

A maneira encontrada para representar e organizar os elementos de rede, e todas suas características gerenciáveis, foi a técnica de modelagem orientada a objetos. As principais razões para este tipo de abordagem se deve basicamente a dois fatos :

- Reusabilidade
- Manutenção

A sua característica de encapsulamento, típica desta técnica, permite que a complexidade da rede fique escondida dos operadores. O operador não precisa saber como o objeto é constituído para entender a natureza de um alarme. Um objeto “enlace”, por exemplo, pode ser constituído por vários outros, como, multiplexadores, cabos submarinos ou fibras ópticas. Mas, ao enviar uma mensagem de queda de enlace, o operador só precisa saber que por ali não passam mais dados, não sendo necessário conhecer a estrutura do objeto.

4.3.3 O que é Orientação Objeto

A orientação objeto é uma maneira nova, no ambiente de telecomunicações, para abordar os problemas de gerência, através do uso de idéias que aproximam o software do mundo real, dos elementos físicos e lógicos que se pretende modelar. Sua unidade fundamental de construção é o objeto, cuja principal característica é possuir **dados e operações** (ou comportamento) numa entidade única.

Um software orientado a objeto, seria então um conjunto de objetos, bem discretizados, onde cada um deles possuiria uma estrutura de dados e operações, interagindo entre si, com envio de dados, seja para funções de alarme, mensagens ou processamento.

E esta forma de construção difere bastante da convencional, orientada a procedimentos (do inglês *procedure*) onde a estrutura de dados e operações não são tão fortemente ligadas ou delimitadas.

A orientação objeto possui duas idéias básicas :

- **Encapsulamento** : É o que se conhece por “caixa preta”, pois não se sabe o que há dentro. Consiste em esconder detalhes de implementação dos outros objetos, ou seja, delimitando muito claramente o que é acessível (ou visível) ou não. Isto visa evitar que o programa seja tão intrinsecamente interdependente, que uma pequena mudança poderia alterar todo seu funcionamento. (Não que isto não ocorra aqui, mas fica muito mais simples identificar estes efeitos colaterais, já que sabe-se quais são as informações disponíveis na fronteira e se o funcionamento do objeto for alterado sem que estas informações também o sejam, não deve haver problemas).
- **Herança** : Um objeto herda as características de sua classe, num processo também conhecido por Taxonomia. Deve-se perceber que herda não

só os dados, mas também as operações (comportamento). Por exemplo, se tucano é da classe pássaro, e pássaro voa (operação) e possui bico, tucano também voa, possui bico e período de migração (característica própria da classe tucano).

Apesar de parecer simples a primeira vista, foi um avanço muito grande a aplicação deste conceito em software, pois desta forma, há a possibilidade de **reusabilidade**.

Um dos grandes problemas da área de software é a dificuldade de um programador reutilizar o código que outro escreveu, pois para que isto ocorra, ele deve possuir a completa compreensão de todo o programa, o que demanda muito esforço. Com o Encapsulamento, basta que o programador entenda de suas interfaces, isto é, o que é visível ou não, sem se preocupar como foi implementado. E através da Herança, ele pode reaproveitar os objetos já criados.

Existem autores [11] que afirmam ser o Encapsulamento a base de toda orientação objeto, pois a Herança só é útil quando recai no uso deste conceito.

A orientação objeto é utilizada, entre outras coisas, para a construção de compiladores, bancos de dados, interfaces com o usuário, sistemas CAD e sistemas de controle. Esta é uma técnica que pretende ser independente da linguagem de implementação. Claro que é de se esperar que a linguagem possua, senão todas, pelo menos as características mais importantes da orientação objeto, como capacidade de Herança e Encapsulamento.

Seu maior benefício não é uma redução no tempo de desenvolvimento do software, pelo contrário, muitas vezes ele é até maior, principalmente devido a duração das etapas de análise e modelamento. Suas grandes vantagens estão na facilidade de reuso e manutenção. A estruturação proporcionada pela orientação objeto permite que a causa dos erros sejam menos imbricadas e assim, quaisquer alterações se realizem com maior simplicidade.

No presente caso, a orientação objeto será usada para a descrição dos elementos gerenciáveis do Modelo de Informação.

4.3.4 A definição de um Objeto

Um objeto possui a função de modelar uma entidade real, seus dados e operações (comportamento). Para a descrição de uma MIB, é necessário definir

todos os seus objetos e como eles se relacionam, e isto é feito através da definição dos seguintes parâmetros :

- Instância do Objeto : É a “encarnação” de uma classe de objeto. Uma classe de objetos chamada “juntor”, por exemplo, pode ter milhares de instâncias, cada uma delas representando um determinado juntor de uma central, o recurso gerenciado. Uma MIB é formada por instâncias das classes de objeto, ou seja, é a representação dos recursos gerenciados.
- Classe : A classe está relacionada com a Herança, pois cada objeto herda as características de sua classe, que por sua vez, herda de sua superclasse. As características são seus atributos e operações.
- Atributos : São as características do objeto, onde cada uma possui um valor associado. Podem assim representar variáveis estáticas ou processos computacionais que retornam um valor em resposta a uma operação de leitura.
- Comportamentos : Especifica as características dinâmicas do objeto, atributos, notificações e ações. É uma descrição informal da semântica dos seus atributos, o que são e como as operações de gerência a afetam. Pode descrever também os eventos internos do objeto e como eles resultam em alguma mudança observável na fronteira dele. A maneira mais objetiva de fazer uma descrição do comportamento do Objeto é especificar as pré-condições para determinado evento ou ação, pós-condições geradas pelo evento e/ou ação, e as partes invariantes, que não se alteram.
- Ações : Operações do Objeto. As operações suportadas pelo objeto, se pode ser apagado, quais comandos pode receber, quais atributos podem ser lidos ou alterados por comando, etc.
- Notificações : Os recursos gerenciados apresentam eventos internos e/ou externos que são de interesse para o sistema de gerência e os objetos que representam estes recursos devem tornar os eventos visíveis para este sistema. A forma de torná-los visíveis é através de notificações emitidas pelo objeto a um outro objeto ou diretamente ao Agente. Se acontece uma falha em um objeto da classe juntor, por exemplo, este objeto poderia enviar uma notificação padrão do tipo (qualityofServiceAlarm -

definida na recomendação X733 [12]) para um outro objeto, pertencente a classe AlarmRecord, que representa as informações recebidas por relatório de alarmes.

- Pacotes : Todas as características acima ficam agrupadas sob forma de “pacotes” (packages). Estes pacotes, por sua vez, podem ser Mandatórios ou Condicionais, isto é, no momento da instanciação do objeto é feita a verificação de determinadas condições para que os pacotes condicionais sejam instanciados ou não.
- Nome de Ligação : É através dele que acontece a nomeação do objeto, pois no momento da instanciação estabelece uma relação única, entre o objeto instanciado e sua classe.

Deve-se perceber que o ITU, no intuito de recomendar um Modelo de Informação nos moldes da orientação objeto, precisou definir as estruturas de como seriam descritas as idéias de Atributo, Herança, Encapsulamento, Ações, Instâncias etc.

A esta linguagem de definição, chamou-se GDMO - *Guidelines for The Definitions of Managed Objects*; e às estruturas foi dado o nome de “**templates**”, definidos na X722 [4]. Assim, existem templates de Classe, Atributo, Comportamento, Ação, Notificação, Nome de Ligação e Pacotes.

A estrutura e comportamento de uma Classe de um Objeto Gerenciado é definida primeiramente em um template de **Managed Object Class**. Aqui será identificada a relação de Herança entre a classe do objeto e as outras classes. E também os Packages de **behaviour**, **attributes**, **notications**, e **actions** que estão incluídos na definição da classe.

Os **Packages** são uma coleção de **behaviour**, **attributes**, **notications** e **actions**, tratados como módulos únicos na especificação de uma Classe. Assim, no exemplo abaixo, vê-se a definição de um template de **Managed Object Class**, onde se define a classe **processor**, sua relação de herança com a classe **equipment**, (definida pelo ITU na M3100[1]), e os packages que a compõe : **Pkg**, **CommandPkg**, **EquipAlarmPkg**, **QSAAlarmPkg**, **ProcErrorAlarmPkg**, **CommunAlarmPkg**. Cada um deles está ligado a uma maneira de descrever os **behaviour**, **attributes**, **notications** e **actions**. Os Packages são assim, apenas uma forma de estruturar as características de uma classe de objetos.

processor MANAGED OBJECT CLASS

```
DERIVED FROM "CCITT Rec.M3100": equipment
CHARACTERIZED BY processorPkg ,
processorCommandPkg ,
processorEquipAlarmPkg ,
processorQSAAlarmPkg ,
processorProcErrorAlarmPkg ,
processorCommunAlarmPkg ,
REGISTERED AS {neaxObjectClass 1}
```

Neste exemplo, há três elementos que devem receber atenção :

- A classe herdada : No caso, **equipment**, definida pelo ITU na norma M3010[1].
- Os packages que a compõe : processorPkg, processorCommandPkg, processorEquipAlarmPkg, processorQSAAlarmPkg, processorProcErrorAlarmPkg, processorCommunAlarmPkg.
- Seu registro (ou nome) : neaxObjectClass 1

No caso do Modelo de Informação, a MIB funciona como um Banco de Dados orientado a objetos. E o Modelo de Informação, a especificação formal do mesmo.

O Agente e o Gerente são os responsáveis pela manipulação desta base de dados, só que o Gerente realiza esta manipulação de forma indireta, através do Agente. E o protocolo para transporte destas mensagens e operações entre Gerentes e Agentes é o CMIP.

O Modelo de Informação é a descrição de todos os objetos, suas classes, atributos, ações, notificações e comportamentos. Ele não compreende a implementação da MIB, isto é, a instanciação dos objetos nem a criação dos Agentes e Gerentes que a manipulam.

Todo objeto gerenciado é instância de uma Classe, e possui um único nome, sem ambiguidade. Do ponto de vista de gerência, um objeto só existe se possuir um nome único e suportar todas as operações e notificações definidas para sua classe.

4.4 A Gerência de Falhas

Apesar de já ter sido abordada no capítulo 3, vale aqui um maior aprofundamento sobre a mesma, pois todo o trabalho foi realizado sob o escopo desta

gerência, mais notadamente no trato das mensagens de falhas, remetendo às recomendações X733 [12], que cuida da função de relatório de alarmes (*Alarm Reporting Function*) e X734 [13], que trata da Função de Relatórios de Eventos de Gerência (*Event Report Management Function*).

4.4.1 Definições

A Gerência de Falhas engloba a detecção, isolamento e correção de falhas sob condições anormais de operação. As falhas fazem com que os recursos gerenciados não realizem corretamente seus objetivos operacionais, e podem ser permanentes ou intermitentes [X700][14].

As falhas se manifestam como eventos particulares, isto é erros, na operação de um elemento de rede. A detecção de erros permite a capacidade de reconhecer estas falhas. Desta feita, esta gerência deve incluir funções para :

1. Manter e examinar arquivos de erros
2. Rastrear e identificar falhas
3. Dar sequência a testes de diagnósticos
4. Corrigir falhas

Vale ressaltar as seguintes definições [X733] [12] :

- erro : Um desvio no sistema de sua operação normal.
- falha : A razão física ou lógica de um mau funcionamento. As falhas se manifestam como erros.
- alarme : Uma notificação na forma definida pela função de alarme, de um evento específico. Um alarme pode ou não representar um erro.
- relatório de alarmes : Um tipo específico de relatório de eventos usado para transportar informações de alarme.

4.4.2 Classificação das Mensagens

Uma das preocupações deste trabalho é como tratar as mensagens enviadas pelo equipamento (no caso, uma central telefônica) ao seu Sistema de Gerência, de que maneira estruturá-las em GDMO e ASN.1.

Um dos primeiros passos a ser dado é a classificação de seu grau de severidade. O ITU estabelece [X733][12] :

- Crítica (*Critical*)
- Maior Urgência (*Major*)
- Menor Urgência (*Minor*)
- Aviso (*Warning*)

Os alarmes são então tipos de notificações ligadas a detecção de falhas ou condições anormais de operação. O ITU considera importante que estes alarmes sejam apresentados de forma padronizada, tanto na sua definição quanto nos seus parâmetros, independentemente do tipo de objeto gerenciado [X733][12].

Deve ser ressaltado que nem todas as notificações que os objetos enviam são alarmes, ou devem ser repassadas a um Agente. Uma filtragem deve ser realizada. E mais, após enviada uma notificação, há dois destinos para a mesma (figura 4.2):

- Um arquivo de **log**, onde são guardadas todas as notificações dos objetos.
- O **EFD *Event Forward Discriminator***, que realiza a filtragem dos eventos notificados, decidindo se devem ser enviados ou não ao Agente.

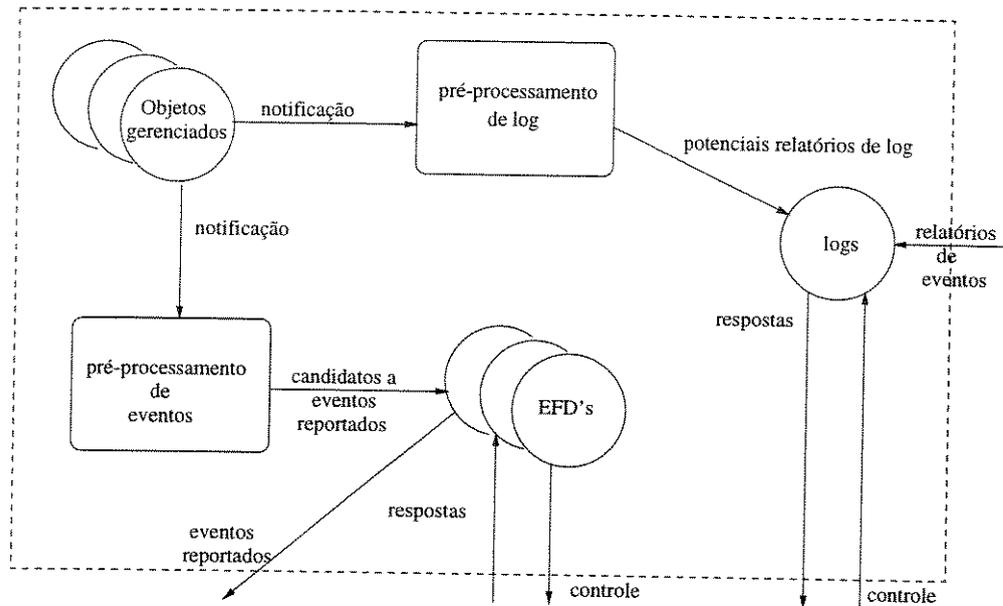
Para que exista este envio de informações dos objetos, é utilizado um serviço do CMIS - *Common Information Management Service*, o **MEVENT REPORT** [X.710][8].

Este serviço, por sua vez, possui uma série de parâmetros, que são utilizados para organizar as informações transportadas (tabela 4.1).

O controle das notificações, isto é, se uma notificação resulta em um relatório de evento, deve ser efetuado através da Função de Relatório de Eventos de Gerência, definida na X.734[13].

A orientação objeto passa a ser utilizada não mais apenas para a definição dos elementos gerenciáveis do equipamento, mas também na definição de elementos para processamento das informações geradas pelos objetos e arquivos destas notificações. São os chamados **objetos suporte**, cujos EFD's e arquivos de logs são exemplos típicos.

Faz-se uso assim, de uma classe de objeto para arquivar os eventos de alarme, o **Alarm Record**, que é especializada da classe **Event Log Record**, ambos definidos na X.721[3].



EFD Event Forward Discriminator

Figura 4.2: *Relacionamento Entre Event Report e Modelos de Gerência de Logs.*

Nome do Parâmetro
Invoke Identifier
Mode
Managed object class
Managed object instance
<i>Event Type</i>
Event Time
<i>Event Information</i>
Current Time
Event Reply
Errors

Tabela 4.1: *Parâmetros do M-EVENT-REPORT[X.710]*

O serviço *M-EVENT-REPORT* [X.710][8] possui diversos parâmetros da tabela 4.1, dos quais o ITU recomenda para a Função de Relatório de Alarmes o uso dos dois parâmetros destacados nesta tabela :

- Tipo de Evento (*Event Type*)
- Informação do Evento (*Event Information*)

Tipo de Evento

Todas as notificações são potenciais entradas em um arquivo de gerência do sistema (*system management log*). Porém, aqui trata-se uma notificação específica, a de alarme. Ou seja, as notificações de alarme devem ser classificadas de acordo com seu tipo. Especifica-se que o evento é de Alarme. São descritas assim cinco classificações de alarme :

1. Alarme de Comunicação (*Communication Alarm Type*) : Este alarme é associado aos procedimentos e/ou processos usados no transporte de informação de um ponto para outro.
2. Alarme de Qualidade de Serviço (*Quality of Service Alarm Type*) : É associado com a degradação da qualidade de serviço.
3. Alarme de Erro de Processamento (*Processing Error Alarm Type*) : É associado com falha de software ou processamento.
4. Alarme de Equipamento (*Equipment Alarm Type*) : É associado com falha do equipamento.
5. Alarme de Ambiente (*Environmental Alarm Type*) : É associado com as condições físicas, ambientais onde o equipamento está situado.

São estes tipos de alarme que dão origem aos Packages de *CommAlarmPkg*, *QSAAlarmPkg*, *ProcErrorAlarmPkg*, *EquipAlarmPkg* e *EnvironAlarmPkg*.

Informação do Evento

Na tabela 4.2 estão os parâmetros sugeridos para uso na Informação do Evento. Neste trabalho utilizou-se os parâmetros em itálico, isto é : *Probable cause*, *Specific problem*, *Perceived severity*, *Monitored attributes* e *Additional information*.

<i>Nome do Parâmetro</i>
<i>Probable Cause</i>
<i>Specific Problem</i>
<i>Perceived Severity</i>
Backed-up Status
Back-up Object
Trend Indication
Threshold Information
Notification Identifier
Correlated Notifications
State Change Definition
<i>Monitored Attributes</i>
Proposed Repair Actions
Additional Text
<i>Additional Information</i>

Tabela 4.2: *Parâmetros de Informação do Evento*

- **Probable Cause:** Define a provável causa do alarme. Seus valores de notificação devem ser indicados no Behaviour das classes dos objetos.
- **Specific Problem:** Identifica, quando possível, com um maior refinamento, a causa do alarme. Enquanto o Probable cause procura mostrar o alarme mais aparente, aqui tenta-se identificar a razão do alarme.
- **Perceived Severity:** Define o nível de severidade do alarme, isto é, como o funcionamento do objeto gerenciado foi afetado.
- **Monitored Attributes:** Define um ou mais atributos do objeto gerenciado e seus valores correspondentes no momento do alarme. No trabalho realizado, usou-se o atributo **AlarmStatus**, definido na norma X.721.
- **Additional Information :** Permite a inclusão de informações adicionais na relatório do evento. Foi utilizado principalmente como maneira de guardar os dados particulares de cada mensagem da central. Conforme será abordado no próximo capítulo, um dos campos estabelecidos, *dados*,

é do tipo *string*, e comporta as características mais particulares de cada mensagem.

4.5 Princípios de Inclusão e Nomeação

A facilidade de Herança permite a criação de uma hierarquia para a descrição das Classes de objetos. Porém, deve-se ressaltar que esta hierarquia é apenas uma forma mais conveniente de representar os objetos com um número menor de descrições. A Árvore de Herança não reflete a estrutura da MIB.

A estrutura que realmente reflete a MIB é a Árvore de Inclusão, pois permite uma composição de objetos, isto é, através da árvore, vê-se como um objeto é composto por outros. A outra característica importante desta árvore é que ela permite a nomeação das instâncias, como se verá a seguir.

4.5.1 A Estrutura de Inclusão (*Containment*)

É através desta estrutura que obtém-se a árvore de nomes. Está baseada numa relação entre instâncias, não entre classes de objetos, uma diferença fundamental. Uma classe junto, por exemplo, pode ter milhares de instâncias, e cada uma delas deve possuir um nome diferente.

Permite mostrar um objeto contendo um ou mais outros objetos, apresentando esta relação através de uma referência do objeto que contém (**superior**) para o objeto contido (**subordinate**). Esta referência chama-se **name binding**, e consiste de um atributo que funciona como um identificador do objeto contido.

Em termos de estrutura de árvore, o **name binding** equivaleria aos ramos, e os objetos aos nós. Um objeto só pode estar contido em (ou possuir) um único objeto superior e assim sucessivamente, até chegar-se ao começo da árvore, o nó raiz (**root**). Este nó só possui a função de dar início à árvore.

A estrutura de Inclusão pode ser visualizada como um grafo direcionado, onde a flecha sai de um objeto subordinado e vai para um superior. Em termos de notação para a estrutura de Herança e Inclusão, adotou-se a nomenclatura do [15].

Na figura 4.3, mostra-se um exemplo de como quatro instâncias de objeto se relacionam : A instância da classe **processor** é composta por instâncias das classes CPU, memória e barramento. E a figura 4.4 exemplifica as mesmas classes de objeto, porém representadas de acordo com a hierarquia de heranças.

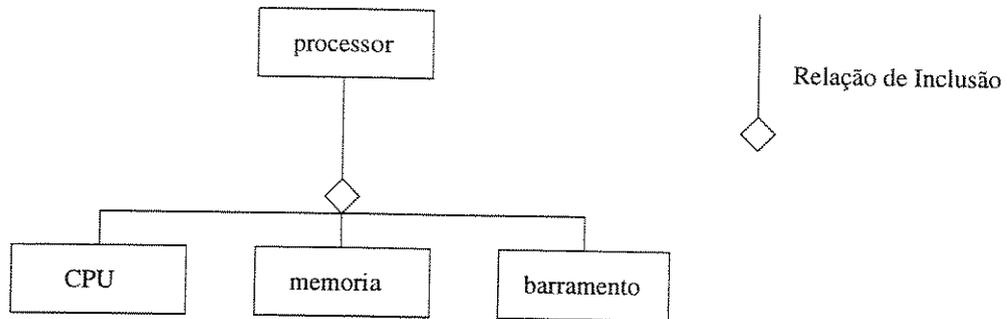


Figura 4.3: Exemplo do Relacionamento de Inclusão (containment).

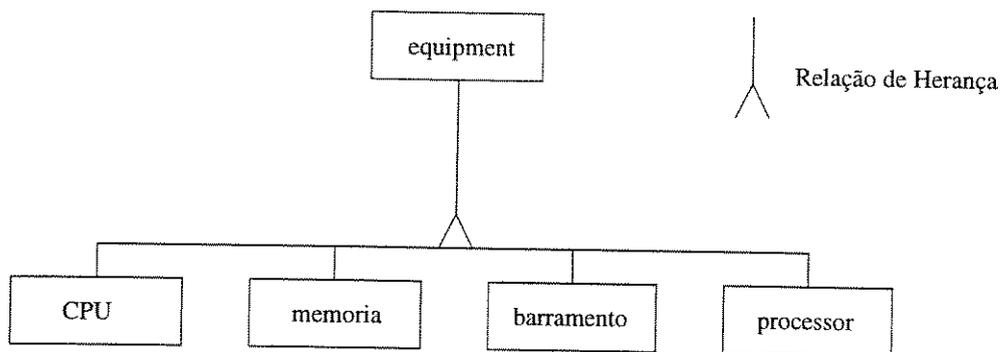


Figura 4.4: Exemplo do Relacionamento de Herança-I.

Vê-se que todas as quatro são do mesmo tipo, **equipment**, que é uma classe definida na recomendação X721[3].

4.5.2 Nomeação

Do mesmo modo que a Hierarquia de Herança difere da Hierarquia de Inclusão, já que a primeira define um relacionamento entre Classes, enquanto a segunda define um relacionamento entre objetos, existe diferença entre a estrutura de nomes de uma e da outra.

Para cada Classe de objetos existe um único identificador. Cada identificador é uma sequência de números inteiros, obtidos através da Árvore de Registro (detalhada a seguir).

Já a nomeação das instâncias obedece à relação de inclusão da seguinte

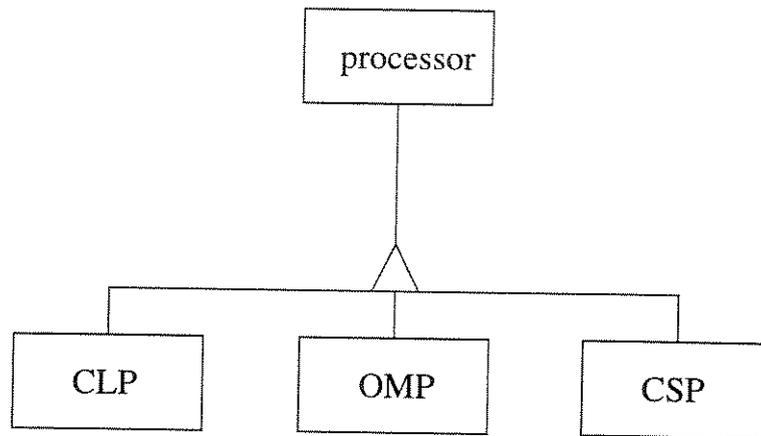


Figura 4.5: Exemplo do relacionamento de Herança-II .

forma :

- Toda classe de objeto possui um atributo que é usado para identificar cada instância de sua classe.
- É atribuído um nome relativo distinto (**RDN relative distinguished name**) para cada instância do objeto, que deve ser único entre todos os objetos subordinados à mesma classe. Normalmente usa-se como RDN o valor do atributo que define a instância da Classe.
- O nome distinto do objeto (**distinguished name**), é formado pela sequência dos RDNs da raiz até o objeto.

A idéia por trás do RDN é que como o nome distinto do objeto pode ser muito grande, seu uso resultaria em um gasto desnecessário de processamento ao passo que talvez o uso do RDN fosse suficiente. Pode-se enxergar o RDN como o ramo que liga o objeto ao seu objeto imediatamente superior.

Como exemplo, sejam as classes da figura 4.5. Supõe-se que existam três tipos de processador, o CSP, o OMP e o CLP; diferentes entre si, tanto em seus elementos constituintes quanto nas suas funções, justificando o estabelecimento de classes distintas. Conforme seu tipo, são compostos (além das características particulares), por CPU, memória e barramento.

Se um Gerente desejar enviar um comando para a memória do CLP, como garantir o correto endereço desta mensagem, e a certeza de que ela alcançará a memøria pertencente ao CLP, e não do CSP ou OMP ?

É então que se faz uso da Árvore de Inclusão, pois através da estrutura do NAME BINDING, que fornece o RDN, pode-se percorrer a árvore a partir do nó raiz, através da sucessão de RDN's, chegando ao objeto procurado. Olhar atentamente figura 4.6.

Na estrutura do NAME BINDING é definido um atributo que faz a ligação, ou nomeia o objeto, entre a classe superior e a subordinada. Supondo então que a "memória" referida é a que faz parte do CLP 10 (podem existir vários CLP's), e que o objeto "CLP" está instanciado sob objeto "Neax", que está instanciada sob objeto "Network" (M3100), por sua vez sob a raiz, ter-se-ia o seguinte nome :

distinguished name : networkId = "telefonia", managed_elementId = "ingleses", equipmentId = "10", equipmentId = "1"

memoria-CLP NAME BINDING

SUBORDINATE OBJECT CLASS memoria ;

NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS CLP ;

WITH ATTRIBUTE equipmentId ;

DELETE ONLY IF NO CONTAINED OBJECTS ;

REGISTERED AS {neaxNameBinding 1} ;

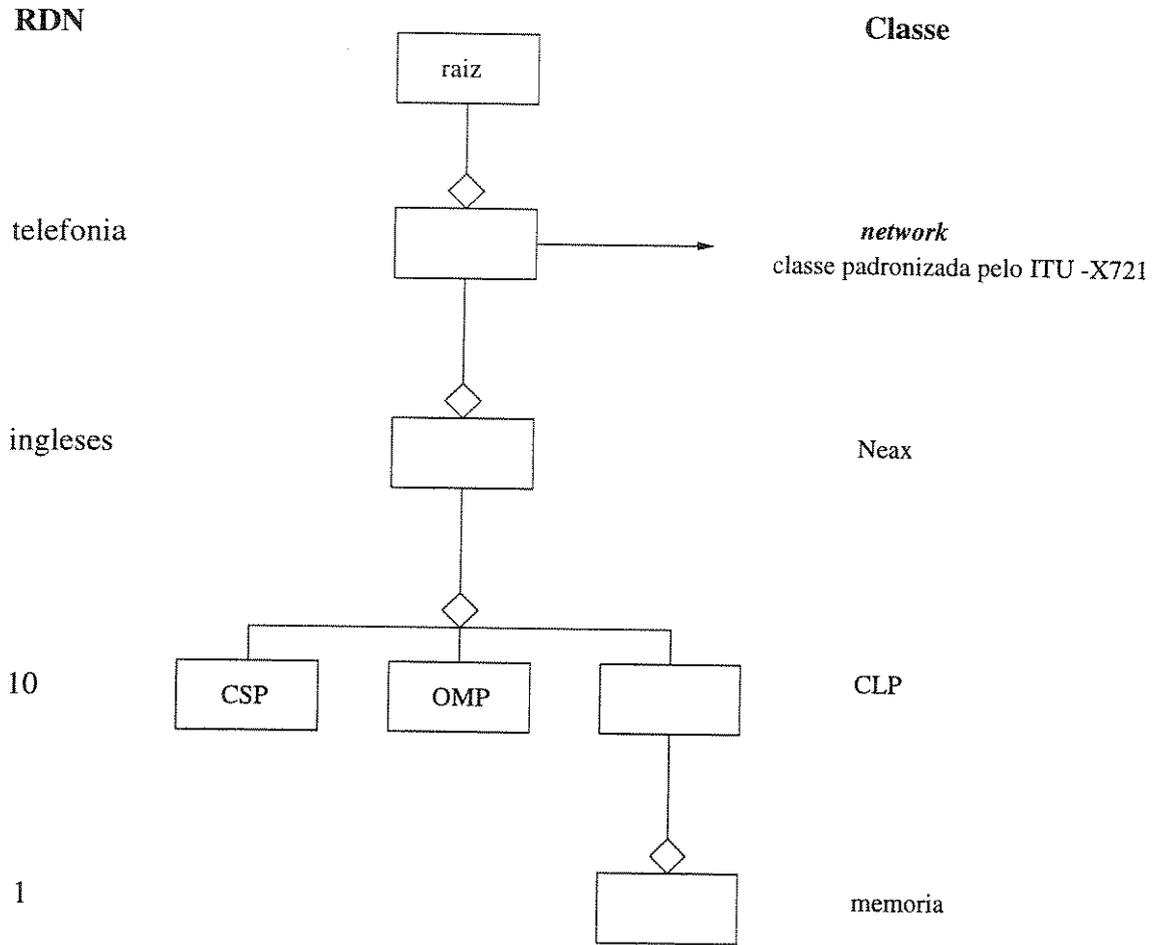


Figura 4.6: Exemplo de como é Obtido o distinguished name Através da Árvore de Inclusão.

4.6 As três Árvores da Gerência OSI

Para a definição de um Modelo de Informação são necessárias três estruturas em árvore :

1. Árvore de Registros ISO
 - É uma árvore de nomes onde estão definidos os registros de :
 - Classes de Objetos Gerenciados
 - Atributos

Ações

Notificações

Pacotes

Esta árvore apresenta o registro das classes e seus componentes, já definidas pelo ITU e ISO. Através de uma classificação numérica, estrutura as classes, pacotes, parâmetros, atributos, ações etc. Aqui percebe-se mais claramente as vantagens da reusabilidade, quando utilizados os princípios da orientação objeto, pois juntando-se estes elementos, pode-se montar novas classes, e assim, novos objetos.

2. Árvore de Heranças

Mostra o relacionamento entre as Classes, como foi feita a especialização delas através do mecanismo de herança. O relacionamento entre seus elementos pode ser expressado na forma : “é do tipo de” .

3. Árvore de Inclusão ou Nomeação

Mostra a estrutura da MIB, pois apresenta os objetos instanciados, que são os elementos realmente passíveis de gerência e a hierarquia de instanciação. Um objeto só pode ser instanciado se seu objeto superior já o tenha sido. Vale ressaltar que seus elementos constituintes são objetos e não classes, como na Árvore de Herança. O relacionamento entre seus elementos é expresso na forma : “faz parte de”. É a partir dela que se define a estrutura de nomes da MIB.

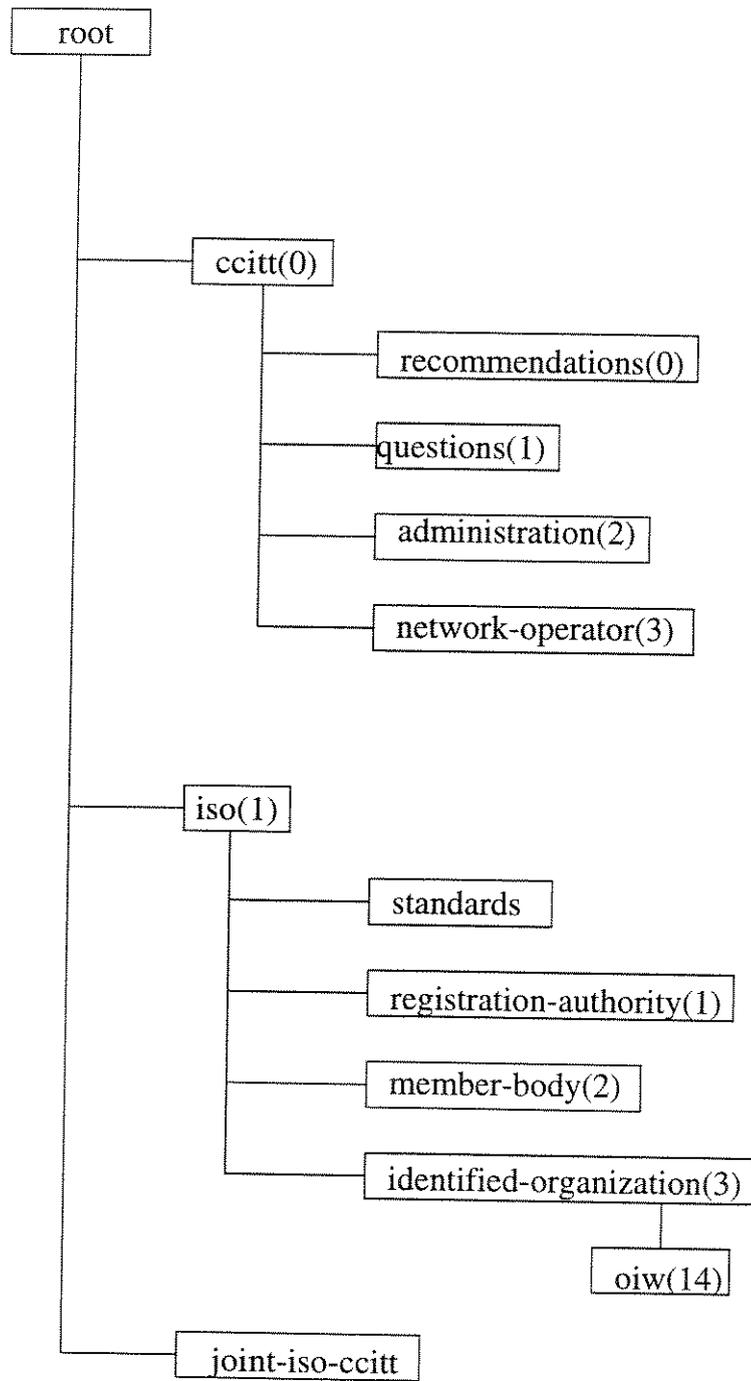


Figura 4.7: Árvore de Registros.

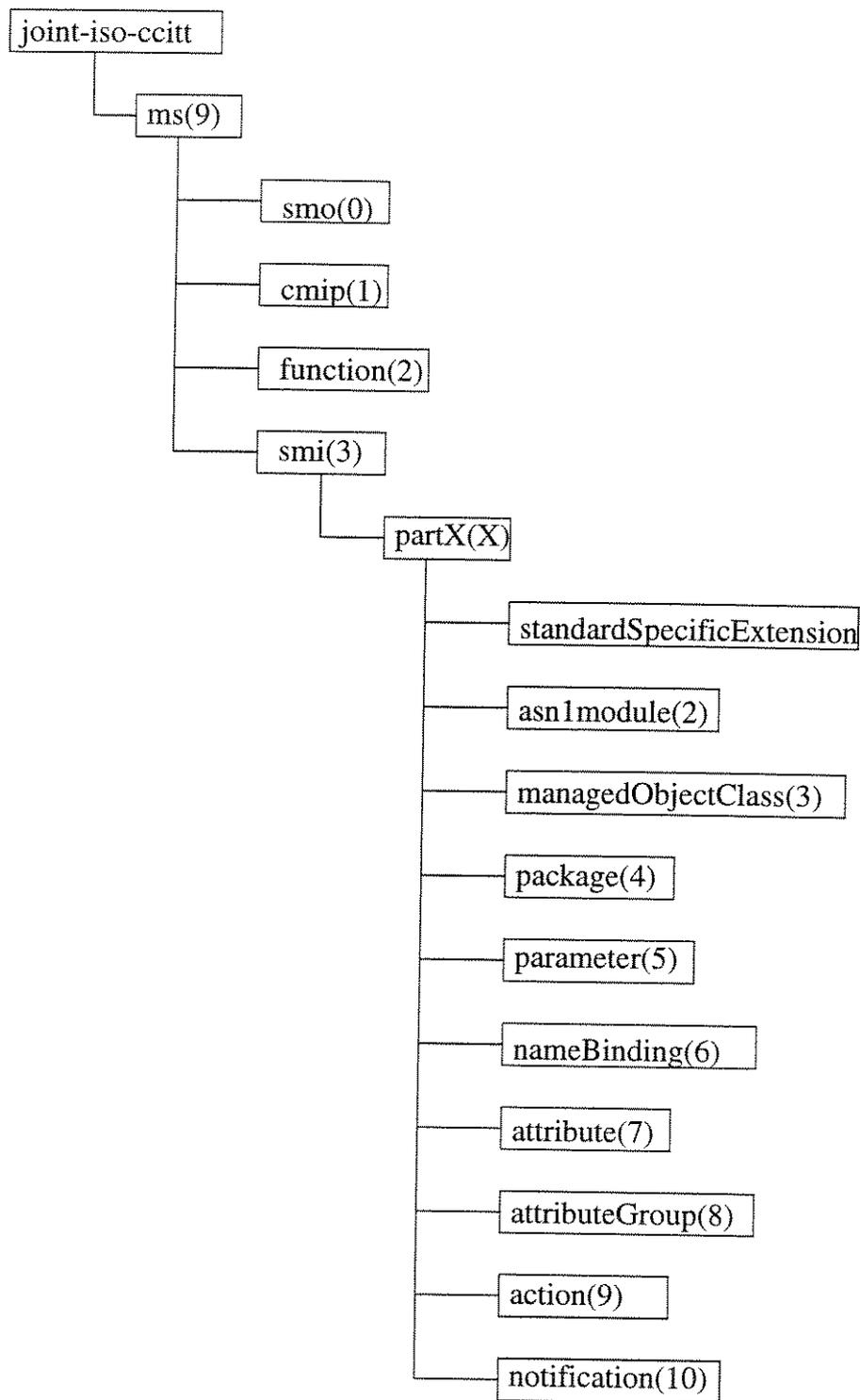


Figura 4.8: Árvore de Registros - Expansão do Ramo joint-iso-ccitt.

4.7 Conclusão

Para conseguir a interoperabilidade entre Sistemas de Gerência, o ITU adotou a padronização da sintaxe e da semântica das informações de gerência, através do GDMO e ASN.1.

Na procura de uma solução mais flexível, que facilitasse o reuso e a manutenção do software gerado para a padronização do modelo, foi indicada a técnica de orientação objeto.

A Gerência de Falhas, a escolhida para realização deste trabalho, oferece vários parâmetros de configuração, dos quais foram adotados apenas alguns, por achá-los suficientes para a descrição das mensagens e dos comandos da central telefônica.

O Modelo de Informação tem suas classes de objetos representadas por três árvores, que procuram sintetizar as relações de herança e de estrutura de instanciação da MIB.

Desta forma, este capítulo procurou definir o que é Modelo de Informação e como é feita sua descrição.

Capítulo 5

Metodologia para Realização do Modelo de Informação

5.1 Introdução

Este capítulo apresenta uma metodologia para a realização de um Modelo de Informação, visando a gerência de falhas de centrais telefônicas. O aprendizado e as técnicas desenvolvidas mostraram-se de grande valia, principalmente em termos de contribuição para disseminação e simplificação das técnicas de modelagem orientada a objetos aplicadas a redes de telecomunicações.

Partiu-se do princípio que o objetivo seria o de não perder as facilidades de gerência do equipamento e isto implica em não existir comando ou mensagem sem associação com algum objeto na MIB.

As facilidades de gerência do equipamento, fornecidas pelo fabricante, não poderiam ser desprezadas, o Modelo de Informação a ser realizado deveria propiciar (ainda que de forma diferente) todas estas facilidades.

Não se tentou obter um modelo comum às Centrais Trânsito de diferentes fabricantes. A análise de quais são as características comuns e mais importantes, em termos de gerência destas centrais, não foi o objetivo do presente trabalho. Mas, este modelo comum, com certeza, é um trabalho essencial para o desenvolvimento de uma TMN nacional.

Ressalta-se que o caminho adotado é o de adequar um elemento da rede de telecomunicações em funcionamento a um processo de gerência via TMN. Daquilo que uma central temporal oferece de interface para gerência com o mundo externo, vai-se fazer uma adaptação para os padrões TMN, em termos

sintáticos e semânticos.

A partir de um conhecimento sistêmico do equipamento, seus elementos constituintes e como eles se relacionam, o projetista começa a identificar os prováveis elementos gerenciáveis. Deve então procurar rastrear as origens das falhas e o destino dos comandos, para obter um ainda maior conhecimento destes elementos gerenciáveis. A todo momento, deve estar sempre em pauta a seguinte questão : **O que é gerenciável ?**

É muito claro que isto já está sendo realizado pelo operador, e este é um dado muito importante. Ninguém conhece melhor as necessidades e possibilidades de gerência do equipamento do que os operadores. E esta experiência deve ser aproveitada, principalmente na determinação dos elementos gerenciáveis.

5.2 A Construção do Modelo

Uma vez que se saiba da finalidade do Modelo de Informação, como organizar as informações de gerência de forma estruturada, adequando-se às recomendações do ITU-T e sem perder-se no emaranhado de dados ?

O objetivo deste trabalho está exatamente aqui, facilitar a organização das informações de gerência, as mensagens e os comandos, através da sugestão de uma técnica de modelamento que faz uso de matrizes. E dar um roteiro, através de exemplos, das etapas de definição de Classes, Packages, Behaviour, Attributes, Actions e Name Bindings.

A seção 5.3 apresenta um exemplo, um subconjunto das Matrizes apresentadas nos Apêndices C e D.

É recomendável que para uma maior familiaridade com a Central NEAX 61-BR, e seus elementos constituintes, faça-se uma consulta ao Apêndice A.

5.2.1 Elementos Gerenciáveis

Todo equipamento se comunica com o ambiente externo a ele basicamente de duas formas :

- Mensagens
- Comandos

As mensagens normalmente estão ligadas a alarmes e/ou falhas, (já que nem sempre um alarme é proveniente de uma falha) ou informações sobre a operação do equipamento.

Já os comandos, representam a forma do operador atuar diretamente no funcionamento do equipamento, alterando dados de rota e tarifação, mudando o software da central ou agindo nos elementos de hardware.

O modelo a ser projetado vai então ter como limitante o universo de mensagens e comandos que o fabricante fornece para operação. Se não existe um comando que desligue o processador, por exemplo, o modelo não poderá contemplar esta possibilidade. Isto significa que a característica de desligamento do processador é não gerenciável, ao menos para o operador ou Sistema de Gerência. Na melhor das hipóteses, o equipamento envia uma mensagem avisando que o processador foi desligado.

A essência do trabalho de especificação de um Modelo de Informação está em extrair do equipamento de telecomunicações a maior quantidade de dados possível [16]. O projetista precisa então definir quais são os elementos gerenciáveis, e as suas características, levando em conta as mensagens e comandos. Estes elementos gerenciáveis são os objetos, obtidos através da instanciação das Classes, que por sua vez é formada por Behaviours, Attributes, Actions e Name Bindings.

Conforme já citado anteriormente, estes elementos gerenciáveis não precisam ser apenas um espelho dos elementos de hardware do equipamento. Classes como Tarifação ou Tráfego, podem e devem ser criadas, desde que exista a possibilidade de gerência.

A definição dos elementos gerenciáveis envolve assim um profundo conhecimento do equipamento, suas necessidades e possibilidades de gerência. Não é aconselhável que o projeto do modelo seja feito sem um acompanhamento dos operadores ou de algum profissional que conheça bastante o elemento de rede a ser modelado. Muitas vezes certas mensagens ou comandos são por demais importantes para que não se dê um tratamento especial.

5.2.2 Mensagens e Comandos

Existe uma idéia básica para se projetar o Modelo de Informação :

- Deve existir um mapeamento claro e simples das mensagens e comandos nas classes do modelo.

A maneira aqui sugerida para atender esta necessidade é a definição de duas Matrizes, que tenham dimensões de (m) Classes por (n) Mensagens e (m) Classes por (l) Comandos.

A primeira etapa é a definição das Classes, os elementos gerenciáveis. A partir daí vai-se mapeando as mensagens. Deve-se perceber que este é um processo interativo, pois muitas vezes determinadas mensagens não correspondem a nenhuma das Classes definidas. Neste caso a sensibilidade do projetista é que irá determinar se existe ou não a necessidade de acrescentar uma nova Classe ao modelo. Poderia também haver o contrário, classes que não acrescentem nada ao modelo, pois não enviam mensagens nem recebem comandos, e sequer possuem utilidade para a estrutura de nomeação.

Observou-se que para fins de Metodologia, esta abordagem seria exaustiva, já que a partir de certo momento, na atribuição das mensagens e comandos às classes correspondentes, o trabalho se tornava repetitivo.

A central trânsito NEAX 61-BR, equipamento onde foi aplicada a metodologia, possui cerca de 256 mensagens, das quais 66% são de alarme, e o restante de informação sobre status da Central. Das mensagens de alarme, foram analisadas na matriz aproximadamente 70%, isto é, 114 mensagens. Vale salientar que as mensagens não mapeadas são as de menor urgência. A Central NEAX possui 56 comandos e todos foram analisados na sua matriz.

Nos Apêndices C e D, estão as Matrizes de Mensagens e Comandos completas. A postura nesta tese foi de não ser exaustivo, desta forma, os exemplos apresentados, sejam nas tabelas 5.1 e 5.2 ou nas listagens de GDMO e ASN.1, são um subconjunto das classes listadas nas matrizes.

5.2.3 Matriz de Mensagens

Na Matriz de mensagens estão listadas as mensagens e as respectivas classes com que elas se relacionam. Deve-se perceber que muitas vezes uma mesma mensagem está relacionada com mais de uma classe e isto se deve a possibilidade de vários objetos diferentes poderem enviar uma mesma mensagem.

Os parâmetros da MIB são alterados pelos Agentes, seja devido a uma mensagem oriunda da Central ou um comando do operador. Em ambos os casos deve ser procurado um mapeamento unívoco entre as mensagens/comandos e os objetos a que elas se referem.

Uma outra possível utilidade para a estrutura de matriz aqui utilizada, seria o de ajudar na tarefa de mensurar os eventos relacionados com o equipamento. A gerência jamais será eficiente se não existir a possibilidade de mensuração.

Um elemento a_{ij} da matriz é definido pela classe e mensagem/comando a que pertence. Poder-se-ia acrescentar uma terceira dimensão à matriz, no caso, o tempo. Assim, por exemplo, o elemento a_{ijk} possuindo valor igual a 20, poderia representar o fato da mensagem 1052, associada a classe SPC, até às 10:00 daquele dia, ter sido enviada 20 vezes.

A partir de então, uma análise de dados de diferente natureza, porém com grandes possibilidades de estarem inter-relacionados, torna-se mais fácil. Por exemplo, suspeita-se que as quedas de enlace na rota Rio de Janeiro - São Paulo estão relacionadas com o aumento do tráfego e a carga dos processadores da rede de comutação e de sinalização número sete, em determinado horário. Através de uma correlação entre os elementos da matriz que representam estas informações, poderia se obter uma conclusão.

5.2.4 Matriz de Comandos

A idéia da Matriz de Comandos também está ligada ao mapeamento dos comandos com as respectivas Classes. Aqui a ligação é mais imediata, pois no envio do comando, determina-se exatamente onde será sua atuação, sabe-se qual seu objetivo (No caso das mensagens, esta correspondência não é tão direta, deve-se analisá-la com maior acuidade para descobrir sua origem e quais classes podem enviá-la).

Esta matriz também é importante pois é através dela que os serviços do CMISE "CREATE, GET, SET, etc." podem vir a ser mapeados para as instruções no formato da Central.

5.3 Exemplo

Para melhor sedimentar as afirmações realizadas neste trabalho, vai-se mostrar, passo a passo, as etapas de definição do Modelo de Informação :

1. Definição dos Elementos Gerenciáveis

Após estudo do funcionamento da central, definiram-se várias classes, das quais listou-se seis, a seguir, a título de exemplo. Esta é a etapa mais importante do modelamento, pois é a partir daqui que o restante do modelo será refinado.

É quase impossível que o projetista do modelo prescindia de um bom conhecimento do equipamento. Além de uma visão sistêmica, ele deve conhecer sua operação e supervisão, principalmente no que tange aos comandos e mensagens.

No presente caso, logo de início foram estabelecidas 47 classes. Com a finalização das duas matrizes, ficou claro que 6 destas classes não eram necessárias, pois não houve nenhuma mensagem ou comando que justificasse a sua existência. Poderia também ter ocorrido o inverso, ao longo do mapeamento existir uma mensagem ou comando que não se encaixasse em nenhuma classe, e fosse preciso a inserção de novas classes nas matrizes.

A seguir, as seis classes :

- **NEAX** - a Central, como um todo.
- **DTI** - *Data Trunk Interface* - (Classe de juntores).
- **ROTA** - uma classe ligada às rotas, SP/RJ, SP/BH, etc.
- **TRÁFEGO** - uma classe que permita o acesso aos dados de tráfego, como ocupação de rota, etc.
- **CC** - *Central Controller* - elemento de hardware, presente em cada um dos módulos processadores, sendo seu elemento mais importante. Consiste de um par de CPU's, uma trabalhando como reserva, por medida de segurança.
- **SPC** - *Speech Path Controller* - elemento de hardware, presente em cada um dos sistemas processadores da rede de comutação. Responsável pela interface entre o processador da rede e a rede de comutação. É o controlador da rede de comutação.

2. Montagem da Matriz de Mensagens

Aqui faz-se a análise caso a caso de todas as mensagens com relação às Classes. Assim, por exemplo, a mensagem **138 (olhar tabela 5.1) está associada somente à Classe DTI, pois refere-se a falha de cartão de DTI não instalado.

Já a mensagem ***1052 (olhar tabela 5.1), pode ser enviada por objetos das classes CC ou SPC. O Modelo de Informação deve possibilitar uma forma para que o Agente consiga definir a origem da mensagem, conforme já citado.

Percebe-se que a classe NEAX não envia nenhuma mensagem, ao menos da maneira que foi realizado o modelamento. Uma Classe pode até não enviar mensagens ou comandos, mas sua existência e instanciação é necessária para fins de nomeação. Conforme abordado no capítulo 4, é importante que exista uma diferença de nomes entre o processador de rede da NEAX situada no bairro do Morumbi e o processador da central do bairro Bela Vista.

Mensagens	Classes					
	NEAX	SPC	CC	DTI	Rota	Trafego
CR106	0	1	0	0	0	0
CR166	0	1	0	0	0	0
CR185	0	1	0	0	0	0
CR186	0	1	0	0	0	0
**015	0	0	0	1	0	0
**138	0	0	0	1	0	0
**139	0	0	0	1	0	0
**177	0	0	0	1	0	0
**190	0	0	0	1	0	0
**191	0	0	0	1	0	0
**1052	0	1	1	0	0	0
**315	0	0	0	1	0	0
**316	0	0	0	1	0	0
**317	0	0	0	1	0	0
**318	0	0	0	1	0	0
**322	0	0	0	1	0	0
**208	0	0	0	1	0	0
**302	0	0	0	1	0	0
**303	0	0	0	1	0	0
**394	0	0	0	1	0	0

Tabela 5.1: Exemplo de Subconjunto da Matriz de Mensagens

Na tabela 5.1, mostra-se um subconjunto da Matriz de Mensagens com seis das classes especificadas.

3. Montagem da Matriz de Comandos

Aqui, pela própria quantidade total de comandos da Central (60), era de se esperar que um comando pudesse atuar em mais de uma Classe. O comando DGT (olhar Apêndice D), por exemplo, atua em quase todos os elementos de hardware, inclusive no CC e SPC. Na tabela 5.2 mostra-se um subconjunto da Matriz de Comandos.

4. Listagem de GDMO e ASN.1

Comandos	Classes					
	NEAX	SPC	CC	DTI	Rota	Trafego
ACS	0	0	0	1	1	0
ACT	0	0	0	1	1	0
CBI	0	0	0	1	0	0
CTR	0	0	0	1	0	0
DGT	0	1	1	0	0	0
FST	0	0	0	1	0	0
ICP	0	0	0	0	1	0
IOR	0	0	0	0	0	1
NID	0	0	0	1	0	0
OGR	0	0	0	0	0	1
RCG	0	0	0	0	1	0
RSC	0	0	0	0	1	0
RTC	0	0	0	0	1	0
RTR	0	0	0	1	0	0
SBI	0	0	0	0	1	0
SOB	0	0	0	1	1	0
TIA	0	0	0	0	0	1
TKS	0	0	0	1	0	0
TMS	0	0	0	0	0	1

Tabela 5.2: Exemplo de Subconjunto da Matriz de Comandos

O ASN.1 é uma linguagem de sintaxe abstrata, e possui assim uma relação com o Modelo de Informação muito mais sintática do que semântica. Resolveu-se assim fazer uma breve abordagem sobre esta linguagem no Apêndice 2. Já no caso do GDMO, principalmente no capítulo 4 e na presente seção, é realizada uma discussão mais detalhada.

Uma vez de posse dos elementos gerenciáveis, da Matriz de Comandos e da Matriz de Mensagens, deve-se então fazer a codificação para a linguagem ASN.1, segundo orientação do GDMO.

Na presente metodologia resolveu-se definir os elementos na seguinte sequência : Classes, Packages, Behaviour, Attributes, Actions e Name Bindings. A norma X.722[4] fornece os “templates” para a definição de cada um deles.

- Classes

São os elementos gerenciáveis do equipamento. É nesta definição que se indica de onde a classe herda suas características.

Conforme mostra o exemplo, a classe NEAX herda da classe “managedElement”, definida na recomendação M.3100[17]. Já a classe SPC, herda de “equipment”, também definida na mesma recomendação. É importante perceber que as características das classes estão agrupadas sob forma de packages. Foram estabelecidos packages para :

- Comandos : Aqui seriam agrupados os comandos que as classes poderiam sofrer. Tornou-se o **ComPkg**
- Características : Aqui foram colocadas as características ligadas a identificação do objeto, isto é, qual seu sistema, rota, bastidor, etc. (ou seja, os atributos). Tornou-se o **Pkg**.
- Alarmes: A recomendação X.733[12] do ITU define cinco tipos de notificações de alarme :
 - * Processing Error Alarm : Que tornou-se **ProcErrorAlarmPkg**
 - * Communications Error Alarm : Que tornou-se **CommAlarmPkg**
 - * Equipment Alarm : Que tornou-se **EquAlarmPkg**
 - * Quality of Service Alarm : Que tornou-se **QSAAlarmPkg**
 - * Environment Alarm : Não foi utilizado, pois todos os alarmes da Central ligados ao ambiente estão desativados.

Logo, com o uso da Matriz de Mensagens, deve-se analisar cada uma destas mensagens e classificá-las de acordo com o tipo de alarme, sendo então definido um package adequado para sua posterior codificação.

Assim, uma mensagem de alarme relativa a um cabo de juntor não conectado, exigiria a definição da classe DTI (no caso da NEAX), e de um package **DTIEquAlarmPkg**.

A seguir, conforme recomendação explícita do ITU, a estrutura de notificação da mensagem deve ser colocada no Behaviour. Assim define-se quais campos do Alarminfo serão utilizados para a formação do pacote CMIP.

No presente caso, conforme já descrito no capítulo 4, na Gerência de Falhas, resolveu-se usar os seguintes campos :

- ProbableCause
- SpecificProblem
- PerceivedSeverity
- MonitoredAttributes
- AdditionalInformation

Nestes campos deve ser salientado o de AdditionalInformation, pois foi utilizado como meio de codificação da mensagem no seu formato original, isto é, exatamente como ela é enviada da central. É aqui onde se transporta a classe, número, título e dados da mensagem, descritos a seguir.

Todas as mensagens da central NEAX possuem um cabeçalho comum, onde é relatado :

- Classe : Indica o tipo de prioridade, crítica, maior urgência, menor urgência.
- Número : Identificador único da mensagem, sendo utilizado como índice para maiores informações no Manual de Mensagens.
- Título : Indica sucintamente o evento que ocorreu ao Sistema.
- Dados da Mensagem : Campo particular a cada mensagem, contém os dados relacionados ao evento, constituindo o conteúdo da mensagem.

- Listagens das Classes

Deve-se perceber o uso de herança, dos packages e do registro em ASN.1. Foram descritas, a título de exemplo, seis classes. A estrutura, isto é, o **template**, é o mesmo.

Neax MANAGED OBJECT CLASS
DERIVED FROM "CCITT Rec.M3100 (1992) : managedElement"

CHARACTERIZED BY NEAXPkg ;
REGISTERED AS { NEAXObjectClass 1 }

SPC MANAGED OBJECT CLASS
DERIVED FROM “CCITT Rec.M3100 (1992) : equipment”
CHARACTERIZED BY CCPkg, CComPkg, SPCEquAlarmPkg,
SPCProcErrorAlarmPkg, SPCQSAAlarmPkg ;
REGISTERED AS {NeaxObjectClass 7}

CC MANAGED OBJECT CLASS
DERIVED FROM “CCITT Rec.M3100 (1992) : equipment”
CHARACTERIZED BY CCPkg, CComPkg, CCEquAlarmPkg,
CCProcErrorAlarmPkg ;
REGISTERED AS {NeaxObjectClass 11}

DTI MANAGED OBJECT CLASS
DERIVED FROM “CCITT Rec.M3100 (1992) : terminationPoint ”
CHARACTERIZED BY DTIPkg, DTIComPkg, DTICommAlarmPkg,
DTIQSAAlarmPkg, DTIEquAlarmPkg ;
REGISTERED AS {NeaxObjectClass 29}

ROTA MANAGED OBJECT CLASS
DERIVED FROM “CCITT Rec.M3100 (1992) : tpPool ”
CHARACTERIZED BY RotaPkg, RotaComPkg ;
REGISTERED AS {NeaxObjectClass 31}

Trafego MANAGED OBJECT CLASS
DERIVED FROM “CCITT Rec X721 (1992) — ISO/IEC 10165-2 : 1992”:
top ;
CHARACTERIZED BY TrafegoPkg, TrafegoComPkg
REGISTERED AS {NeaxObjectClass 39}

Listagem ASN.1 (para fins de exemplo)

Neax-ASN1Module { 1 3 20 0 1}
NeaxAction OBJECT IDENTIFIER ::= {NeaxInfoModel 1}
NeaxAttribute OBJECT IDENTIFIER ::= {NeaxInfoModel 2}
NeaxInfoModel OBJECT IDENTIFIER ::= {1 3 20 02}

```

NeaxNameBinding OBJECT IDENTIFIER ::= {NeaxInfoModel 3}
NeaxNotification OBJECT IDENTIFIER ::= {NeaxInfoModel 4}
NeaxObjecClass OBJECT IDENTIFIER ::= {NeaxInfoModel 5}
NeaxPackage OBJECT IDENTIFIER ::= {NeaxInfoModel 6}
NeaxProbableCause OBJECT IDENTIFIER ::= {NeaxInfoModel 7}
NeaxSpecificProblem OBJECT IDENTIFIER ::= {NeaxInfoModel 8}

```

- Packages

Como no caso anterior, o **template** é comum a todos os packages. Foram listados os **packages** ligados a DTI, Rota e Trafego. Deve ser notado nos packages de alarme o uso do campo **notifications**, que faz uso de uma estrutura definida na recomendação X.721[3] do ITU.

No DTIPkg não há o uso de notificação, porém existe o de atributos, onde cada um deles se refere a uma característica da classe. Já no DTIComPkg estão listados os comandos que a classe deve aceitar. Cada um destes comandos deve estar descrito informalmente no **behaviour** e uma descrição mais formal e completa, no **action**.

```

DTIPkg PACKAGE
BEHAVIOUR DTIBhv ;
ATTRIBUTES
juntorId ,
highway ,
subhighway ,
acomodacao ,
numerodecircuito ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 1 } ;

```

```

DTIComPkg PACKAGE
BEHAVIOUR DTIComBhv ;
ACTIONS
ACS ,
ACT ,
CBI ,
CTR ,
FST ,
NID ,
RTR ,
SOB ,

```

TKS ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 2} ;

DTICommAlarmPkg PACKAGE
BEHAVIOUR DTICommAlarmBhv ;
NOTIFICATIONS “ CCITT Rec. X721 (1992) — ISO/IEC 10165-2 : 1992”
: communicationsAlarm messageId ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 3} ;

DTIQSAlarmPkg PACKAGE
BEHAVIOUR DTIQSAlarmBhv ;
NOTIFICATIONS “ CCITT Rec. X.721 (1992) — ISO/IEC 10165-2 : 1992”
: qualityofServiceAlarm messageId ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 4} ;

DTIEquAlarmPkg PACKAGE
BEHAVIOUR DTIEquAlarmBhv ;
NOTIFICATIONS “ CCITT Rec. X.721 (1992) — ISO/IEC 10165-2 : 1992”
: equipmentAlarm messageId ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 5} ;

DTICPkg PACKAGE
BEHAVIOUR DTICBhv ;
ATTRIBUTES
sistema ,
highway ,
subhighway ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 6} ;

DTICComPkg PACKAGE
BEHAVIOUR DTICComBhv ;
ACTIONS
DGT ,
FST ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 7} ;

DTICEquAlarmPkg PACKAGE

BEHAVIOUR DTICEquAlarmBhv ;
NOTIFICATIONS “ CCITT Rec. X.721 (1992) — ISO/IEC 10165-2 : 1992
” : equipmentAlarm messageId ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 8 } ;

DTIProcErrorAlarmPkg PACKAGE
BEHAVIOUR DTIProcErrorAlarmBhv ;
NOTIFICATIONS “CCITT Rec. X.721 (1992) — ISO/IEC 10165-2 : 1992 “
: processingErrorAlarm messageId ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 9 } ;

RotaPkg PACKAGE
BEHAVIOUR RotaBhv ;
ATTRIBUTES
nomerota ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 10 } ;

RotaComPkg PACKAGE
BEHAVIOUR RotaComBhv ;
ACTIONS
ACS ,
ACT ,
ICP ,
RCG ,
RSC ,
RTC ,
SBI ,
SOB ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 11 } ;

TrafegoPkg PACKAGE
BEHAVIOUR TrafegoBhv ;
ATTRIBUTES
trafegoId GET ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 12 } ;
TrafegoComPkg PACKAGE
BEHAVIOUR TrafegoComBhv ;
ACTIONS

```

IOR ,
OGR ,
TIA ,
TMS ;
REGISTERED AS { NEAXPackage 13} ;

```

- Behaviour

O **Behaviour** representa uma descrição do comportamento da classe, ou mesmo do significado dos **Packages**, **Actions**, **Attributes** e **Notifications**.

No behaviour que define os tipos de notificações das Classes, existe uma forma para recuperar-se a origem da mensagem. A determinação da origem se dá através do campo definido como “string” no “AdditionalInformation”, pois ali está a maneira de recuperar os dados particulares de cada mensagem, inclusive o responsável pelo seu envio.

No caso das notificações, há uma necessidade de maior formalidade, pois ali estarão todas as mensagens relativas a classe, com os respectivos *ProbableCause*, *SpecificProblem*, *PerceivedSeverity*, *MonitoredAttributes* e *AdditionalInformation*. Cada um destes campos possui um número, isto é, um tipo e um identificador único em ASN.1. Assim :

```

pcfalhadeenlace ProbableCause::=globalValue: {NeaxProbableCause 1}
spaltaperdadesinalMCP SpecificIdentifier::=oi {NeaxSpecificProblem 12}

```

Isto possibilita o preenchimento dos campos do pacote do CMIP de forma bastante segura, pois além do dado em si, passa-se também o tipo dele.

```

DTIBhv BEHAVIOUR
DEFINED AS “ Este pacote representa as características da Interface de
Juntor Digital (DTI) ”

```

```

DTICombHV BEHAVIOUR
DEFINED AS “ Este pacote possui os comandos que o DTI pode sofrer ”

```

```

DTICommAlarmBhv BEHAVIOUR
DEFINED AS “Instancias desta classe podem emitir uma notificacao de
CommunicationsAlarm(X733) , com os seguintes , probableCause ,
specificProblems , perceivedSeverity , monitoredAttributes :

```

ProbableCause :
 pcfalhadeenlace
 SpecificProblems :
 spaltaperdasinalMCP
 spaltaperdaalinhamentodequadro
 spaltaperdaalinhamentodemultiquadro
 PerceivedSeverity :
 major
 MonitoredAttributes :
 [M3100] alarmStatus
 AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
***	139	Falha no enlace MCP(FL-MJ)	STRING

ProbableCause :
 pcfalhadeenlace
 SpecificProblems :
 spalinhamentodequadro
 spalinhamentodemultiquadro
 spalarmeremotoquadro
 spalarmeremotomultiquadro
 sprecebimentoSIA
 spBEmuitoalto
 PerceivedSeverity :
 major
 MonitoredAttributes :
 [M3100] alarmStatus
 AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
***	177	falha no enlace MCP	STRING

ProbableCause :
 pcfalhadeenlace
 SpecificProblems :
 sptxerrosdeparidadePEaltos
 PerceivedSeverity :
 major

MonitoredAttributes :

[M3100] alarmStatus

AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
***	190	Falha no enlace MCP (PE-MJ)	STRING

ProbableCause :

pcfalhadeenlace

SpecificProblems :

sptxescorregamentoSLIPalta

PerceivedSeverity :

major

MonitoredAttributes :

[M3100] alarmStatus

AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
***	191	Falha no enlace MCP (SLIP-MJ)	STRING

ProbableCause :

pcfalhadeenlace

SpecificProblems :

spBEalto

PerceivedSeverity :

minor

MonitoredAttributes :

[M3100] alarmStatus

AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
**.	315	Falha no enlace MCP (BE-MN GRAU A)	STRING

ProbableCause :

pcfalhadeenlace

SpecificProblems :

spBE

PerceivedSeverity :

minor

MonitoredAttributes :

[M3100] alarmStatus

AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
**.	316	Falha no enlace MCP (BE-MN GRAU B)	STRING

ProbableCause :

pcfalhadeenlace

SpecificProblems :

sptxerrosdeparidadePE

PerceivedSeverity :

minor

MonitoredAttributes :

[M3100] alarmStatus

AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
**.	317	Falha no enlace MCP (PE-MN)	STRING

ProbableCause :

falhadeenlace

SpecificProblems :

sptxescorregamentoSLIP

PerceivedSeverity :

minor

MonitoredAttributes :

[M3100] alarmStatus

AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
**.	318	Falha no enlace MCP (SLIP-MN)	STRING

ProbableCause :

pcfalhadeenlace

SpecificProblems :

spperdasinalMCP

spperdaalinhamentodequadro
 spperdaalinhamentodemultiquadro
 PerceivedSeverity :
 minor
 MonitoredAttributes :
 [M3100] alarmStatus
 AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
**.	322	Falha no enlace MCP (FL-MN)	STRING

DTIEquAlarmBhv BEHAVIOUR
 DEFINED AS "Instancias desta classe podem emitir uma notificacao de
 EquipmentAlarm (X733) , com os seguintes , probableCause ,
 specificProblems , perceivedSeverity , monitoredAttributes :
 ProbableCause :
 pcalarme
 SpecificProblems :
 spfalhaDTI
 PerceivedSeverity :
 major
 MonitoredAttributes :
 [M3100] alarmStatus
 AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
***	015	Alarme	STRING

ProbableCause :
 pcbloqueiodeDTI
 SpecificProblems :
 spDTIremovido
 PerceivedSeverity :
 major
 MonitoredAttributes :
 [M3100] alarmStatus
 AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
***	138	Falha	STRING

ProbableCause :
pcalarme
SpecificProblems :
spfalhaDTIdobastidordemanutencao
PerceivedSeverity :
minor
MonitoredAttributes :
[M3100] alarmStatus
AdditionalInformation - messageId :
Classe Numero Titulo Dados
** 208 Alarme STRING

ProbableCause :
pcfalhaDTI
SpecificProblems :
spfalhacontinuidade
PerceivedSeverity :
minor
MonitoredAttributes :
[M3100] alarmStatus
AdditionalInformation - messageId :
Classe Numero Titulo Dados
** 302 Falha de continuidade STRING

DTIQSAlarmBhv BEHAVIOUR
DEFINED AS "Instancias desta classe podem emitir uma notificacao de
EquipmentAlarm (X733) , com os seguintes , probableCause ,
specificProblems , perceivedSeverity , monitoredAttributes :
ProbableCause :
pclimiteerroDTI
SpecificProblems :
spcircuitodoDTI
splinhadejuncao
spfalhanacentraldistante
PerceivedSeverity :
minor
MonitoredAttributes :
[M3100] alarmStatus
AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
**.	303	Falha	STRING

ProbableCause :

pcDTIsbloqueados

SpecificProblems :

spDTIsbloqueados

PerceivedSeverity :

minor

MonitoredAttributes :

[M3100] alarmStatus

AdditionalInformation - messageId :

Classe	Numero	Titulo	Dados
**.	394	Numero excessivo de juntores bloqueados na rota	STRING

ACSBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Esta acao representa o comando ACS , usado para gerar chamadas de teste de forma automatica e ciclica para um juntor respondedor automatico utilizando os juntores designados e de acordo com o intervalo de execucao especificado ”

ACTBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Esta acao representa o comando ACT , usado para gerar chamadas de teste para um respondedor automatico (AAT) , utilizando os juntores designados , inclusive com programacao de dia de semana e horario para inicio do teste ”

CBIBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Esta acao representa o comando CBI , usado para bloquear ou liberar manualmente juntores de conversacao , ou seja , ICTs , OGTs e BWTs .”

CTRBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Esta acao representa o comando CTR , usado para indicar no MAT o conteudo das memorias seleccionadas e envolvidas numa conexao

entre juntores no momento da execucao do comando .”

NIDBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Esta acao representa o comando NID , usado para designar identificadores numericos (5 digitos) para determinados juntores de saida. Estes identificadores sao utilizados para selecionar OGTs especificos nas conexoes com ATME. Neste tipo de conexao , atraves dos digitos recebidos na conexao de entrada , e escolhido um determinado juntor de saida .”

RTRBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Esta acao representa o comando RTR , usado para obter os terminais (assinante/juntor) , associados ao terminal especificado , que estao envolvidos na chamada e leitura da memoria de chamada desta conexao.”

SOBBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Esta acao representa o comando SOB , que e usado para coletar estatisticamente informacoes sobre diversas chamadas de acordo com o tipo de conexao especificado.”

TKSBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Esta acao representa o comando TKS , usado para registrar ou cancelar o modo de saida de informacoes sobre anomalias de juntores que sao detectadas automaticamente pelo sistema .”

TrafegoBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Esta pacote possui as caracteristicas da classe Trafego , que esta associada com informacoes e acoes de restricao de entrada e saida de trafego , ocupacao de rota , trafego na rota , etc .”

TrafegoComBhv BEHAVIOUR

DEFINED AS “ Este pacote possui os comandos que a classe Trafego pode sofrer .”

- Attributes

Aqui estão listados alguns dos atributos das classes. Além do **template**, deve-se notar também o *MATCHES FOR*, que pode ou não estar presente, e vai indicar qual tipo de teste pode ser realizado com aquele valor. Existem os

seguintes testes definidos pelo ITU :

- *Ordering*: O valor do atributo é comparado com outro valor para determinar-se qual o maior.
- *Equality*: O valor do atributo é testado para fins de igualdade.
- *Substrings*: O valor do atributo é testado com outra substring para determinar-se sua presença ou ausência nesta última substring.
- *Set-Comparison*: O valor do atributo é testado com relação a outro conjunto de valores, para fins de determinação das relações de contém e contido.
- *Set-Intersection*: O valor do atributo é testado para saber-se se a intersecção entre os conjuntos é vazia ou não.

O registro, como em todos os outros **templates** está colocado no *REGISTERED AS* '. E a descrição informal do seu significado como atributo, é descrito no **BEHAVIOUR**.

A estrutura do *WITH ATTRIBUTE SYNTAX* descreve o tipo ASN.1 do atributo e seu respectivo módulo.

```
sistema ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX NEAX-ASN1Module. ;
MATCHES FOR EQUALITY ;
BEHAVIOUR sistemaBhv ;
REGISTERED AS { NEAXAttribute 1} ;
```

```
numero ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX NEAX-ASN1Module. ;
MATCHES FOR EQUALITY ;
BEHAVIOUR numeroBhv
REGISTERED AS { NEAXAttribute 2} ;
acomodacao ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX NEAX-ASN1Module. ;
MATCHES FOR EQUALITY ;
BEHAVIOUR interfaceBhv
REGISTERED AS { NEAXAttribute 3} ;
```

```
numerodecircuito ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX NEAX-ASN1Module. ;
```

```
MATCHES FOR EQUALITY ;  
BEHAVIOUR  
REGISTERED AS { NEAXAttribute 4 } ;
```

- Action

Aqui um dos mais importantes recursos do GDMO para descrição da interface do elemento de rede com o ambiente externo.

Aqui estão listados os comandos que os recursos gerenciáveis podem sofrer, e, conforme a Matriz de Comandos, os objetos devem ser capazes de se comportar da mesma maneira que os recursos gerenciáveis ao serem solicitados pelos comandos do CMIP.

Deve ser novamente ressaltado que o acesso à MIB não sofre padronização pelo ITU. Desta forma, o recomendado na descrição das Actions é a formalização da sintaxe do comando, tanto do envio (WITH INFORMATION SYNTAX), quanto da resposta (WITH REPLY SYNTAX).

O Agente ao receber um comando de SET do CMIP, para um atributo de um juntor, (conectá-lo, por exemplo), deve ser capaz de enviar para a central telefônica a Action correspondente, com a sintaxe de comando correta, e ao receber a resposta, também na sintaxe pré-definida, alterar os atributos do juntor ou até enviar uma mensagem ao Gerente, caso haja uma falha ou impossibilidade de realizar o comando de SET.

```
DGT ACTION  
BEHAVIOUR DGTBHV ;  
WITH INFORMATION SYNTAX NEAXAction-ASN1Module.DGT ;  
WITH REPLY SYNTAX NEAXAction-ASN1Module.NeaxString ;  
REGISTERED AS { NEAXAction 1}
```

```
ACS ACTION  
BEHAVIOUR ACSBhv ;  
WITH INFORMATION SYNTAX NEAXAction-ASN1Module.ACS ;  
WITH REPLY SYNTAX NEAXAction-ASN1Module.NeaxString ;  
REGISTERED AS { NEAXAction 2}
```

```
ACT ACTION  
BEHAVIOUR ACTBhv ;  
WITH INFORMATION SYNTAX NEAXAction-ASN1Module.ACT ;
```

```
WITH REPLY SYNTAX NEAXAction-ASN1Module.NeaxString ;
REGISTERED AS { NEAXAction 3}
```

```
CTR ACTION
BEHAVIOUR CTBhV ;
WITH INFORMATION SYNTAX NEAXAction-ASN1Module.CTR ;
WITH REPLY SYNTAX NEAXAction-ASN1Module.NeaxString ;
REGISTERED AS { NEAXAction 4}
```

- Name-Binding

O Name-Binding propicia toda a estruturação de nomes da MIB, é através dele que se constrói a Árvore de Nomeação. Aqui é definido o atributo que é utilizado como RDN - **Relative Distinguished Name**, que corresponde ao ramo da árvore, conforme já descrito no capítulo 4.

No caso da NEAX, por exemplo, é o **managedElementId** o responsável por esta nomeação. Ou seja, podem existir diversas centrais NEAX espalhadas pela rede, porém, cada uma delas, para fins de gerência, terá um valor particular e único em seu **managedElementId**. Ou seja, terá um único ramo ligando-a ao seu objeto superior.

Também aqui é definido se o objeto pode ou não ser apagado, e em que circunstâncias. Isto é descrito através da presença ou não do **CREATE** e do **DELETE**.

Desta forma, um objeto nunca está “solto” na MIB, no mínimo ele é instanciado sob o objeto **network**, que por sua vez deve estar subordinado ao nome da organização ou empresa que projetou a MIB.

```
Neax-network NAME BINDING
SUBORDINATE OBJECT CLASS NEAX
NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS “CCITT Rec.M3010 (1992)” :
network ;
WITH ATTRIBUTE “CCITT Rec.M3010 (1992)” : managedElementId ;
CREATE
DELETE ONLY-IF-NO-CONTAINED-OBJECTS ;
REGISTERED AS { NEAXNameBinding 1}
```

```
CC-OMP NAME BINDING
SUBORDINATE OBJECT CLASS CC
```

```
NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS OMP
WITH ATTRIBUTE equipmentId
CREATE
DELETE ONLY-IF-NO-CONTAINED-OBJECTS
REGISTERED AS { NEAXNameBinding 2}
```

```
DTI-Rota NAME BINDING
SUBORDINATE OBJECT CLASS DTI
NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS Rota
WITH ATTRIBUTE
juntorId
CREATE
DELETE ONLY-IF-NO-CONTAINED-OBJECTS
REGISTERED AS { NEAXNameBinding 3}
```

```
Rota-fabric NAME BINDING
SUBORDINATE OBJECT CLASS Rota
NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS "CCITT Rec.M3100 (1992)" :
fabric ;
WITH ATTRIBUTE
"CCITT Rec.M3100 (1992)" : tpPoolId ;
CREATE
DELETE ONLY-IF-NO-CONTAINED-OBJECTS
REGISTERED AS { NEAXNameBinding 4} ;
```

De posse do Modelo de Informação, isto é, as listagens de GDMO e ASN.1, o passo seguinte é a instanciação das Classes em uma linguagem orientada a objetos (provavelmente C++) e a construção dos Agentes responsáveis pela manipulação da MIB e de Gerentes ligados aos 5 tipos de gerência, descritos no capítulo 3.

Devido a ausência de uma plataforma de gerência, do tipo OpenView da Hewlett Packard ou NetView da IBM, isto não foi realizado.

5.4 Conclusão

Este capítulo procurou apresentar uma Metodologia para realização de Modelos de Informação. E também, através de exemplos, como as informações pertinentes aos elementos gerenciáveis são codificadas em GDMO e ASN.1.

Ao indicar o uso de matrizes na metodologia, fica a sugestão para um posterior aproveitamento desta idéia no sentido de mensuração. As mensagens e os comandos devem sofrer uma contagem no tempo, e, apesar de existirem outras formas para demonstrar estas informações, como gráficos cartesianos, a estrutura matricial parece ser a mais sintética e abrangente.

Por não existir publicamente um exemplo de como é feita a codificação em GD-MO e ASN.1, de um equipamento de telecomunicação, os exemplos citados de classes, packages, behaviour, etc., serão de grande valia para um maior esclarecimento deste tema.

Capítulo 6

Conclusão

6.1 Resultados Finais

O presente trabalho procurou contribuir para a disseminação das idéias e conceitos de gerenciamento através de discussão e análise das recomendações do ITU e de alternativas propostas.

Com o avanço da digitalização e a chegada da rede de faixa larga as mudanças ocorridas no ambiente de Telecomunicações e Informática estão levando o problema de gerenciamento a um grau de importância não antes alcançado.

A interoperabilidade agora se necessita não apenas em um nível físico, mas também no nível lógico e funcional, pois é necessário que haja troca de informações entre os Sistemas de Gerência, ou que pelo menos exista um sistema responsável pelo gerenciamento de vários equipamentos.

A principal mudança de paradigma reforçada pela TMN reside na gerência da rede como um todo, e não mais em pontos locais, independentes entre si, como até então vem sendo feito.

A TMN é uma proposta que veio para ficar, cada vez mais as empresas operadoras estão aderindo aos seus padrões e reconhecendo seu valor e importância. Empresas como Hewlett Packard, IBM e Digital já colocaram no mercado plataformas de gerenciamento capazes de falar CMIP e gerar a MIB através da listagem de GDMO e ASN.1 .

O Modelo de Informação, no atual estágio da TMN, provavelmente é sua área mais estratégica, pois é a partir dele que se estabelece a MIB e a interface Q3. E a MIB, por sua vez, é o repositório de todas as informações concernentes ao equipamento ou a rede. Será com estas informações que os Sistemas Especialistas deverão trabalhar para atuar de forma eficiente.

Partindo do pressuposto da futura necessidade de se modelar equipamentos já

em funcionamento para sua conexão à TMN, foi proposta uma metodologia para o projeto do Modelo de Informação.

Ao fazer uso de matrizes, esta Metodologia facilita enormemente o trabalho de definição das Classes e da codificação em GDMO, pois permite um mapeamento muito claro entre os recursos de gerenciamento do equipamento, (isto é, mensagens e comandos) e as Classes que definem os objetos gerenciados.

Através de um processo interativo, vai-se fazendo corresponder as mensagens e comandos às Classes que representam os objetos gerenciáveis do equipamento. E as Classes são acrescentadas ou retiradas, de acordo com mapeamento obtido com as Matrizes de Comandos e Mensagens.

A mensuração dos eventos relacionados com o equipamento é algo de extrema importância para um gerenciamento mais eficiente, e uma das possíveis utilizações das Matrizes de Comandos e Mensagens seria o de servir como estrutura básica para esta mensuração.

A TMN exige a participação de pessoas tanto da área de Informática quanto de Telecomunicações, sem a contribuição de ambas as partes, dificilmente se tornará viável.

O presente trabalho pretende ter realizado uma contribuição significativa para uma melhor e maior disseminação da Gerência de Redes de Telecomunicações.

Apêndice A

A Central Telefônica NEAX

A.1 Introdução

Este anexo procura apresentar de forma sucinta, a Central Trânsito NEAX 61-BR, de propriedade da Embratel, e alvo de estudo do presente trabalho. Não se pretende fazer uma descrição completa ou aprofundada, mas sim uma primeira aproximação de seus elementos constituintes, de forma a obter familiaridade com os elementos gerenciáveis.

Para definir estas classes de elementos gerenciáveis foi necessário um profundo estudo do funcionamento do equipamento, tanto em termos de hardware como de software. As fontes utilizadas para este estudo foram os manuais do fabricante, textos de cursos ministrados pela própria Embratel aos seus funcionários e principalmente, o conhecimento dos operadores da central. Vale ressaltar que sem a colaboração destes últimos, a dificuldade em realizar o trabalho teria sido imensa.

A Central Trânsito NEAX 61-BR possui como características principais :

- Controle por Multiprocessamento
- Controle por Programa Armazenado
- Comutação Temporal de Sinal Modulado por Código de Pulso (PCM), através de rede de comutação Tempo-Espaço-Espaço-Tempo (T-S-S-T).
- Estrutura Modular de Hardware e Software

A.2 Estrutura do Sistema

O sistema é dividido em quatro subsistemas funcionais, a fim de simplificar a configuração e padronizar a interface de operação e manutenção. São os seguintes :

- Subsistema de Aplicação
- Subsistema de Comutação
- Subsistema Processador
- Subsistema de Operação e Manutenção

O Subsistema de Aplicação consiste em diversos tipos de Interfaces de Serviço. Cada Interface contém basicamente circuitos terminais, multiplexadores/demultiplexadores e controladores. O Subsistema de Aplicação possui uma interface padrão com o Subsistema de Comutação, independentemente do tipo de serviço oferecido pelos terminais.

O Subsistema de Aplicação é responsável pelas interfaces da central com o ambiente externo e entre os subsistemas. As interfaces são formadas por circuitos terminais, multiplexadores/demultiplexadores e controladores.

O Subsistema de Comutação consiste de de uma rede de comutação modular e multiplexada por divisão de tempo com quatro estágios : T-S-S-T. As redes são interligadas através de junções entre os estágios espaciais. Para cada rede existe um processador associado que faz o seu controle, o Processador de Chamadas (CLP), que realiza este controle através de um controlador de rede, o SPC. Este transfere as informações de controle entre os controladores das interfaces de aplicação e o CLP associado e também estabelece os canais de conversação na rede, tudo sob controle do processador CLP.

O Subsistema Processador é formado basicamente pelos três tipos de processadores :

- Processador de Operação e Manutenção - OMP
- Processador de Rede - CLP
- Processador de sinalização Número Sete - CCSP

Apesar do CLP e CCSP ficarem localizados fisicamente nos bastidores dos Subsistemas de Comutação e Aplicação, respectivamente, suas descrições são realizadas na seção relativa ao Subsistema de Processamento.

O Subsistema de Operação e Manutenção é formado pelos diversos dispositivos de Entrada/Saída conectados ao OMP através do ônibus de entrada/saída e dos respectivos controladores. Contém também os dispositivos periféricos para interface homem-máquina, como Console de Teste, Terminal de Administração e Manutenção e Unidade de Fita Magnética.

A.2.1 Subsistema de Aplicação

Em termos funcionais, realiza a conexão entre o equipamento de transmissão ao Subsistema de Comutação, através de suas interfaces, que são as seguintes :

- Interface de Juntor Digital : Acomoda os circuitos que realizam o interfaceamento de sinais PCM com a rede de comutação.
- Interface de Juntor de Serviço : É através deste que a interface de Sinalização por canal comum acessa a rede de comutação.
- Interface de Sinalização por Canal Comum : A central possui um sistema de sinalização por canal comum de acordo com o Sistema de Sinalização Número Sete. É por esta interface que a central conecta o CCSP à interface de juntor de serviço, que por sua vez acessa a rede de comutação.

A.2.2 Subsistema de Comutação

É formado por uma rede de comutação, de quatro estágios (temporal-espacial-espacial-temporal), podendo possuir até 22 redes duplicadas, controladas por processadores de chamadas independentes (CLP - *Call Processor*).

Cada rede pode multiplexar até 512 intervalos de tempo, passíveis de comutação, através de um seletor espacial primário de 6 entradas por 24 saídas e um seletor secundário de 24 entradas por 6 saídas.

Cada rede é formada por três tipos de módulos :

- Controlador de Rede -SPC (*Speech Path Controller*) : O controlador de rede é controlado pelo CLP e tem como função controlar a rede de comutação, isto é, o TSM e SSM.
- Módulo de Seletor Temporal -TSM (*Time Switch Module*) : O Módulo de Seletor Temporal, em conjunto com o Módulo Seletor Espacial, forma a rede de comutação por divisão temporal, através de quatro estágios : T1 - S1 - T2 - S2.
- Módulo de Seletor Espacial -SSM (*Space Switch Module*) : O SSM é constituído pelo primeiro e segundo estágio de seleção espacial (S1 e S2), acomodando também os highways de junção (JHW - *Junctor Highways*) que interligam as redes.
- Módulo de Relógio -CLKM (*Clock Module*) : Em um sistema digital como uma central telefônica é essencial que todas as suas partes operem em sincronismo. No caso da NEAX, este sincronismo é necessário nos elementos que compõe

os Subsistemas de Aplicação e Comutação, por onde passam os sinais PCM. Além de um sincronismo interno, é necessário que ele também exista entre as diversas centrais que estão se comunicando entre si.

Para que isto aconteça, é adotado um sistema de operação mestre-escravo, onde uma determinada central funciona como mestre, distribuindo para as outras centrais (escravos) os pulsos de relógio, através dos enlaces PCM que as interligam entre si.

A.2.3 Subsistema Processador

O Subsistema Processador realiza as funções de processamento de Operação e Manutenção, Sinalização por Canal Comum e processamento de chamadas. Cada uma destas tarefas é realizada por processadores independentes e duplicados. De antemão, cada procesador pode realizar qualquer uma das tarefas anteriores, sua diferenciação se dá devido ao software que foi instalado nele.

Os Módulos de Processadores (CPMs - *Control Processor Module*) são divididos em :

- Processador de Operação e Manutenção -OMP (*Operation and Maintenance Processor*) : Executa as tarefas relativas a administração de toda a central, tanto as tarefas automáticas quanto as solicitadas pelo operador.
- Processador de Chamadas -CLP (*Call Processor*) : Controla a rede de comutação. Como há 22 redes, são necessários 22 processadores deste tipo.
- Processador de Sinalização por Canal Comum -CCSP (*Common Channel Signalling Processor*) : Responsável pela tarefa de sinalização por canal comum da central.

Cada CPM possui sua própria memória (MM -*Main Memory*), contendo os dados e programas de uso exclusivo de seu processador. Os dados de controle de comutação comuns aos vários processadores são armazenados na Memória Comum (CM -*Common Memory*), que localiza-se no bastidor de OMP.

A.2.4 Subsistema de Operação e Manutenção

O Subsistema de Operação e Manutenção fornece a interface Homem-Máquina que permite a entrada e saída de dados, tanto de forma automática quanto quando realizada por comandos do operador. Seu objetivo é realizar as rotinas de Manutenção e Administração do Sistema, como tarefas de supervisão e execução de testes de juntores.

É composto basicamente por dispositivos de entrada/saída e terminais de teste, através dos quais os operadores realizam testes e obtém informações sobre o estado da central.

Estes dispositivos são conectados aos respectivos controladores e/ou módulos de teste, que por sua vez conectam-se ao Processador de Operação e Manutenção, no Subsistema Processador, por meio do Ônibus de Entrada/Saída (HIB) e Ônibus de Rede (SPB). E também são conectados a Módulos do Subsistema de Aplicação para a entrada das linhas necessárias para as funções de teste.

A.3 Software

O sistema de software da Central NEAX-61BR está dividido em dois grupos :

- Arquivo do Sistema
- Arquivo de dados da central

O Arquivo de dados da central é onde ficam os dados “estáticos”, aqueles que só são alterados através de interferência direta do operador. São dados de referência, que durante seu funcionamento normal, a central apenas os lê, só havendo processos de escrita devido à ações do operador. Já no Arquivo do Sistema ficam os dados de sistema e os programas que controlam a central.

A.3.1 Arquivo do Sistema

O Arquivo do Sistema consiste de Sistema Operacional (*OS-Operational System*) e Sistema de Aplicação (*AS-Application System*). São estes dois sistemas que controlam todas as operações da Central.

O Sistema Operacional é dividido em :

- Programa de Controle de Execução
- Programa de Processamento de Falhas
- Programa de Diagnóstico

O Sistema de Aplicação, por sua vez compõe-se de :

- Programa de Processamento de Chamadas
- Programa de Administração

Programa de Controle de Execução

Controla o tempo e a sequência do Processamento de Chamadas, Programa de Diagnóstico e as operações do Programa de Administração. A Central utiliza multiprocessamento por compartilhamento de tempo a fim de executar com rapidez as variedades de operações dos processamento de chamadas. O Programa de Controle de Execução determina quais programas devem ser ativados para cada operação e quando eles devem ser ativados. Também provê as seguintes funções de suporte ao Sistema Operacional e ao Sistema de Aplicação :

- Utilização da área de memória
- Controle de Relógio
- Controle do dispositivo de Entrada/Saída
- Interface de dados entre os módulos
- Interface de dados entre os processadores

Programa de Processamento de Falhas

Na ocorrência de uma falha, o Programa de Processamento de Falhas identifica imediatamente o hardware associado, substituindo-o pelo equipamento reserva e dando início ao processamento normal de chamadas. O Programa de Processamento de Falhas tem prioridade sobre todos os outros programas no caso de processamento de falhas de hardware e software e não é controlado pelo Programa de Controle de Execução. Possui também a capacidade de recuperar todo o software e dados da Central da memória de apoio, reconfigurando assim o sistema.

Programa de Diagnóstico

Após um determinado equipamento ter apresentado falha e ser removido pelo Programa de Processamento de Falhas, o Programa de diagnóstico testa este equipamento, tentando localizar mais especificamente onde está a falha, através de uma variedade de testes e apresentando os resultados em um terminal para o operador.

Programa de Processamento de Chamada

Controla as operações normais de comutação, a fim de estabelecer e supervisionar as conexões de chamadas. São três os tipos de processamento envolvidos :

- Processamento de Entrada : Os terminais da rede de comutação são verificados periodicamente para saber se foi solicitada uma tarefa.

- Processamento Interno : São analisados os sinais de entrada provenientes dos terminais de rede, sendo determinadas e executadas as tarefas de processamento de chamadas.
- Processamento de Saída : Os sinais de circuito são transmitidos, os canais de conversação gerenciados e as mensagens apropriadas transmitidas.

Programa de Administração

São suas funções :

- Supervisão de tráfego para uso efetivo do sistema de comutação.
- Manutenção das operações normais de comutação mesmo quando os dados da central estiverem sendo modificados.
- Fornecimento de dados para operações de tarifação e estatística.
- Execução das operações de manutenção da central e controle das comunicações da interface homem-máquina.

O Programa de Administração é acessado automaticamente por meio de eventos normais de processamento de chamada ou manualmente, pelos operadores, através dos terminais.

Apêndice B

Introdução a ASN.1 - *Abstract Syntax Notation*

B.1 Introdução

Este apêndice procura abordar as idéas básicas da linguagem ASN.1. Não se pretende fazer uma abordagem completa, pois esta pode ser encontrada nas recomendações X.208[18] e X.209[19].

O ASN.1 é uma linguagem usada para descrever informação de forma estruturada. Tem sido aproveitada tipicamente para especificação de protocolos de comunicação, e em particular em todas as padronizações realizadas na camada de aplicação do Modelo OSI.

As origens do ASN.1 remontam às linguagens de programação de alto nível, ou pelo menos no que se refere a sua declaração de dados. Esta semelhança não é apenas superficial, o ASN.1 traz para o campo de especificação de protocolos muitos dos benefícios que as linguagens de alto nível trouxeram para o ambiente de programação. Antes do ASN.1 a informação transportada nos protocolos era especificada de forma muito cansativa, com grande recorrência ao nível de bits e bytes, numa situação muito semelhante a que existia no ambiente de programação antes do surgimento das linguagens de alto nível, que desobrigaram os programadores do cuidado excessivo com a estrutura de dados.

B.2 Sintaxe Abstrata e de Transferência

B.2.1 Sintaxe Abstrata e de Transferência

A Sintaxe Abstrata está relacionada com a informação, enquanto que a Sintaxe de Transferência condiz com os dados, isto é, a representação da informação por caracteres ou números, para fins de transferência.

Deve-se perceber que qualquer informação trocada entre usuários OSI é sempre definida enquanto ao **tipo** e **valor**. O tipo se refere aos valores que o dado pode assumir, como tipos inteiros, booleanos, reais etc. Quando uma dado é booleano, por exemplo, infere-se que só pode assumir os valores de verdadeiro ou falso.

Uma máquina para processar um dado, primeiro precisa conhecer qual seu **tipo**, os valores que o dado pode assumir. Este é uma das razões da importância dos tipos para o processamento de informações, sejam de de gerência ou não.

A Sintaxe Abstrata define os **tipos** dos dados a serem transferidos, representa uma abstração da informação. Já a Sintaxe de Transferência preocupa-se com os **valores**, isto é, exatamente como o valor daquele tipo será transferido, qual a forma padrão de representação.

Para fins de exemplo de Sintaxe Abstrata e de Transferência, supor uma estação meteorológica que periodicamente envia relatórios sobre as condições atmosféricas para um centro de supervisão. Neste centro, os dados deste relatório alimentam um software que os interpreta e procura realizar previsões do tempo.

Na presente discussão não há interesse em discutir-se como estes dados são transportados, isto se refere às camadas mais baixas do Modelo OSI, de 1 a 4. A preocupação aqui se refere apenas à informação transmitida entre a estação meteorológica e os computadores do centro de supervisão.

Por razões como alocação de memória, verificação da integridade dos dados, e a própria necessidade de interpretação, tanto o software na estação atmosférica responsável por sintetizar os dados enviados pelos sensores, quanto o software instalado no centro de supervisão devem saber qual a **informação** incluída em um relatório.

Este conhecimento, que é essencial para os softwares poderem ser escritos, é concernente com a Sintaxe Abstrata, isto é, a abstração de informação, através de números, caracteres, sinais etc. Isto pode ser realizado com o envio do conjunto de todos os possíveis e distintos relatórios.

É claro que isto não é viável. Em termos práticos, realiza-se definindo o tipo do dado, o que infere imediatamente os valores que o mesmo pode assumir. Uma descrição informal de uma sintaxe abstrata poderia ser :

-Número da Estação (1-99999)

-Horário e Data do Relatório (YYMMDDHHMMSS)

- Pressão Barométrica (milibares)
- Temperatura (graus Celsius)
- Humidade Relativa (%)
- Velocidade Média do Vento (Km/h)
- Direção Média do Vento (unidades de 7,5 graus a partir do Norte)

Pode-se perceber que o número possível de relatórios diferentes é imenso. Porém esta é uma situação contornável porque cada relatório é estruturado em um pequeno número de componentes, com tipos de dados bem definidos, e assim facilmente manipuláveis. A necessidade é de saber se o elemento é factível de pertencer àquele conjunto, isto é , um relatório com uma estação de número 100000, não seria admissível.

O conhecimento compartilhado da Sintaxe Abstrata, porém, não é suficiente por si só para troca de informação entre dois sistemas. Também se faz necessário um acordo sobre a Sintaxe de Transferência, a maneira em que cada uma das possíveis mensagens é representada por uma string de bytes ou bits. Do mesmo modo que na Sintaxe Abstrata, existe um número muito grande de possíveis sintaxes de transferências. A tabela B.1 apresenta uma possível Sintaxe de Transferência.

Por exemplo, em forma hexadecimal, baseado na tabela B.1, este poderia ser um relatório, utilizando-se esta Sintaxe de Transferência :

```
7329009001021257031056FF030260015000
```

Uma outra alternativa para passar-se a Sintaxe de Transferência seria usar uma codificação orientada a caractere. Aqui, toda a informação é primeiro representada como uma string de caracteres e então cada caractere individual é novamente codificado, por exemplo, em ASCII.

As strings de caracteres a considerar como mensagens válidas podem ser descritas usando uma notação do tipo Backus-Naur Form (BNF). Esta notação tem sido bastante usada para definir sintaxe de linguagens de programação desde que foi usada em Algol 60. E o ASN.1 também faz uso da mesma.

O exemplo abaixo descreve uma Sintaxe de Transferência válida, baseada em caractere, para o relatório de tempo.

Octetos	Correspondência	
1-3	número da estação	5 dígitos BCD último semi-octeto sem uso
4	ano	2 dígitos BCD
5	mês	2 dígitos BCD
6	dia	2 dígitos BCD
7	hora	2 dígitos BCD
8	minuto	2 dígitos BCD
9	segundo	2 dígitos BCD
10-11	pressão	4 dígitos BCD
12	temperatura(sinal)	todos 0 para + ; todos 1 para -
13	temperatura(magnitude)	2 dígitos BCD
14-15	humidade	3 dígitos BCD último semi-octeto sem uso
16-17	velocidade média do vento	3 dígitos BCD último semi-octeto sem uso
18	direção média do vento	2 dígitos BCD

Tabela B.1: *Exemplo de Sintaxe de Transferência*

Por BCD entende-se *Binary Coded Decimal*, onde cada número é representado em decimal, e cada dígito decimal por sua vez é representado em binário. Uma vez que quatro bits são necessários para representar um dígito decimal, um octeto codifica dois dígitos. Em cada semi octeto, os dígitos são representados em sua forma mais imediata, isto é, 0 corresponde a 0000, o dígito 1 a 0001, etc. Os valores 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 e 1111 não são usados.

Relatorio	=	{ NumeroEstacao ; DataEHorario ; Pressao ; Temperatura ; Humidade ; VelocidadeVento ; DirecaoVento }
NumeroEstacao	=	NumeroPositivo
DataEHorario	=	Ano Mes Dia Hora Minuto Segundo
Pressao	=	NumeroPositivo
Temperatura	=	Numero
Humidade	=	NumeroPositivo
VelocidadeVento	=	NumeroPositivo
DirecaoVento	=	NumeroPositivo
Ano	=	DoisDigitos
Mes	=	DoisDigitos
Dia	=	DoisDigitos
Hora	=	DoisDigitos
Minuto	=	DoisDigitos
Segundo	=	DoisDigitos
DoisDigitos	=	Digito Digito
NumeroPositivo	=	DigitoNaoZero SequenciaDigitos Digito
SequenciaDigitos	=	Digito SequenciaDigitos Digitos
Numero	=	NumeroPositivo - NumeroPositivo
Digito	=	0 DigitoNaoZero
DigitosNaoZero	=	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Exemplo de Sintaxe de Transferência

Na variante de BNF usada aqui, os caracteres em negrito são os que vão aparecer na string de dados transferida entre a estação e o centro de supervisão. O símbolo | quer dizer “ou”, e o “;” serve como separador dos campos, já que aqui não se fixou o tamanho dos campos.

Assim, nesta gramática, a string do exemplo já apresentado, em hexadecimal, ficaria da seguinte forma :

{73290;9001021257703;1056;-3;26;15;0}

Já transmitindo estes símbolos em ASCII com paridade nula, ter-se-ia :

7B37333239303B3930303130323132353730
333B313035363B2D333B32363B31353B307D

Percebe-se que esta última transferência necessita de duas vezes mais bytes do que a outra. Isto se deve ao uso de um byte inteiro para representação de um dígito, ao invés de meio byte, que era o caso anterior.

De qualquer forma, nos exemplos aqui apresentados, percebe-se que a formulação de uma Sintaxe de Transferência não é uma coisa tão simples, pois depende de decisões do tipo como será feita a representação dos números ou a separação dos campos. Estas decisões não devem ser, em sua essência, específicas a cada caso tratado.

Seria preferível que estas decisões fossem tomadas de uma maneira mais padronizada. **O que se procura então são regras que permitam de forma sistemática, a obtenção da Sintaxe de Transferência a partir da Sintaxe Abstrata.** Estas regras existem, e são chamadas de *Basic Encoding Rules (BER)*.

Desta forma em termos da asserção inicial, a BER está mais ligada ao dado que se pretende transferir, isto é, **como transferir seu tipo e valor**, enquanto a Sintaxe Abstrata preocupa-se mais com a definição dos tipos.

A abordagem de BER na definição da Sintaxe de Transferência resulta num ganho considerável de esforço para os que trabalham com protocolos na camada de Aplicação. Este ganho é particularmente sentido quando as mensagens trocadas possuem estruturas complexas.

Este conjunto de regras de codificação só pôde ser definido em concordância com os conceitos de Sintaxe Abstrata. Os conceitos requeridos no exemplo do relatório do tempo incluem a habilidade de criar uma mensagem a partir de uma seqüência de campos, e a idéia de número inteiro, restrito a uma faixa de valores.

Estes conceitos foram padronizados e aceitos mundialmente, formando uma linguagem de especificação de sintaxe abstrata, o ASN.1. Usando ASN.1, o relatório do tempo teria sua Sintaxe Abstrata expressa como :

```
RelatorioTempo ::= SEQUENCE
{
  NumeroEstacao          INTEGER (1..99999),
  RegistroRelatorio      UTCTime,
  Pressao                 INTEGER (850..1100),
  Temperatura            INTEGER (-100..60),
  Humidade                INTEGER (0..100),
  VelocidadeVento        INTEGER (0..500),
  DirecaoVento            INTEGER (0..48)
}
```

O ASN.1 também permite a especificação de valores particulares, principalmente para fins de exemplo. Abaixo, os valores que foram usados para obter a Sintaxe de Transferência a partir da Sintaxe Abstrata do exemplo anterior :

```
{
NumeroEstacao    73290,
RegistroRelatorio "900102125703Z"
Pressao          1056,
Temperatura      -3,
Humidade         26,
VelocidadeVento  15,
DirecaoVento     0
}
```

Uma possível codificação de Sintaxe de Transferência, usando a BER, seria, em hexadecimal :

```
30240203011E4A170D39303031303231323537
303359020204200201FD02011A02010F020100
```

Não é intenção do trabalho fazer uma abordagem sobre a BER, mas apenas apontar sua função e existência.

B.3 Conclusão

A idéia mais importante deste apêndice é que toda informação trocada é definida por um **tipo** e um **valor**. Desta forma, deve-se enxergar a listagem de ASN.1 como a forma de especificar os tipos e possíveis valores das informações de gerência a serem transferidas e trocadas entre sistemas diferentes.

Ao longo de toda a listagem do GDMO é feita a definição dos registros (REGISTERED AS) de Classes, Pacotes, Atributos, Ações e Nomes de Ligação. Na listagem de ASN.1 este registro é do tipo OBJECT IDENTIFIER, cuja característica é dar nome (ou registro) único para o elemento tratado.

Na definição dos Atributos, é definida seu tipo ASN.1, (WITH ATTRIBUTE SYNTAX), inteiro, real, booleano etc.

No Comportamento (Behaviour), cada campo definido, (Probable Cause, Specific Problem etc.) possui um tipo e um valor definido no ASN.1.

No Action, além do seu registro, é definida a gramática dos parâmetros de entrada do comando isto é, seu tipo (WITH INFORMATION SYNTAX), e dos parâmetros de saída (WITH REPLY SYNTAX).

Esta é a principal aplicação do ASN.1 na definição do Modelo de Informação.

Bibliografia

- [1] ITU-T. *M.3010 : Principles for a Telecommunications Management Network*. ITU, 1992.
- [2] ITU-T. *X.720 : Management Information Model*. ITU, 1992.
- [3] ITU-T. *X.721 : Definition of Management Information*. ITU, 1991.
- [4] ITU-T. *X.722 : Guidelines for the Definitions of Managed Objects*. ITU, 1991.
- [5] Antônio Martins Ferrari. *Telecomunicações : Evolução e Revolução*. Érica, 1991.
- [6] ITU-T. *X.200 : Reference Model of Open Systems Interconnection for CCITT Application*. ITU, 1989.
- [7] T. C. M. de Brito Carvalho. *Gerenciamento de Redes : Uma Abordagem de Sistemas Abertos*. Makron Books, 1993.
- [8] ITU-T. *X.710 : Common Management Information Service Definition*. ITU, 1991.
- [9] ITU-T. *X.711 : Common Management Information Protocol*. ITU, 1991.
- [10] Tie Liao; Dominique Seret. Network management: interoperability and information model. *Computer Communications*, 14(10):588-597, December 1991.
- [11] Brad J. Cox. *Object Oriented Programming*. Addison-Wesley, 1986.
- [12] ITU-T. *X.733 : Alarm Reporting Function*. ITU, 1992.
- [13] ITU-T. *X.734 : Event Management Function*. ITU, 1993.
- [14] ITU-T. *X.700 : Management Framework*. ITU, 1992.
- [15] Rumbaugh. *Object-Oriented Modeling and Design*. Prentice Hall, 1991.

-
- [16] Marcos Takanoashi. *Padronização em gerenciamento de redes de telecomunicações : estudo e especificação de uma interface Q3 da TMN*. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, 1993.
 - [17] ITU-T. *M.3100 : Generic Information Model*. ITU, 1991.
 - [18] ITU-T. *X.208 : Open Systems Interconnection: Specification of Abstract Syntax Notation (ASN.1)*. ITU, 1989.
 - [19] ITU-T. *X.209 : Open Systems Interconnection: Specification of Basic Encoding Rules for Abstract Syntax Notation (ASN.1)*. ITU, 1989.