

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**Uma Visão Técnica da Gerência de Facilidades da Rede Interna  
de Telecomunicações Voltada ao Atendimento ao Cliente**

**Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do  
Grau de Mestre em Ciência da Computação**

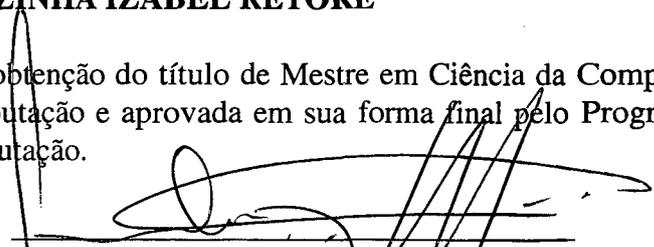
**TEREZINHA IZABEL RETORE**

**Florianópolis, dezembro de 1999**

**UMA VISÃO TÉCNICA DA GERÊNCIA DE FACILIDADES DA REDE INTERNA  
DE TELECOMUNICAÇÕES VOLTADA AO ATENDIMENTO AO CLIENTE**

**TEREZINHA IZABEL RETORE**

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, especialidade de Sistemas de Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação.



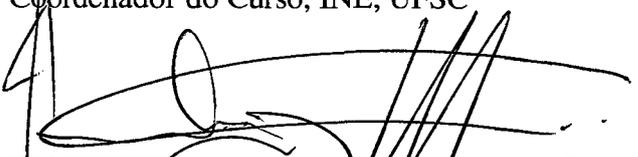
Prof. Paulo José de Freitas Filho, Dr.  
Orientador, INE, UFSC

*Elizabeth Specialski*  
Profa. Elizabeth Sueli Specialski, M.Sc.  
Co-orientadora, INE, UFSC



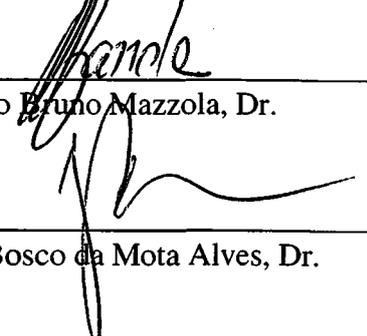
Prof. Fernando Gauthier, Dr.  
Coordenador do Curso, INE, UFSC

Banca examinadora:



Prof. Paulo José de Freitas Filho, Dr.  
Presidente, INE, UFSC

*Elizabeth Specialski*  
Profa. Elizabeth Sueli Specialski, M.Sc.  
INE, UFSC



Prof. Vitório Bruno Mazzola, Dr.  
INE, UFSC

Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.  
INE, UFSC

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, dos quais recebi a graça mais preciosa do universo: a vida.

Ao Fernando pelo seu amor e carinho.

Aos colegas de trabalho que propiciaram a validação do modelo proposto e adotaram as idéias básicas para implementação do projeto de provisionamento de recursos.

Agradeço em especial à Debora que sempre se fez presente em todos os momentos dando apoio e incentivo ao trabalho.

Aos professores da Universidade Federal de Santa Catarina por terem dado a base de conhecimento necessária para que este trabalho fosse desenvolvido dentro dos padrões de qualidade e funcionalidade.

Agradeço a Deus por sua presença constante.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
GLOSSÁRIO.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE TABELAS.....	XI
CAPÍTULO I.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 APRESENTAÇÃO.....	12
1.2 OBJETIVO GERAL.....	13
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
CAPÍTULO II.....	15
2 ARQUITETURAS DE REDES, SISTEMAS E SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES.....	15
2.1 INTRODUÇÃO.....	15
2.2 A EVOLUÇÃO DAS REDES DE TELECOMUNICAÇÕES.....	15
2.3 REDE DE ACESSO E SUAS TECNOLOGIAS.....	16
2.4 A REDE INTERNA E SUAS TECNOLOGIAS.....	16
2.4.1 Técnicas de multiplexação.....	16
2.4.1.1 Multiplexação por divisão frequência – FDM.....	17
2.4.1.2 Multiplexação por divisão de tempo -TDM.....	17
2.4.2 Hierarquia de transmissão analógica.....	18
2.4.3 Hierarquias de transmissão digital.....	18
2.4.3.1 Hierarquia digital plesiócrona - PDH.....	18
2.4.3.2 Hierarquia digital síncrona - SDH.....	21
2.4.4 A rede de comutação de pacotes.....	22
2.4.5 Rede Frame Relay.....	23
2.5 OS PRINCIPAIS E OS NOVOS SERVIÇOS OFERECIDOS AOS CLIENTES.....	24
2.5.1 Serviço de comunicação de dados especializados.....	24
2.5.2 O serviço de comunicação de dados baseado em tecnologia <i>Frame Relay</i> .....	24
2.5.3 O serviço de comunicação de dados comutado por pacotes.....	25
2.5.4 Circuito privativo de voz.....	25
2.5.5 Rede digital de serviços integrados – RDSI.....	26
2.5.6 Acesso internet.....	26
2.5.7 Voz sobre IP.....	27
CAPÍTULO III.....	28
3 GERÊNCIA INTEGRADA DE REDES E SERVIÇOS E TMN.....	28
3.1 INTRODUÇÃO.....	28
3.2 A EVOLUÇÃO DA GERÊNCIA INTEGRADA DE REDES E SERVIÇOS NO BRASIL.....	28
3.3 A <i>TELECOMMUNICATIONS MANAGEMENT NETWORK</i> -TMN.....	29
3.3.1 O modelo TMN.....	30
3.3.2 Camadas de gerência.....	30
3.3.3 As recomendações TMN.....	32
3.4 SURGIMENTO DE CONCEITOS DE SOLUÇÃO COOPERATIVA.....	33
3.5 ORGANISMOS DE PADRONIZAÇÃO.....	34

CAPÍTULO IV.....	35
4 GERÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO E GERÊNCIA DE FACILIDADE .....	35
4.1 INTRODUÇÃO .....	35
4.2 GERÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO.....	35
4.3 A FUNÇÃO DE PROVISIONAMENTO DE RECURSOS.....	37
4.4 NECESSIDADES DE FERRAMENTAS DE SUPORTE AOS PROCESSOS DO PROVISIONAMENTO DE RECURSOS .....	38
4.5 OS PROCESSOS BÁSICOS DO PROVISIONAMENTO DE RECURSOS .....	39
4.5.1 Configuração da rede e roteamento .....	40
4.5.2 A gerência de facilidades .....	41
4.6 A GERÊNCIA DE FACILIDADES E AS NECESSIDADES DAS OPERADORAS.....	42
4.7 INICIATIVAS DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS PARA GERÊNCIA DE FACILIDADES.....	44
CAPÍTULO V .....	45
5 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	45
5.1 INTRODUÇÃO .....	45
5.2 METODOLOGIAS PARA MODELAGEM DE OBJETOS.....	45
5.2.1 Principais metodologias para modelagem de objetos .....	45
5.2.2 Unificação de métodos para a criação de um novo padrão (UML) .....	46
5.2.3 UML, a metodologia usada neste trabalho.....	47
5.2.4 Fases do desenvolvimento de um sistema em UML.....	49
CAPÍTULO VI.....	51
6 UM MODELO GENÉRICO PARA A GERÊNCIA DE FACILIDADES DE REDE INTERNA.....	51
6.1 INTRODUÇÃO.....	51
6.2 NARRATIVA DO PROCESSO PRODUTIVO DA GERÊNCIA DE FACILIDADES DA REDE INTERNA.....	51
6.3 SOLUÇÃO PROPOSTA .....	54
6.3.1 Casos de uso.....	55
6.3.2 Modelo de classes preliminar.....	59
6.3.3 Diagramas de interação.....	63
6.3.4 Modelo de classes com operações .....	64
CAPÍTULO VII .....	69
7 CONCLUSÕES .....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
ANEXO I.....	73
8 A REDE DE ACESSO .....	73
8.1 REDE METÁLICA CONVENCIONAL.....	73
8.2 ESTÁGIOS DE LINHA REMOTO – ELR OU CONCENTRADORES CONVENCIONAIS.....	73
8.3 CONCENTRADORES DISTRIBUÍDOS .....	73
8.4 ARMÁRIOS ÓPTICOS.....	74
8.5 TECNOLOGIAS XDSL (DIGITAL SUBSCRIBER LINE) .....	74
8.6 TECNOLOGIAS HFC ( <i>HYBRID FIBER COAX</i> ) .....	75
8.7 WLL ( <i>WIRELESS LOCAL LOOP</i> ) .....	75
8.8 SISTEMAS VIA SATÉLITE.....	75

## RESUMO

Este trabalho apresenta a especificação de casos de uso e diagrama de classes genérico que tem como objetivo a definição de uma visão da gerência de facilidades da rede interna de telecomunicações considerando a necessidade de provisionamento de recursos e configuração da rede visando o aumento da qualidade da prestação dos serviços aos clientes. Facilidade, de um nó da rede, é cada um dos elementos fornecidos pela estrutura de telecomunicações, instalados naquele nó e que serão usados para atender as necessidades dos clientes quanto ao escoamento de voz, dados, imagem, etc.

Serão apresentados os conceitos básicos sobre a GIRS (Gerência Integrada de Redes e Serviços) e a TMN (*Telecommunications Management Network*), a arquitetura das redes de telecomunicações e os dados dos seus recursos e, finalmente a especificação para futuros desenvolvimentos de sistemas de suporte à gerência de facilidades, suas funcionalidades básicas para gerenciá-las serão apresentadas através de casos de uso, modelo de classes e operações e diagramas de interação.

**ABSTRACT**

*This work presents the specification of use cases and generic class diagrams that has the goal to define a view of telecommunications inside network facilities management consider the needs of resource provisioning and network configuration improving the quality of services offered to the clients. Facility of a network node is each of elements provided by the telecommunication structure that is used to consider services to the client for use voice, data and image.*

*The GIRS and TMN basic concepts are shown as the telecommunications network architecture and resources. Finally a specification to the future system development that support operations system that has the functionality basic modeled by the use cases, class diagram and operations.*

**GLOSSÁRIO**

ATM	- <i>Asynchronous Transfer Mode</i>
ACTS	- <i>Advanced Communications Technology and Research</i>
ASN.1	- <i>Abstract Syntax Notation One</i>
BRISA	- Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos
CASE	- <i>Computer Aided Software Engineering</i>
CPqD	- Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da TELEBRÁS
ELR	- Estágios de linha remoto
ETSI	- <i>European Telecommunications Standards Institute</i>
FCAPS	- <i>Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security</i>
FDM	- <i>Frequency Division Multiplex</i>
GIRS	- Gerência Integrada de Redes e Serviços
INA	- <i>Information Network Architecture</i>
ISO	- <i>International Standards Organization</i>
ITU-T	- <i>International Telecommunications Union</i>
NMF	- <i>Network Management Forum</i>
OAM&P	- Técnica de Modelagem de Objetos
OMT	- Operação, Administração, Manutenção e Provisionamento de Serviços

OS	- <i>Operation System</i> – Sistema de Gerência ou sistema de Operação
OSCA	- <i>Operation Systems Computing Architecture</i>
OSI	- <i>Open System Interconnection</i>
PAM	- Modulação por Amplitude de Pulso
PDH	- Hierarquia Digital Plesiócrons
RDSI	- Rede Digital de Serviços Integrados
ROP	- Rede Óptica Primária
SDH	- <i>Synchronous Digital Hierarchy</i>
SMART	- <i>Service Management Automation Reengineering Team</i>
SPR	- Sistema de Provisionamento de Recursos
T1M1	- <i>American Standards Institute</i>
TCS	- Tele Centro Sul Participações S/A
TDM	- <i>Time Division Multiplex</i>
TELESC	- Telecomunicações de Santa Catarina S/A
TELEBRÁS	- Telecomunicações Brasileiras S/A
TI	- Tecnologia da Informação
TINA	- <i>Telecommunications Information Networking Architecture</i>
TMN	- <i>Telecommunications Management Network</i>

TINA-C - *TINA Consortium*

UML - *Unified Modeling Language*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – HIERARQUIAS DIGITAIS PLESIÓCRONAS.....	19
FIGURA 2 – HIERARQUIAS DIGITAIS PLESIÓCRONAS E SÍNCRONAS.....	21
FIGURA 3 – ARQUITETURA LÓGICA TMN .....	31
FIGURA 4 – FLUXO DE PROCESSOS DO PROVISIONAMENTO DE REDE.....	38
FIGURA 5 – FLUXO DE PROCESSOS DO PROVISIONAMENTO DE REDE.....	40
FIGURA 6 – PROCESSOS FIM-A-FIM.....	43
FIGURA 7 – ESQUEMA FUNCIONAL DA GERÊNCIA DE FACILIDADES. ....	52
FIGURA 8 – INVENTÁRIO FÍSICO E LÓGICO DAS FACILIDADES. ....	54
FIGURA 9 – DIAGRAMA DE USE-CASE DA FASE DE ANÁLISE DE REQUISITOS. ....	57
FIGURA 10 – DIAGRAMA DE CLASSES PRELIMINAR. ....	62
FIGURA 11 – DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA DESOCUPAR FACILIDADE.....	63
FIGURA 12 – DIAGRAMA DE CLASSES COM OPERAÇÕES. ....	66
FIGURA 13 –PACOTES DO SISTEMA. ....	67

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1– CONJUNTO FUNCIONALIDADES DA GERÊNCIA DE CONFIGURAÇÃO DA GERÊNCIA TMN.....	37
TABELA 2 – CASOS DE USO DA GERÊNCIA DE FACILIDADES. ....	59
TABELA 3 – CLASSES E OPERAÇÕES. ....	65

# **CAPÍTULO I**

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Apresentação**

Desde 1990, a TELESC e as demais operadoras do antigo sistema TELEBRÁS realizaram progressos significativos no desenvolvimento dos sistemas de suporte à operação. Contudo, há uma forte necessidade de um aprimorar os processos operacionais para compatibilizar a capacidade da rede com a demanda crescente dos atuais e novos serviços, ampliando a oferta destes serviços e fornecendo subsídios a operação dos recursos existentes na planta.

Atualmente, a maioria das operadoras gerencia suas facilidades de rede interna e o inventário da rede de maneira semi-automática. Em alguns casos possuem pequenos sistemas isolados por tecnologia ou segmento de mercado, em outros, possuem o registro em diagramas, pastas (papel) e por vezes apenas em memória humana. Estes dados, nem sempre são confiáveis e/ou representavam a realidade da planta.

Face a esta situação pode-se citar os principais problemas encontrados pelas operadoras: demora e/ou o não atendimento ao cliente devido a dificuldade na localização de facilidades disponíveis; demora no reparo, em caso de falha, devido a dificuldade de localização física do equipamento e suas interconexões; existência de clientes usando facilidades sem o devido faturamento; dificuldades de se ter um inventário preciso dos equipamentos existentes na planta e suas facilidades; por vezes são usadas rotas com diversos enlaces ao invés de rotas diretas por falta de otimização da rede elevando o custo operacional do serviço.

As arquiteturas da rede de telecomunicações, no Brasil, são muito complexas de administrar e gerenciar porque a planta instalada tem soluções tecnológicas de diferentes fabricantes e estas não possuem interfaces padronizadas a fim de trocar informações.

Face ao problema exposto acima, as empresas necessitam tratar de seus processos operacionais de forma integrada a fim de que estejam dotadas de ferramentas que permitam gerenciar e projetar rotas e circuitos a partir do cadastro lógico da planta de equipamentos de

telecomunicações, demonstrando todas as interconexões necessárias ao atendimento. É necessário que ocorram desenvolvimentos e integração desses sistemas com os existentes para que seja possível, passo-a-passo, tratar dos processos e ações relacionadas a gerência de recursos da rede, plataformas e arquiteturas visando a gerência integrada de redes com a gerência de provisionamento de recursos e serviços de telecomunicações.

Outro fator motivador foi o estudo de recomendações e metodologias padronizadas para aplicar a um caso prático e, com isso poder propor alternativas de modelagem desses recursos de maneira que fosse possível uma integração e padronização mesmo estes sendo de tecnologias e fabricantes diferentes.

O desenvolvimento do trabalho teve como apoio as recomendações do TMForum GB 910 - *Telecom Operations Map* e TMForum GB 908 - *Network Management Detailed Operations Map*, além das recomendações do ITU-T: M.3200 e M.3400 referentes aos processos operacionais e principalmente as experiências práticas das pessoas envolvidas na gerência integrada de rede e serviços e o conhecimento adquirido no desenvolvimento do sistema de gerência de facilidades da rede interna para a TELESC.

## **1.2 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho é definir uma visão da gerência de facilidades da rede interna de telecomunicações considerando a necessidade de provisionamento de recursos e configuração da rede visando o aumento da qualidade da prestação de serviços aos clientes

## **1.3 Objetivos Específicos**

- Especificar através de casos de uso o processo de gerência de facilidades ressaltando a sua importância no contexto do provisionamento de recursos;
- Definir através de diagrama de classes genérico uma visão do modelo de dados para planejamento, administração e gerência de facilidades;
- Aplicar metodologias padronizadas a um caso prático.

## 1.4 Estrutura do trabalho

Para que esta tarefa fosse factível foi modelado apenas a visão das facilidade e os elementos básicos e mínimos necessários para tal gerencia.

Este trabalho está organizado em 7 capítulos, que versam sobre a arquiteturas e redes de telecomunicações, principais e novos serviços de comunicação de dados, o modelo TMN, as metodologias de modelagem de objetos, a especificação do modelo genérico para gerência de facilidades e conclusões a respeito dos resultados obtidos.

O capítulo 2 apresenta as arquiteturas e redes de telecomunicações e os principais e novos serviços de comunicação de dados oferecidos pelas operadoras.

O capítulo 3 apresenta uma introdução à gerência de rede de telecomunicações e serviços e os conceitos básicos da TMN.

O capítulo 4 descreve a gerência de configuração no contexto das operadoras de telecomunicações e apresenta em nível macro os processos básicos da função de provisionamento de recursos bem como os da gerência de facilidades e as necessidades das operadoras.

No capítulo 5, é apresentada a metodologia usada neste trabalho.

No capítulo 6, é apresenta a proposta de um modelo genérico e necessário para a gerência de facilidades da rede interna de telecomunicações.

No capítulo 7, último capítulo, são apresentadas as conclusões, dificuldades encontradas ao longo do trabalho e sugestões de trabalhos posteriores.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas e um anexo contendo os conceitos básicos sobre a rede de acesso.

## **CAPÍTULO II**

### **2 ARQUITETURAS DE REDES, SISTEMAS E SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES**

#### **2.1 Introdução**

O primeiro serviço de telefonia surgiu juntamente com o primeiro telefone (transmissão eletromagnética de voz), em 1876, disponibilizado por Alexander Graham Bell.

Hoje já existem muitas soluções tecnológicas para permitir atender os usuários, praticamente em qualquer ponto geográfico. Essas tecnologias são usadas sob alguns critérios pois apresentam características diversas em relação a custo de implantação, operação, manutenção, tempo de implantação, qualidade do serviço e possibilidade de evolução.

A planta das operadoras é formada por infra-estrutura, rede de acesso, comutação e transmissão de diferentes tecnologias. Serão apresentados resumidamente as tecnologias e a configuração das redes que compõem a planta de telecomunicações, novas tecnologias de acesso e avanços na área de serviços pois seus recursos disponibilizam facilidades para atendimento ao cliente.

#### **2.2 A evolução das redes de telecomunicações**

Hoje os usuários requerem troca de informações na forma mais ampla possível com voz, dados e imagem combinadas. A demanda é crescente, iniciando com disponibilidade dos serviços de telefonia básica para todos (em qualquer lugar e com qualidade), passando por RDSI – Rede Digital de Serviços Integrados e chegando finalmente a um dos grandes impulsionadores da evolução das redes, o acesso à INTERNET.

Esses fatores têm moldado e influenciado muito na evolução das tecnologias e arquiteturas das redes de Telecomunicações e conseqüentemente exigindo novos requisitos de infraestrutura e de sistemas de informação.

Há uma forte preocupação das operadoras em encontrar parâmetros claros e objetivos que

modelem as futuras Redes de Telecomunicações, para evitar a adoção de tecnologias que nascem praticamente obsoletas ou que não possuem a flexibilidade suficiente para adaptar-se aos novos conceitos de rede. Mas também há uma preocupação em relação à necessidade de adaptar toda a infra-estrutura existente aos novos conceitos de rede.

Neste contexto, as novas arquiteturas devem ser mais flexíveis para atender aos diversos fatores: explosão do tráfego de dados; crescimento considerável da telefonia móvel; convergência entre voz e dados; convergência entre telefonia fixa e móvel; evolução das redes de banda estreita e banda larga.

### **2.3 Rede de acesso e suas tecnologias**

A rede de acesso pode ser definida como um conjunto de equipamentos e infra-estrutura de telecomunicações que interliga os pontos de terminações nas instalações do cliente até o distribuidor geral e conseqüentemente à central de comutação local e/ou aos serviços de dados especializados.

É também conhecida por rede externa e não é objeto deste trabalho, mas em virtude desta disponibilizar facilidades de acesso aos clientes, serão apresentados de forma resumida os vários tipos de equipamentos no anexo I.

### **2.4 A rede interna e suas tecnologias**

A rede interna das operadoras de telecomunicações é composta pelos equipamentos da planta, como eles estão interligados, sua capacidade, configuração e disponibilidade. Serão apresentadas aqui as mais importantes tecnologias e a configuração básica de cada uma, pois é a base de estudo deste trabalho.

#### **2.4.1 Técnicas de multiplexação**

Inicialmente a comunicação por telefone necessitava da comutação de um par de fios para estabelecer a ligação telefônica. Como a implantação de linhas físicas absorvia a maior parcela de investimento, pensou-se na utilização múltipla destas linhas, pelo menos nas redes de longa distância. Este esforço levou à multiplexação, que é a técnica que permite a

transmissão de mais de um sinal em um mesmo meio físico. Existem duas formas básicas de multiplexação: por Divisão de Frequência - FDM e por Divisão de Tempo - TDM.

#### **2.4.1.1 Multiplexação por divisão frequência – FDM**

Nesta técnica uma faixa de frequência é dividida em faixas parciais estreitas. Os sinais telefônicos são convertidos em faixas parciais através de modulação com diferentes ondas senoidais (portadoras) e assim transmitidas. Como as portadoras são moduladas pelo sinal telefônico, este método também é denominado de método da frequência portadora. Após uma demodulação na recepção, estes sinais estão disponíveis novamente em sua forma original.

#### **2.4.1.2 Multiplexação por divisão de tempo -TDM**

Nesta técnica os sinais telefônicos não são transmitidos lado a lado na faixa de frequência como no FDM, mas sim, deslocados no tempo. Toma-se como base que, para transmitir oscilações elétricas como por exemplo sinais telefônicos, não há necessidade de enviar toda a forma de onda. Utilizando o teorema da amostragem pode-se afirmar que é suficiente retirar em intervalos regulares uma amostra do sinal e transmitir só o resultado desta amostragem. Através da amostragem obtém-se uma seqüência de pulsos curtos cujas amplitudes correspondem aos valores instantâneos do sinal. Esta conversão é conhecida como Modulação por Amplitude de Pulso (PAM).

Quando as amostras da forma de onda não são transmitidas com pulsos de diferentes amplitudes, porém com palavras de códigos binários, então tem-se a modulação por codificação de pulso (PCM). As amostras em pulsos são quantizadas e codificadas, geralmente, com oito bits.

As amostras codificadas de diferentes sinais PCM, reunidos ciclicamente, formam um sinal PCM multiplexado por divisão de tempo. Os sinais PCM permitem a múltipla utilização de linhas e elementos eletrônicos de comutação e são bem menos sensíveis a interferências que os sinais analógicos devido à estrutura digital da mensagem.

## 2.4.2 Hierarquia de transmissão analógica

No Sistema analógico, são utilizados como meios de transmissão os cabos coaxiais, os cabos de quadra e os rádios analógicos. Para conexão de estações com alta capacidade, são empregados os cabos coaxiais, enquanto que, quando as conexões são de baixa capacidade, são utilizados os cabos de quadra. Os rádios analógicos são, portanto, os únicos meios de transmissão realmente empregados para comunicações de longa distância em Sistemas FDM.

Dentre os equipamentos FDM existentes pode-se citar: V12 (Multiplex de 12 canais analógicos, equivalente a 1 Grupo Básico); V24 (Multiplex de 24 canais analógicos, 2 Grupos Básicos); V60 (Multiplex de 60 canais analógicos, 5 Grupos Básicos formando um Super Grupo Básico); V132 (Multiplex de 132 canais analógicos, 2 Supergrupos Básicos mais 1 Grupo Básico); V960, Multiplex de 960 canais analógicos, 1 Supergrupo Mestre Básico (3 Super grupos Básicos) mais 1 Supergrupo Básico);

A topologia do sistema analógico FDM, é do tipo ponto a ponto, e segue o padrão de níveis hierárquicos. As solicitações de clientes são atendidas na primeira hierarquia onde um sistema de transmissão analógico disponibiliza 12 canais que podem ser usados para transmissão de voz ou dados até a velocidade de 19200 bps.

## 2.4.3 Hierarquias de transmissão digital

O esquema de hierarquias de transmissão foi criado para tornar o particionamento dos *frames* independente dos progressos tecnológicos dos meios de transmissão que tendem a possibilitar taxas cada vez maiores de transmissão. Esse esquema passou por processo de padronização e é largamente utilizado pelos sistemas de telefonia digital e também para transmissão de dados.

### 2.4.3.1 Hierarquia digital plesiócrons - PDH

A transição de uma rede analógica para uma rede de transmissão digital conhecida como Hierarquia Digital Plesiócrons - PDH ("Plesios", palavra grega que significa próximo), permitiu transmitir sinais a distâncias cada vez maiores e com qualidade acima da obtida normalmente.

Neste tipo de transmissão há pequenas diferenças de sincronismo e fase entre os vários sinais básicos (tributários) que serão multiplexados para compor um único sinal de taxa mais alta. Esta diferença de sincronismo é corrigida pela utilização de bits de ajuste (enchimento) pelos equipamentos multiplexadores. Devido à utilização destes bits, toda vez que se deseja retirar um tributário de um feixe multiplexado, deve-se demultiplexar várias vezes este feixe, com os devidos custos em equipamentos. Da forma como foi concebido, o PDH se configurou em um sistema rígido, não apresentando recursos embutidos para gerenciamento de rede, nem proteção contra falhas, tornando difícil a criação de novos serviços e a adaptação dos existentes, e principalmente sem flexibilidade para atendimento de serviços de faixa larga.

Dependendo do tráfego a ser transmitido, várias taxas de transmissão e/ou interfaces foram definidas. A figura 1, abaixo, ilustra as hierarquias PDH atuais e alguns fatores de conversão possíveis entre elas:

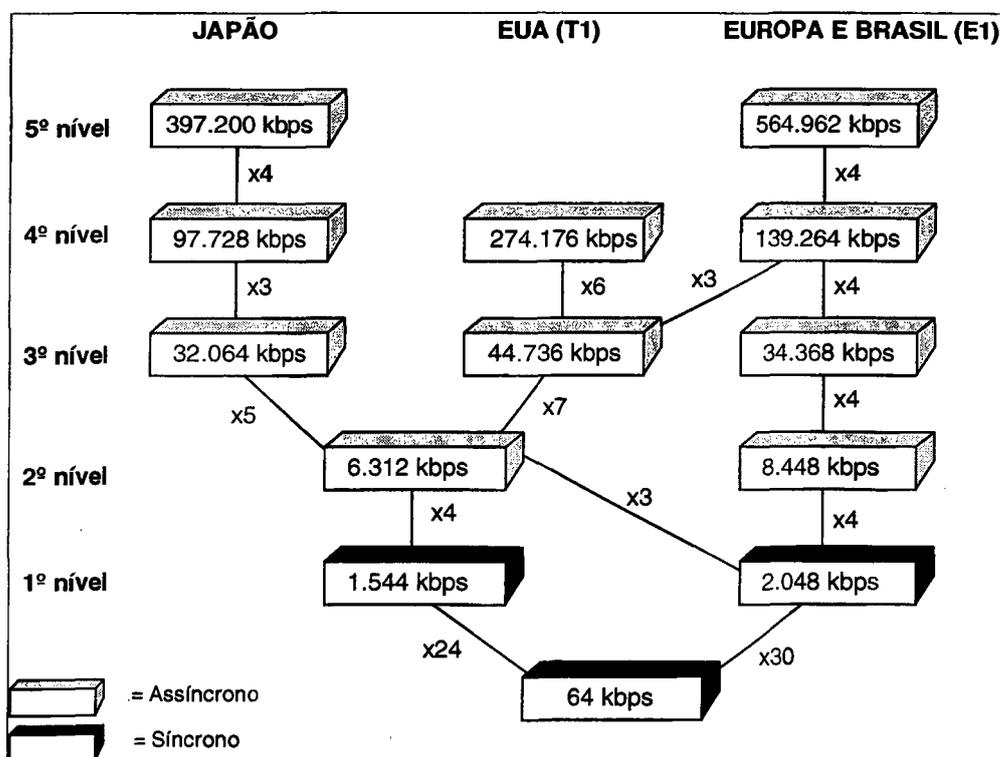


Figura 1 – Hierarquias digitais, plesiócronicas.

O sistema PDH é suportado por uma série de meios diferentes de transmissão, entre eles podemos citar os cabos coaxiais, os cabos ópticos e os rádios digitais.

Os rádios digitais de baixa capacidade, modelo MINILINK são utilizados para transmissão a

curtas distâncias. Transmitem a 900 MHz e podem receber 8 feixes de 2Mbps mas pode-se utilizar apenas 4 feixes de 2Mbps, devido a problemas referentes ao espalhamento espectral de frequência. Pode ter principal e reserva para casos de falha.

Os Rádios digitais de alta capacidade são compostos de sub-bastidores onde são alocados os CP - Canal Principal (13 canais) e/ou o CR - Canal Reserva com dois sentidos TX - Transmissão e Rx - Recepção. Pode-se usar a configuração com 2 canais principais + 1 canal reserva. Esses rádios possuem 2 sub-bastidores 1 com o DESG - Sistema de controle do Equipamento e outro com o CS - Canal de Serviço que efetua a recepção dos canais (supervisão, canal 2Mbps, canal 64 Kbps, etc) e envia para o chaveador que é responsável por modular esses canais em uma FI - Frequência Intermediária e enviar para o Transmissor que modula e transmite em 4.76 GHz (geralmente em modulação AM).

Os equipamentos multiplex da hierarquia PDH Européia, que é a utilizada no Brasil, são listados abaixo, e a recomendação G703 do ITU-T normaliza as interfaces em:

PCM30           ou MUX de 1ª ordem (intercalamento byte a byte, diferente do demais)  
 PCM120         ou MUX de 2ª ordem ou MUX 2/8 Mbps  
 PCM480         ou MUX de 3ª ordem ou MUX 8/34 Mbps  
 PCM1920        ou MUX de 4ª ordem ou MUX 34/140  
 Duplo salto ou MUX 2/34 Mbps  
 Triplo salto ou MUX 2/140 Mbps (poucos fabricantes)

Como exemplo de equipamentos a nível de 2Mbps (entregam/recebem um feixe de 2Mbps para a transmissão) podem ser citados: Central de Programa Armazenado - CPA; Centro de Controle Celular – CCC; Estação Rádio Base - ERB; TMUX - equipamento que faz a conversão de canais analógicos para digitais, mas tendem a desaparecer com o advento do cabo óptico mas tendem a aumentar nos grandes clientes.

A Rede PDH está estruturada numa topologia ponto a ponto, seguindo níveis hierárquicos. No nível de facilidade as interfaces, também chamadas tributários ou portas são as facilidades que podem ser usadas para interligar equipamentos . Os MUX de primeira ordem são os que mais tem facilidades para atender clientes pois fornecem canais de velocidades até 64 Kbps dependendo de sua configuração.

### 2.4.3.2 Hierarquia digital síncrona - SDH

Devido aos inconvenientes do PDH, foi desenvolvido o SDH (Hierarquia Digital Síncrona). O padrão SDH é o padrão ITU-T para a transmissão por fibras ópticas, foi introduzido em 1984, pelo Bellcore nos Estados Unidos, objetivando conseguir uma interface óptica compatível entre diferentes fabricantes de equipamentos de transmissão por fibras ópticas e a melhor utilização possível da tecnologia de transporte por fibra óptica. Deste objetivo inicial surge o nome SONET (*Synchronous Optical Network*). A padronização evoluiu, posteriormente, para a criação de uma estrutura de quadro flexível, capaz de concatenar as estruturas de multiplexação existentes com a nova estrutura e facilidades de operação e manutenção características da SDH. A figura 2, apresentada a seguir, mostra as hierarquias digitais plesiócronicas e síncronas.

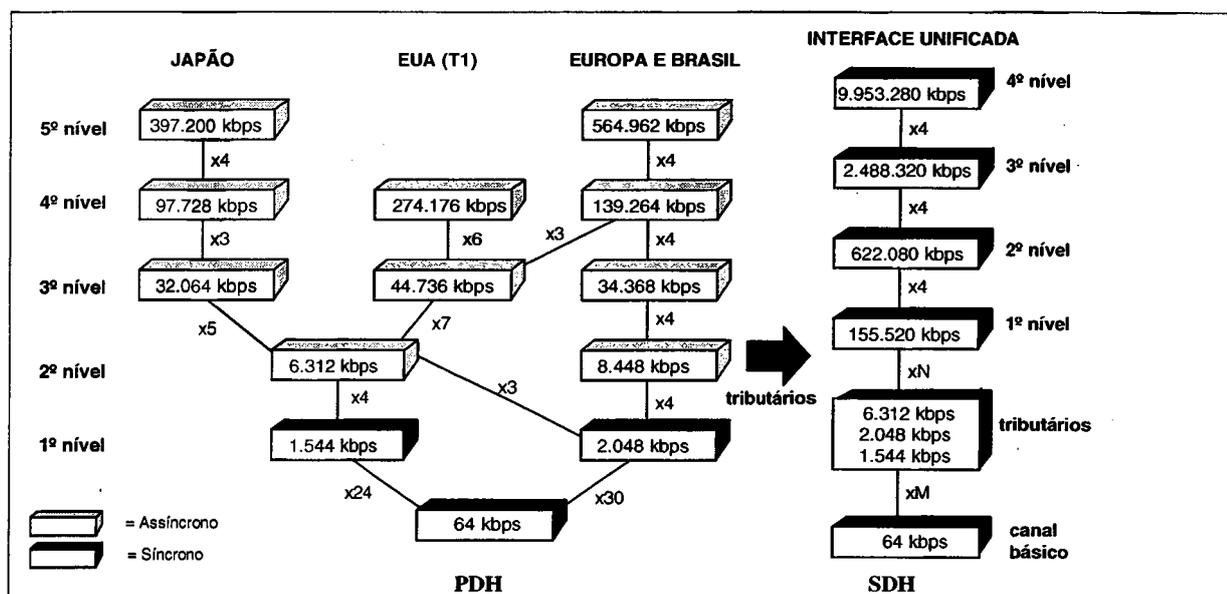


Figura 2 – Hierarquias digitais plesiócronicas e síncronas.

É importante lembrar que numa conversa ao telefone, a voz é digitalizada e transformada em pacotes de 64 kbps. Dentro da central telefônica os assinantes são reunidos em grupos de 30, ou seja, 30 pacotes de 64 kbp/s produzem um pacote maior de 2 Mbps, que é reconhecido como enlace E1. Este enlace é, na verdade, um único par de fios onde 2 milhões de bits se alternam a cada segundo - com o devido sincronismo, os equipamentos separam, dessa seqüência de bits, aqueles relativos a cada um dos 30 canais de voz, ou os pacotes de 64 kbps. A comunicação entre centrais telefônicas ocorre por meio de enlaces E1.

O SDH é uma nova forma de multiplexar sinais digitais a altíssimas velocidades. Os

equipamentos SDH servem para empacotar vários enlaces E1, de forma a transmití-los todos por uma só fibra óptica. As máquinas SDH são classificadas pela velocidade com que transmitem ou pelo número de enlaces E1 que conseguem empacotar:

STM-1 (*Synchronous Transport Module*) ou 155 Mbps - elétrico ou óptico

STM-4 ou : 622 Mbps - somente óptico

STM-16 ou 2,5 Gbps - somente óptico

STM-32 ou 10 Gbps - somente óptico

Em uma rede SDH, o conjunto de feixes de comunicação (2, 8, 34,140,..Mbits) não necessita ser desagregada e rearranjado, todas as vezes que um sinal passa por um processo *add/drop*.

O SDH possui mais flexibilidade que o PDH para a recuperação rápida de falhas e para a criação de novos serviços. Isto é possível com o uso de dois equipamentos: o Multiplexador de Derivação e Inserção - ADM e o *Digital Cross Connect* - DXC. O ADM é um equipamento que permite extração/inserção de tributários de ordem inferior sem o desmonte completo do sinal de ordem superior. O DXC é uma “Central de Comutação” que permite destinar um sinal vindo de qualquer ramo de um nó de rede para qualquer outro ramo e que conta também com facilidades de derivação/inserção, tudo isto reconfigurável dinamicamente.

A rede SDH, além de usar menos equipamentos de transmissão, faz uso mais eficiente da rede instalada, e possui uma maior confiabilidade, pelas facilidades de proteção automática. Os equipamentos SDH não transportam apenas enlaces E1. Com as interfaces adequadas, podem transportar pacotes ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), conexões entre LANs, televisão de alta definição (HDTV), enlaces RDSI e os pacotes TCP/IP da Internet.

#### **2.4.4 A rede de comutação de pacotes**

Os serviços de dados que utilizam a tecnologia de pacotes, costumam ser classificados em: orientados à conexão onde o serviço em que os pacotes são enviados e recebidos em uma seqüência e os não orientados à conexão onde o serviço em que os pacotes são unidades totalmente independentes e podem não chegar ao destino na mesma ordem em que foram enviados.

As empresas operadoras possuem suas próprias redes de comunicação de dados pelas quais atendem os pedidos dos clientes. Como um exemplo de rede de pacotes pode-se citar a da

tecnologia Siemens EWSP usada na TELESC é formada por um sistema de supervisão e gerência (HMS), por nós de grande porte (HNN) que, dependendo da configuração, podem atender até 12224 portas entre troncos e usuários, e, nós de menor porte (HNN20), que podem atender até 20 usuários.

No HNN estão implementados os protocolos X.25, X.28 e SDLC, enquanto no HNN20 estão implementados os protocolos X.25, X.28, SDLC e BSC-3. Como a rede está baseada no protocolo X.25, é utilizado um software para permitir o acesso de equipamentos que utilizam outros protocolos, o PAD (*Packet Assembler/Disassembler*, ou, Montador/Desmontador de Pacotes).

As conexões ponto-a-ponto ou multiponto são estabelecidas nas velocidades 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bps e 64 Kbps.

#### **2.4.5 Rede Frame Relay**

O protocolo X.25 foi a solução para a questão de conexão de redes de diferentes tecnologias e ainda é o mais usado para troca de informações em taxas de 64Kbps. Acima disso existem outras alternativas tecnológicas mais eficientes como por exemplo o *Frame Relay* e o ATM.

A tecnologia *Frame Relay* surgiu da necessidade de atender/adequar-se às novas necessidades de comunicação de dados inerentes à década de 90.

As tecnologias até então existentes (TDM e X.25) não eram adequadas para o atendimento do perfil das novas aplicações/comunicações que exigiam alta confiabilidade e baixo tempo de resposta na conexão à distância. Foi necessário criar o *Frame Relay* como uma forma de combinar multiplexação e o compartilhamento de portas feito pelo X.25 com a alta velocidade e os baixos atrasos da comutação de circuitos feita pelo TDM.

*Frame Relay* é definido como um serviço em “modo pacote”, que significa que os dados são organizados em unidades endereçadas individualmente ao invés de serem colocados em slots fixos no tempo. Isto dá ao *Frame Relay* as características de multiplexação estatística e compartilhamento de portas. No entanto, funções de protocolo como sequenciação, tratamento de janelas, reconhecimento e quadros de supervisão, não são realizados em uma rede *Frame*

*Relay* . A garantia da confiabilidade da comunicação deve residir nos dispositivos que se comunicam (fim a fim).

O *Frame Relay* é um serviço recomendado para interconexão de rede locais constituindo WANs com velocidade variando de 64Kbps até n-Mbps, dependendo da operadora. Também pode ser usado por provedores de Internet com velocidade de n-64Kbps.

## **2.5 Os principais e os novos serviços oferecidos aos clientes**

O incremento na receita e a disputa pelo mercado esta diretamente ligada ao preço, qualidade na prestação do serviço e oferecimento de novos serviços. A seguir são mostrados alguns dos serviços e novos serviços oferecidos pelas operadoras de telecomunicações.

### **2.5.1 Serviço de comunicação de dados especializados**

O serviço especializado de comunicação de dados ou linha privativa de comunicação de dados (LPCD) é usado para transmitir grandes volumes de informação com elevado tempo de utilização dos circuitos. Permite a transmissão de voz, imagem e dados.

Este serviço é destinado à ligações do tipo ponto-a-ponto e ponto-multiponto, sendo transparente a forma de acesso utilizada pelo usuário para a transmissão de dados, ou seja, o código de dados utilizado, tipo de transmissão, protocolo de comunicação, etc.

Possui uma rede exclusiva para transmissão de dados com uma velocidades de até 2 Mbits e interfaces digitais do tipo: RS 232 (V24/V28) para velocidade até 19.2 Kbps (modems digitais e analógicos) e VII/V36, V35 e G7O3 para velocidades de 64 Kbps até 2 Mbps (modems digitais).

### **2.5.2 O serviço de comunicação de dados baseado em tecnologia *Frame Relay***

A tecnologia *Frame Relay* é um modo de transmissão de dados em alta velocidade que opera com blocos de tamanhos variáveis, chamados *frames* (quadros). O *Frame Relay* dispensa uma série de controles de erro e retransmissões que passam a ser realizadas pelos equipamentos terminais, que tem maior inteligência.

Este serviço possui baixos tempos de retardo e alocação dinâmica de banda, através da implementação de circuitos virtuais permanentes. É oferecido, por algumas operadoras, nas velocidades de 64Kbps a 2 Mbps e baseado nos padrões internacionais da ITU-T, ANSI e *Vendor Forum*.

Destina-se a atender necessidades de comunicação de dados que demandem alta velocidade, com tráfego em rajadas e com baixo tempo de resposta. Dentre as várias aplicações destacam-se: interligação de redes locais (LAN's) com computadores de médio e grande portes; interligação de computadores/terminais remotos; suporte para aplicações CAD/CAM; transferência de arquivos de dados e mensagens; tráfego de voz e imagem.

### **2.5.3 O serviço de comunicação de dados comutado por pacotes**

O serviço de comunicação de dados comutado por pacotes consiste na transmissão de dados, onde as mensagens independente de seu tamanho original são divididas e transmitidas em blocos de tamanhos máximos limitados, blocos estes denominados pacotes. É indicado para conectar remotamente, através de acesso dedicado ou acesso discado (telefônico), servidores de informações a partir de terminais ou micros pessoais, transmitir arquivos ou integrar redes locais. É um serviço para comunicação de dados com outros assinantes do serviço de rede de pacotes cujas características de transmissão sejam de baixo tráfego e freqüente utilização.

Atende às exigências dos protocolos X.25, X.28, BSC e SDLC; através dele é possível a formação de circuitos virtuais permanentes (CVP). Os acessos podem ser feitos através de circuitos dedicados (ou privativos), ou via rede telefônica pública, de acordo com as características de tráfego e utilização. As plataformas que suportam o serviço trabalham com roteamento automático, para o caso de eventuais falhas, além da compatibilização simultânea de velocidades, protocolos e sincronismos.

### **2.5.4 Circuito privativo de voz**

É o serviço que permite interligar dois ou mais endereços de modo exclusivo e independente da localização através de uma linha telefônica exclusiva. Os circuitos privativos são ideais para comunicações urgentes e constantes entre dois locais, telessupervisão, telealarme, ramal externo e interligação de PABX.

### **2.5.5 Rede digital de serviços integrados – RDSI**

O ITU-T em cooperação com outros organismos internacionais padronizou a RDSI que tem por objetivos: prover o acesso digital confiável e transparente e, ser um caminho para a disponibilização dos vários serviços.

A RDSI-FE (RDSI faixa Estreita) atinge velocidade de até 2,048 Mbps (padrão E1 europeu) foi a rede inicialmente definida pelo ITU-T. Usa como transporte a rede telefônica, de comutação de circuitos. Recentemente verificou-se que estas velocidades não seriam suficientes para o tráfego mais pesado que surgia como a videoconferência. Então a RDSI foi modificada e chegou-se à RDSI-FL (RDSI Faixa Larga), que pode chegar a velocidades medidas em gigabits por segundo. Como rede de transporte, foi definido um novo padrão, que ultrapassaria a esfera da RDSI e se tornaria também uma solução para a interconexão de redes de dados em altas velocidades: o ATM. Segundo [CUNHA98] “O ATM é um protocolo orientado à conexão, cuja transmissão se baseia em pequenas unidades de tamanho fixo, denominadas células”. O tamanho da célula é de 53 bytes, sendo 5 bytes para o cabeçalho e 48 para a informação.

As aplicações típicas para RDSI são: Telefonia, interconexão de LAN's, video-fonia, acesso a Internet (64/128 Kbit/s), transferência de arquivos, acesso a dados X.25 (64Kbit/s) e acesso a dados em baixas taxas.

Para usufruir do serviço RDSI é necessário que a central telefônica ofereça interface de acesso RDSI, o que, conseqüentemente, requer sinalização ISUP para entroncamento com a rede.

### **2.5.6 Acesso internet**

A explosão da Internet levou a uma profunda revisão dos conceitos de convergência entre as redes telefônicas e de dados. A Internet está sendo um forte impulsionador da RDSI, pois a o tempo de retenção de uma chamada Internet é 30 vezes maior que a de uma chamada telefônica.

Este serviço é utilizado para conexão de empresas à Internet através de linhas dedicadas de

19.2 Kbps até 2 Mbps, conectando o seu roteador ao roteador mais próximo da Operadora.

### **2.5.7 Voz sobre IP**

A alternativa tecnológica que está revolucionando o conceito de telecomunicações é a transmissão de voz sobre o protocolo Internet. Segundo [ALAMBERT99], “As operadoras de Telefonia Internet irão rapidamente ganhar “market share” da telefonia tradicional transformando drasticamente o cenário das telecomunicações. Estudos previnem que até o ano 2000, 20% do tráfego internacional será transportado via Internet e até o ano 2003 serão 25%”.

## CAPÍTULO III

### 3 GERÊNCIA INTEGRADA DE REDES E SERVIÇOS E TMN

#### 3.1 Introdução

A grande onda de mudanças no setor de telecomunicações, fez com que as empresas se defrontassem com o desafio de aperfeiçoar suas redes tanto a nível de equipamentos como dos sistemas de operação. Essas mudanças foram causadas pela desregulamentação do setor, pela forte necessidade de melhoria do atendimento ao cliente e pela necessidade de expansão da rede para atendimento à demanda reprimida e de modernização na oferta de serviços.

No início dos anos 80, o mundo das telecomunicações iniciou sua busca de soluções integradas de gerenciamento e como consequência surgiram um conjunto de informações. Alguns destes termos são: Operação, Administração, Manutenção e Provisão - OAM&P e *Telecommunications Management Network* - TMN para designar a arquitetura de gerenciamento para a indústria das telecomunicações.

#### 3.2 A evolução da gerência integrada de redes e serviços no Brasil

A TELEBRÁS, em 1990, criou um grupo de trabalho para estudar a problemática da gerência de redes no Brasil. As operadoras iniciaram seus trabalhos visando o modelo TMN, partindo de uma filosofia intitulada Gerência Integrada de Redes – GIR, que hoje, seguindo as tendências, utiliza a nomenclatura Gerência Integrada de Redes e Serviços ou simplesmente GIRS. A terminologia GIR, inicialmente definida, foi estendida para englobar também a gerência dos serviços, refletindo o crescente direcionamento para o mercado.

O conceito de GIRS definido pela [TELEBRÁS93] é: “Um conjunto de ações realizadas visando obter a máxima produtividade da planta e dos recursos disponíveis, integrando de forma organizada as funções de OAM&P - Operação, Administração, Manutenção e Provisão para todos os elementos de rede e serviços de telecomunicações”.

GIRS é um conceito de forma de operação do negócio de telecomunicações que prevê

processos sem descontinuidade e processos que vão do equipamento e sua gerência à gerência do negócio de forma integrada. Já a TMN conforme [TELEBRÁS93], “é uma arquitetura para interconexão de equipamentos com sistemas de suporte à operação (SOs) que inclui um conjunto de padrões para interconexão. Portanto o conceito de GIRS apóia-se em TMN, é aderente às suas recomendações mas as transcende”.

Os processos da gerência de rede, de um modo geral, eram manuais, comunicações verbais, tramitação de papéis. A mudança de filosofia, ou seja, da maneira de realizar as tarefas, foi fundamental na integração de funções através de processos automatizados, comunicações eletrônicas, escritórios sem papéis, ou seja, adequar a gerência de redes de telecomunicações à tecnologia já disponível no mercado e em alguns casos na própria empresa.

As empresas, em etapas, estruturaram-se para tratar da operação e manutenção da rede. Esse processo inicialmente ocorreu com a centralização de equipamentos de supervisão de falhas e desempenho e de outros componentes da rede de telecomunicações, permitindo a integração do corpo técnico e das informações. Esta etapa tornou possível o relacionamento entre as várias supervisões, permitindo verificar a causa raiz dos eventos de falhas e desempenho, proporcionando uma melhor produtividade dos recursos da planta.

As etapas posteriores foram as requisições de desenvolvimento e implantação relativas a sistemas de gerência com objetivo de fornecer soluções relativas a sistemas de gerência emergenciais.

Na fase de interconectividade ocorreu racionalização dos terminais de operação e manutenção das diversas tecnologias permitindo o acesso único aos equipamentos de uma mesma tecnologia. Também ocorreu a integração entre sistemas de operação e elementos de rede através do uso de interfaces padronizadas.

A estrutura das operadoras ainda esta se adequando ao novo processo de competição e fazendo a integração entre os sistemas de operação.

### **3.3 A *Telecommunications Management Network* -TMN**

A TMN é uma arquitetura padronizada que serve de modelo genérico para uma rede de

gerência de telecomunicações. Sua aplicação principal é a gerência de redes de telecomunicações, incluídas as redes de gerência, os elementos das redes de telecomunicações e os sistemas de gerência, todos eles comunicando-se através de interfaces padronizadas.

Estas interfaces, incluem a definição de protocolos e de mensagens que permitem uma maior facilidade na introdução de novas tecnologias e equipamentos na rede existente com um mínimo de adaptação, possibilitando o gerenciamento completo dos diversos elementos desta.

### **3.3.1 O modelo TMN**

O modelo TMN [ITU-T95] estabelece três diferentes arquiteturas básicas que podem ser consideradas separadamente no planejamento e projeto de uma TMN.

A arquitetura funcional descreve as funções de gerenciamento agrupadas em blocos funcionais, pontos de referência funcionais e componentes funcionais; através dos quais um TMN pode ser implementada.

A arquitetura física descreve interfaces e exemplos que constituem a TMN, ou seja, como os blocos funcionais serão implementados.

A arquitetura de informação é baseada numa abordagem orientada a objetos e fornece fundamentos para o mapeamento dos princípios de gerenciamento de sistemas OSI (*Open Systems Management*).

### **3.3.2 Camadas de gerência**

A visão funcional da TMN também pode ser vista sob a ótica de camadas conforme apresenta a figura 3 abaixo. O modelo de gerência baseado em quatro camadas: gerência de elemento, gerência de rede, gerência de serviço e gerência de negócio, foi proposto pela British Telecon. Essa forma de organização com divisão de responsabilidades, foi definida pelo ITU na recomendação M.3010, como modelo de referência da TMN.



Figura 3 – Arquitetura lógica TMN

As camadas de nível mais baixo geralmente tem funcionalidades que afetam os recursos físicos, enquanto as de nível mais alto afetam recursos abstratos como serviços e processos como pode ser visto na descrição a seguir:

- Gerência de negócios: estabelece as metas e objetivos de toda a organização, envolvendo recursos humanos e materiais, finanças e orçamento, serviços e engenharia; e define o planejamento de novos produtos e acordos entre operadoras. Agrupa sistemas de planejamento, de acompanhamento de resultados financeiros, *data-warehouses*, e todos os demais sistemas necessários à gerência no nível de empresa. Essa camada não é objeto de padronização do ITU-T e só é representada no modelo para indicar que devem ser planejados sistemas prevendo o fornecimento de informação para esse nível de gerência.
- Gerência de serviços: mantém contatos com clientes e outros provedores de serviços; identifica acesso do cliente aos recursos; relata a disponibilidade ou a utilização de serviços para efetuar a cobrança; e mantém e relata a qualidade do serviço prestado. Inclui o atendimento ao cliente, o provisionamento, a recuperação, a tarifação e a monitoração de desempenho dos serviços.
- Gerência da rede: possui uma completa visão da rede como um todo, dos nós e enlaces; monitora e controla todos os elementos de rede dentro da área de domínio da empresa; provisiona, remove ou modifica a rede para suportar os serviços ao cliente, conserva a rede em condição de utilização; e mantém dados estatísticos e históricos pertinentes à rede. Consiste das funções relacionadas com a atuação nos entroncamentos e nós da rede independente dos equipamentos envolvidos tais como: a monitoração do nível de tráfego,

a configuração de circuitos fim-a-fim, a correlação dos dados de várias sub-redes, etc.

- Gerência de elemento de rede: possui uma visão parcial da rede geralmente abrangendo recursos de uma mesma tecnologia; monitora e controla um subconjunto de elementos de rede; e mantém dados estatísticos e históricos pertinente a cada elemento de rede.
- Elemento de rede: trata das atividades de telecomunicações dos componentes dos elementos de rede. Possui funções para implementação dos comandos de gerência; detecção de problemas; e atividades de origem autônoma para proteção e diagnósticos de problemas.

Do modelo originalmente concebido para a gerência de redes de computadores da OSI, a TMN herdou a divisão funcional de gerência em 5 áreas básicas: falha, desempenho, configuração, segurança e contabilização, também conhecida pela sigla *FCAPS* (*Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security*).

A gerência de configuração, alvo deste trabalho, segundo [BELL96], tem por função “tratar da construção e instalação de equipamentos com capacidade significativa de recursos (comutação, transporte, acesso e software associado) de uma rede de telecomunicações com o objetivo de satisfazer a demanda de serviços e modernização da rede”. Esta gerência é dividida em: interação com o cliente, provisionamento de recursos e provisionamento de serviços.

### 3.3.3 As recomendações TMN

O ITU publicou uma série de recomendações que recebeu a denominação de série M.3000 ou TMN - *Telecommunications Management Network*. Estas recomendações estão sendo adotadas por fabricantes e desenvolvedores de software de gerência de redes como uma opção viável para implementar a GIRS.

A recomendação básica da TMN [RAMALHO95a] é a “M.3010, que descreve as arquiteturas física, funcional (o mapeamento dos blocos das funções TMN, que podem ser categorizadas em gerência de redes, gerência de serviços e gerência de negócio) e de informação”.

Os serviços de gerência correspondem a processos chaves de negócio e estão relacionados na recomendação M.3200. Um serviço de gerência utiliza funções de várias camadas como por exemplo, o processo de recuperação de um circuito privativo: utiliza funções desde a camada de serviço até a camada de elemento.

É pouco provável que os estudos e o desenvolvimento da arquitetura TMN seja concluído haja visto que seus padrões se destinam à interligação de produtos como por exemplo o ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) e SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*), respectivamente técnicas de comutação e de transmissão que continuam em evolução.

### **3.4 Surgimento de conceitos de solução cooperativa**

Por um lado indústria da informática introduziu conceitos de programação orientada a objetos e ambiente de computação distribuída a fim de permitir a flexibilidade e transparência no projeto de rede. Por outro, a indústria de telecomunicações introduziu novas tecnologias como ATM, TMN, SDH, modelos de informação, tecnologias móveis e outras, que transformaram as redes, tornando-as transparentes e únicas com arquiteturas abertas e padrões internacionais reconhecidos.

Esse desenvolvimento e produção de tecnologias tornou possível a convergência das redes e a universalização do hardware para criar o ambiente de controle total e absoluto da tecnologia de software.

Novos conceitos de arquitetura de redes de informação em ambientes de telecomunicações transformaram-se no elo entre mundos diferentes como são a comunicação de dados e a telefonia, chegando como solução para a introdução de serviços de forma rápida e flexível em um ambiente extremamente diversificado

Estas arquiteturas têm como principais objetivos: tornar possível prover serviços de informação e multimídia de forma versátil; facilitar a criação de novos serviços e gerenciá-los no nível de rede; criar um mercado de componentes abertos, tanto no ambiente de telecomunicações como no software de informação.

Como exemplo do esforço de promover interoperabilidade entre aplicações pode-se citar a

arquitetura OSCA (*Operation Systems Computing Architecture*) e a arquitetura INA (*Information Network Architecture*) do Bellcore e os padrões de desenvolvimento do TINA (*Telecommunications Information Networking Architecture*).

### 3.5 Organismos de padronização

Os organismos de padronização têm empreendido esforços no sentido de criar padrões e consolidar tecnologias no mercado. Como resultado do estudo desses organismos são publicados documentos para viabilizar uma estrutura padronizada que permita a interoperabilidade dos equipamentos com sistemas de operação e destes entre si.

Os desenvolvimentos e padronização para o setor de telecomunicações e da TMN no âmbito mundial são bastante significativos. Além dos esforços do ITU (*International Telecommunications Union*) pode-se citar outros organismos pela contribuição e esforço no desenvolvimento de padrões: *European Telecommunications Standards Institute* ETSI; *American Standards Institute* - T1M1 e *Bellcore* - *Bell Communications Research*. O *Network Management Forum* - NMF, organização formada pela indústria de telecomunicações, operadoras e fabricantes e pela indústria de computação, visando promover a gerência de rede, serviço e requisitos das plataformas computacionais para gerência. O NMF também faz trabalhos a nível de gerência de serviço, através do programa SMART (*Service Management Automation Reengineering Team*). Também merecem ser citados pela contribuição: a União Européia ACTS - *Advanced Communications Technology and Research* e o consórcio EURESCOM com *seu Pan-European TMN Laboratory*.

O *TINA Consortium* - TINA-C iniciou no final de 1992 visando harmonizar as especificações e evitar duplicação de trabalho, seguindo normas internacionais. É composto por provedores de serviços, fabricantes de equipamentos de telecomunicações e fabricantes de computadores.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 GERÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO E GERÊNCIA DE FACILIDADE**

#### **4.1 Introdução**

Inicialmente o setor focou o desempenho das redes de telecomunicações, deixando de lado a gerência da configuração, mas o momento conjuntural exige que as funções de operação, administração, manutenção e provisionamento – OAM&P, sejam mais ágeis e flexíveis de modo a garantirem uma forte base de apoio aos negócios.

A maior ou menor abrangência das funcionalidades de um sistema de operação – OS, será um fator de competição por isso, as operadoras tem a urgente necessidade de mapeamento dos processos gerência de facilidades da rede interna a fim de dar subsídios para construir sistemas de suporte a operação. Esses sistemas são indispensáveis designar facilidades, disponibilizar serviços de qualidade e com agilidade aos clientes, bem como desenvolver mecanismos para aumento da oferta de facilidades e inibição da concorrência.

#### **4.2 Gerência da configuração**

A gerência da configuração é a área funcional de gerenciamento OSI que, segundo [BRISA93], “fornece subsídios para a preparação, a iniciação, a partida, a operação contínua e posterior suspensão dos serviços de interconexão de sistemas abertos. Para isso, identifica dados, coletando-os e fornecendo-os aos sistemas”. Possui funções para coletar, sob demanda, informações sobre as condições do ambiente de comunicação de dados, obter avisos relativos a mudanças significativas na situação do sistema aberto e modificar a configuração.

Nas funcionalidades associadas à TMN o gerenciamento de configuração, segundo [BRISA93], “habilita o usuário a criar e modificar o modelo de gerenciamento de recursos físicos e lógicos da rede de telecomunicações”. As principais funções deste gerenciamento são:

O gerenciamento de ordem de serviço para identificação e o controle do provisionamento de novos recursos necessários para a rede de telecomunicações. A ordem de Serviço pode ser

utilizada para solicitar novos recursos, físicos ou lógicos;

A configuração de recursos que possui funções que tem como finalidade possibilitar que os recursos da rede possam ser criados, roteados, controlados e modificados;

E, as informações de recursos tem funções que apresentam a lista de recursos alocados, verificar a consistência da informação e obter informações sobre os recursos disponíveis.

Na tabela 1, a seguir são apresentadas as funcionalidades da gerência de configuração. Estas foram mapeadas no nível de conjunto de funções de gerência TMN e o grupo de conjunto de funções de gerência TMN da recomendação ITU-T M.3400.

Camada TMN	Engenharia e Planejamento de Rede	Instalação	Planejamento e Negociação de Serviço	Provisionamento	Estado e Controle
Gerência de Negócio	Definição de áreas de prestação de serviço Planejamento de Infra-estrutura Gerência do processo de engenharia e planejamento Orçamentos por Linhas de produto Diretrizes de tecnologias e de fornecedores Previsão de demanda	Obtenção de Gerência de instalação Contratação de Gerência de imóveis	Relações externas Gerência do processo de vendas "Marketing" Definição das características do serviço	Diretrizes de gerência de Material Diretrizes de Provisionamento	Diretrizes de priorização de serviços
Gerência de Serviço		Arranjo de instalação com o cliente	Identificação do cliente Identificação da necessidade do cliente Definição da característica do serviço do cliente Planejamento do serviço do cliente Proposta de solução	Solicitação de serviço Determinação de rota de acesso Determinação de endereço de diretório Determinação de rota de circuito alugado Administração do estado do serviço	Restauração de serviço prioritário
Gerência de Rede	Projeto de infra-estrutura de acesso Projeto de infra-estrutura de facilidades Projeto de infra-estrutura de rede Projeto roteamento	Gerência de material Administração de instalação de rede		Projeto de circuito de acesso Notificação de inventário de circuito Consulta de inventário de circuito Projeto de facilidades Projeto de circuitos de centrais Projeto de circuito alugado Gerência de mudanças pendentes na rede Gerência de conexão na rede Seleção e designação de recurso de rede	Estado da rede de circuitos alugados Estado da rede de transmissão Estado da rede de comunicação de dados
Gerência de Elemento de Rede	Projeto de elemento de rede (NE)	Relatório de complemento de instalação Administração de software de NE Administração de instalação de NE		Gerência de inventário de facilidades designáveis Carregamento de software para serviços específicos Gerência de mudanças pendentes em NE Administração de NE Configuração de NE Gerência da base de dados de NE Notificação de inventário de NE Consulta de inventário de NE Projeto de enlaces de NE Seleção e designação de recurso NE	Controle e estado de NE
Elemento de Rede		Carregamento de		Auto-inventário Acesso à características de serviço	Acesso a informações de

		software NE		Acesso aos parâmetros e "cross-connects"	estado de NE Notificação de mudanças de estado pelos NE
--	--	-------------	--	------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

Tabela 1- Conjunto funcionalidades da Gerência de configuração da gerência TMN.

O CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento e as operadoras do antigo sistema TELEBRÁS com o suporte da consultoria da *Bell SYGMA*, planejaram um ambiente futuro de operações de serviços de telecomunicações onde a gerência da configuração tem como principal função [CPqD94], tratar da construção e instalação de equipamentos com capacidade significativa de recursos (comutação, transporte, acesso e software associado) de uma rede de telecomunicações. Também são atribuídas a esta gerência as funções de gerenciar cada ordem de serviço, clientes e ordem de tráfego para circuitos ou serviços específicos.

Esta gerência foi dividida em funções: interação com o cliente, provisionamento de recursos e provisionamento de serviços.

#### 4.3 A função de provisionamento de recursos

A função do Provisionamento de recursos trata da gestão de todos os recursos e configuração da rede da Rede de telecomunicações, dinamicamente no tempo e no espaço a fim de garantir que sua capacidade esteja pronta para o provisionamento de serviços. Seus processos tratam dos recursos nas fases de planejamento, projeto, implantação, operação, manutenção e administração.

O *TeleManagement Forum* (TM Forum) usando como referência o modelo funcional TMN, definiu a nível de contexto um modelo genérico dos processos do provisionamento de recursos conforme pode ser visto na figura 4.

Neste diagrama foram mapeadas todas as entradas e saídas desta função bem como a qual camada da TMN estas pertencem. Este diagrama de contexto será o ponto de partida para o desenvolvimento do modelo funcional e de dados genérico para gerência de facilidades da rede interna de telecomunicações.

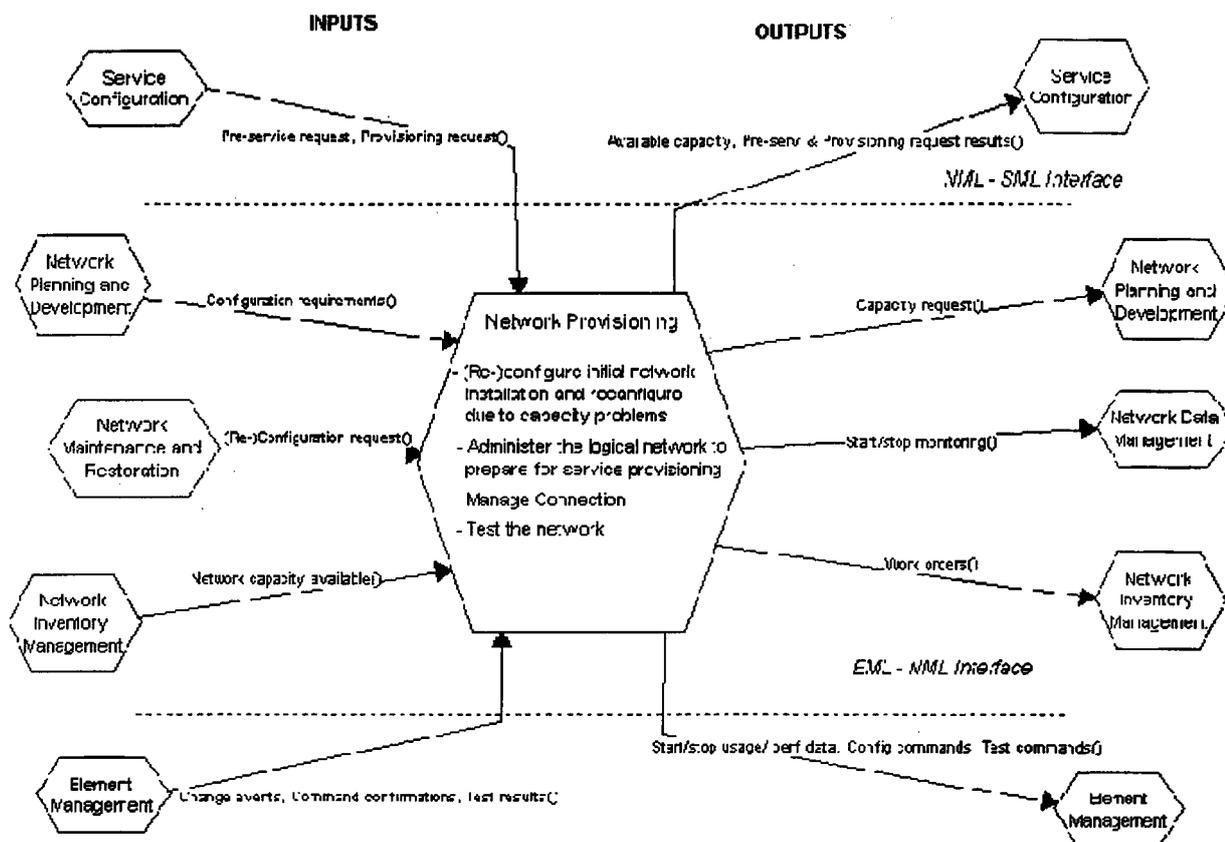


Figura 4 – Fluxo de processos do provisionamento de rede.  
Fonte: GB910 Telecom Operations Map [TM99a]

O Provisionamento de recursos pode ser visto sob dois aspectos: configuração da planta e designação dos recursos. A **configuração da planta** trata do cadastramento e administração dos recursos, suas localizações físicas, interconexões e otimização da planta através de remanejamentos técnicos considerados necessários. A **designação dos recursos** trata da designação das facilidades mais adequadas para prover um determinado serviço, atendendo as solicitações do cliente em função dos diversos tipos de usos para os produtos e/ou serviços. O processo de designação de facilidades para o atendimento ao cliente não necessariamente envolve provisionamento de recursos à rede, mas pode ser usado diretamente pelo provisionamento de serviços através de uma pré-configuração da rede.

#### 4.4 Necessidades de ferramentas de suporte aos processos do provisionamento de recursos

A medida que a rede de telecomunicações cresce, novas tecnologias de comutação e transmissão são agregadas tornando-a mais complexa e, por conseguinte, também torna-se mais complexa sua operação, manutenção e supervisão. Isso força o surgimento de novas

ferramentas automatizadas para monitorar e controlar a rede a fim de que a prestação de serviços seja feita com um máximo de agilidade, confiabilidade e flexibilidade. Passou-se o tempo que isso podia ser feito de forma manual e/ou com armazenamento em memória humana. Porém não basta ter uma ferramenta automatizada sem que a base de dados não esteja coerente com a realidade da planta de telecomunicações.

Neste sentido é importante que o recurso e o que ele representa sob o enfoque de: sistemas de suporte a operação e/ou sistemas de suporte ao negócio, seja conhecido e visualizado assim que necessário.

Um recurso da rede de telecomunicações pode ter várias visões, dependendo da camada funcional à qual seja dado enfoque. A modelagem dos recursos pode ser feita sob a visão de camadas funcionais da TMN. Por exemplo: um dado recurso da rede pode ser modelado com atributos para suportar as funcionalidades e necessidades dos sistemas de informação que dão suporte a uma ou mais camadas<sup>1</sup> das áreas funcionais da TMN. Se o enfoque do recurso fosse mercadológico, seria feito todo um plano de comercialização baseado no mercado, interesses e demanda dos clientes. Na visão de inventário da planta, isto é, do patrimônio, teria que ter dados de depreciação, data da compra, data da instalação, custo de interrupção, etc.

Cada recurso da rede pode ter um ou mais sistemas de gerência. Mas existem recursos que são desprovidos de sistemas informatizados, por exemplo, existe apenas um alarme de painel e não necessariamente este está vinculado a um sistema de gerência. Existem ainda recursos que não tem a função de telecomunicações e sim a de dar suporte para tal, são os chamados recursos de infra-estrutura, como por exemplo uma torre que suporta uma ou várias antenas e estas estão para os rádios de transmissão que por sua vez podem ter um sistema de gerência, ou um ou mais alarmes de painel.

#### **4.5 Os processos básicos do provisionamento de recursos**

A modelo proposto pelo *TeleManagement Forum* (TM Forum) usando como referência o modelo funcional TMN, define os processos do provisionamento de recursos como: gerência de agendamentos de atividades, força de trabalho, gerência de segurança, configuração da rede e roteamento e gerência de testes da rede.

O exemplo apresentado na figura 5, a seguir, mostra o fluxo de processos entre as camadas TMN e entre os subprocessos que suportam no alto nível os processo do negócio. O método de representação foi definido pelo TM Forum e facilita o rápido entendimento das funcionalidades e processos.

Esse exemplo assume que um novo serviço está sendo provisionado e que a rede que ele necessita já está construída.

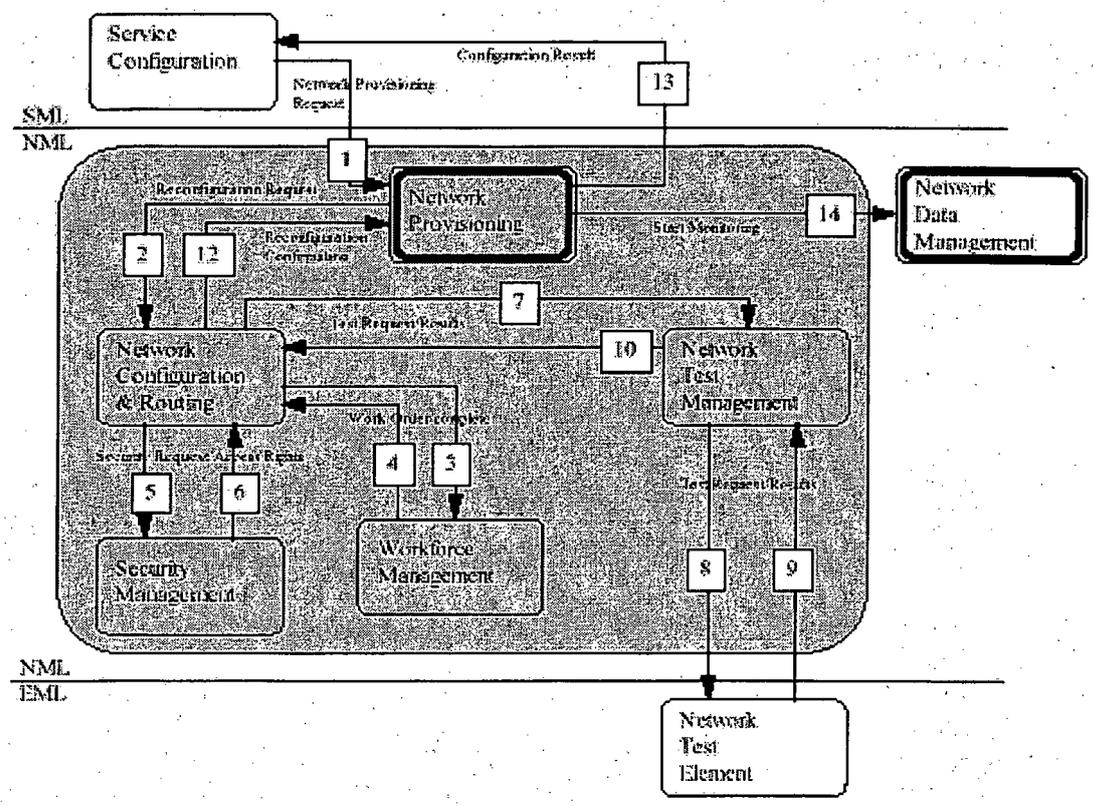


Figura 5 – Fluxo de processos do provisionamento de rede.  
Fonte: GB908 Network Management Detailed Operations Map [TM99]

Na figura 5 [TM99], é mostrada uma seqüência de operações iniciando pela requisição de provisionamento de rede [1] do processo de configuração de serviço na camada de gerência de serviço e termina com o resultado da configuração [13]. Então ele mostra o inicio da monitoração [14] mensagens enviadas para os processos de configuração de serviço e gerência dos dados da rede respectivamente.

#### 4.5.1 Configuração da rede e roteamento

Este processo trata da administração e configuração dos recursos da rede tais como infraestrutura, transmissão, comutação, entroncamento ópticos, ocupação de bastidores,

distribuidores e localização física desses componentes da configuração nos nós da rede. Para que isso seja possível é necessário manter uma base de dados consistente da configuração a fim de possibilitar a disponibilização de todas as facilidades e maximizar a ocupação e reserva dessas, através de mecanismos automáticos que ao receber a solicitação de cliente passem a verificar a viabilidade de atendimento.

Cada processo elementar deve tratar dos dados de cada componente específico da configuração: equipamentos, tributários (portas de acesso, feixes de *n-bits*), bastidores, distribuidores e todas as suas interligações (*jumps*). Os dados manipulados por estes processos devem disponibilizar facilidades, seja através do cadastramento de componentes ou através do estabelecimento de sistemas de transmissão.

#### **4.5.2 A gerência de facilidades**

A planta de telecomunicações é uma rede [TCS99], composta por nós e os arcos (ligações) da rede, onde os nós são equipamentos com função de telecomunicações instalados nas estações, torres, armários, e, as ligações são enlaces de transmissão, compostos de equipamento transmissor/receptor num nó da rede outro receptor/transmissor no outro nó da rede e um meio de transmissão. As facilidades de um enlace são cada um dos elementos fornecidos pelo enlace, que podem ser usados para atender necessidades de cliente. Exemplo: um canal de rádio, um par de cabo tronco, um feixe de 2Mbps para entroncamento de centrais, etc.

O objetivo de se ter uma gerência de facilidades é a administração eficiente das facilidades da rede de telecomunicações, fornecendo recursos para: planejamento, projeto, implantação, operação e manutenção, em conjunto com outros sistemas de suporte à operação e tomada de decisão.

O ciclo de vida de uma facilidade começa no planejamento, que recebe as demandas e as projeta para atendimento. Essa previsão passa a fazer parte de um cronograma de obras técnicas da empresa e são feitos projetos básicos e, estes sendo aprovados, passam a ser executados tendo por base um projeto detalhado com as características das facilidades, bem como informações sobre a estrutura a ser instalada. Isto determina os equipamentos e suas características, localização física na estação, tipo de meio de transmissão (ondas eletromagnéticas; cabo tronco, fibra óptica, etc...), entre outras. Partindo deste projeto

detalhado é realizada a implantação dos sistemas de telecomunicação e as facilidades passam a existir fisicamente. Feita a instalação, a estrutura é aberta em facilidades e estas são numeradas de forma a serem controladas uma a uma.

Para melhor operação e manutenção das redes as operadoras, de um modo geral, dividem gerência de facilidades da rede de acesso e gerência de facilidades de rede interna. As facilidades de rede externa são disponibilizadas por recursos tais como cabos de distribuição os quais normalmente estão divididos em: primários, secundários e fio *drop*. Embora as facilidades de rede externa sejam necessárias para completar o acesso do cliente, este trabalho não tratará das mesmas em virtude do escopo do mesmo.

A gerência de facilidades da rede interna são disponibilizadas por recursos tais como: equipamentos de transmissão (multiplex, conversores, etc) que disponibilizam portas de acesso ao serviço, por elementos de fixação que disponibiliza posições para fazer conexões entre portas de equipamentos ou ligações com as facilidades de rede externa, etc.

O processo de ocupação das facilidades é feito via uma solicitação que pode ser do seguinte tipo: solicitação de ativação de um circuito privativo para clientes (voz, dados, textos, etc), solicitação de circuito interno para ser usado no entroncamento de comutação e solicitação de facilidades para remanejamento com o objetivo de otimizar a ocupação da rede.

#### **4.6 A gerência de facilidades e as necessidades das operadoras**

No início desta década, a maioria das operadoras gerenciava suas facilidades de rede interna de maneira manual, sendo seus dados registrados em pastas e estes nem sempre eram confiáveis e/ou representavam a realidade da planta. Isso demandava designação de força de trabalho para ir até às estações e fazer uma verificação do inventário das facilidades, demorando no atendimento ao cliente e/ou não atendendo-o. Quando aqui se refere a cliente pode ser cliente externo da operadora como o interno tal como departamentos ou áreas técnicas da empresa.

Atualmente a gerência da configuração passou a ser melhor considerada e, passou a ser vista como base de apoio e suporte às demais gerências. Em função disso várias empresas começaram a desenvolver sistemas de suporte à operação servidos de funcionalidades que

atendam as suas necessidades imediatas.

As operadoras necessitam que esses sistemas sejam desenvolvidos segundo a abordagem da GIRS, onde a integração dos processos deve ser fim-a-fim, ou seja, tem o seu início a partir de um evento ocorrido na rede e o término com a sua solução. A Figura 5 ilustra este conceito. Os retângulos representam os sistemas, automatizados ou não, ou os recursos gerenciados (por exemplo, um equipamento de transmissão); os círculos são os processos e as setas indicam a cooperação dos processos de gerência. Vejamos duas situações distintas:

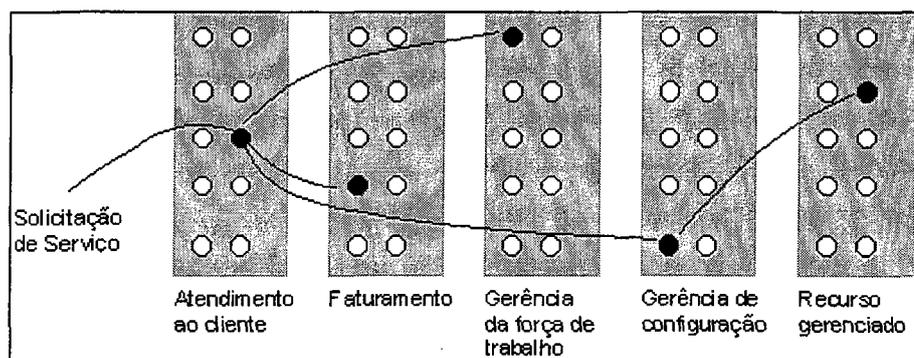


Figura 6 – Processos Fim-a-Fim.

Situação 1 - O cliente solicita um produto ou serviço para o consultor ou agente comercial. Esse verifica na configuração da rede se há disponibilidade de facilidades para atender a solicitação. Caso haja tais facilidades, pode efetuar a reserva por um determinado período ou, se o cliente desejar passar para o processo de ocupação que aciona a gerência de força de trabalho para efetuar os “jumps” nos elementos instalados nos nós de rede a fim de fechar o circuito desejado. Assim que os técnicos acabam o trabalho físico, a solicitação do cliente poderá ser encerrada, isto é, poderá utilizar o produto solicitado iniciando-se processo de faturamento.

Situação 2 - O cliente solicita aumento da velocidade de sua linha privativa. O agente comercial executa a solicitação através de uma ordem de atendimento que faz verificação na gerência de configuração. Este tipo de serviço poderá ou não gerar cobrança. Assim, pode ou não haver necessidade de repassar as informações para o faturamento. A gerência de configuração verifica se pode trafegar tal velocidade sobre as facilidades ou se há necessidade de trocar as placas físicas do equipamento. O acesso ao recurso gerenciado (equipamento de transmissão) é feito através de um protocolo de comunicação ou uma intervenção do técnico

nos elementos dos nós da rede. O cliente pode receber a confirmação da prestação do serviço praticamente no mesmo instante da solicitação no caso dos processos estarem totalmente automatizados.

A maioria dos sistemas que foram desenvolvidos atendem a gerência de facilidades em partes e por segmento, isto é, um software proprietário por tecnologia ou por fabricante. Por exemplo, a rede de comutação de dados por pacotes tem um sistema proprietário de gerência e é através dele que é feita a verificação da disponibilidade de facilidades e conseqüentemente a configuração das portas para atender pedidos de clientes.

#### **4.7 Iniciativas de desenvolvimento de sistemas para gerência de facilidades**

Dentre algumas iniciativas de desenvolvimento de sistemas pode-se citar: o Sistema de Gerência de Facilidades - SGF da TELEPAR em parceria com a PROMON; o Sistema de Gerência de Facilidades da Rede Interna - GEFRI, da TELESC; Sistema de Engenharia de Facilidades - SEFE, da empresa TELEMAR em parceria com a Construtel. Estes são exemplos de produtos nacionais que tem por objetivo dotar a empresa de uma ferramenta que lhe permita gerenciar e projetar Rotas e Circuitos a partir do cadastro lógico da planta de equipamentos de telecomunicações, demonstrando todas as interconexões necessárias ao atendimento. Embora esses sistemas apresentem grandes resultados ainda falta automação para que os atendimentos sejam totalmente integrados e dinâmicos.

No mercado internacional existem produtos disponíveis como por exemplo os da empresa chamada Architel que na realidade possui conjunto de soluções: o Objectel como solução para gerência do inventário da rede; o ASAP para ativação de serviço; O OMS para gerenciamento dos pedidos, além de outros módulos complementares.

Cabe ressaltar que a maioria das soluções disponíveis no mercado não são completas e devem ser customizadas para adequar-se à realidade das arquiteturas e tecnologias das redes das operadoras aqui no Brasil.

## CAPÍTULO V

### 5 METODOLOGIA DE PESQUISA

#### 5.1 Introdução

A adoção de uma metodologia para o desenvolvimento de um trabalho faz-se necessária para que este seja conduzido de forma organizada e haja um melhor entendimento do problema.

Não é intuito deste trabalho apresentar uma metodologia de trabalho e nem definir e explicar os significados de classes, objetos, relacionamentos, fluxos, mensagens e outras entidades comuns da orientação a objetos e sim fazer uso de uma delas para o seu desenvolvimento.

A seção 5.2 mostra sucintamente as metodologias para modelagem de objetos. Na seção 5.3 é apresentada a modelagem de objetos usando a UML.

#### 5.2 Metodologias para modelagem de objetos

Várias metodologias de modelagem orientada a objetos se tornaram populares na década de 90 e causaram muitas discussões na comunidade de desenvolvedores.

Os métodos orientados a objeto redefiniram e estenderam os métodos existentes. Por exemplo, a técnica OMT (*Object Modeling Technique*) de Rumbaugh e a de Shlaer/Mellro beneficiou-se da modelagem funcional e de dados. Rumbaugh, utiliza-se de modelo de objeto que suporta conceitos de modelagem de dados (exemplo: atributos e relacionamentos), objetos (composição/agregação) e herança. Já a estrutura de trabalho da Engenharia da Informação foi a base da construção da análise orientado a objetos do método Martin/Odell.

##### 5.2.1 Principais metodologias para modelagem de objetos

Para a área de telecomunicações o ITU-T definiu em sua recomendação X.722 a metodologia para modelagem de objetos GDMO (*Guidelines for the Definition of Managed Objects*), é usada para modelar classes de objetos e seus componentes usando um conjunto especial de definições chamadas de gabaritos ou *templates*. O método GDMO no processo de definição

de classes de objetos usa uma sintaxe de notação abstrata definida como ASN.1 (*Abstract syntax Notation 1*).

A metodologia OMT (Técnicas de Modelagem de Objetos) [RUMBAUGH94], desenvolvido por James Rumbaugh, combina três visões de modelagem de sistemas: modelo de objetos representa os aspectos estáticos e estruturais "de dados" de um sistema; o modelo dinâmico representa os aspectos temporais e comportamentais "de controle" de um sistema e o modelo funcional representa os aspectos relativos às transformações "de funções" de um sistema. Durante a aplicação da metodologia, os modelos são refinados e completados incrementalmente, através da aplicação dos seguintes passos: análise, projeto do sistema e projeto dos objetos. O modelo total do sistema é composto pela junção dos modelos de objetos, funcional e use-cases.

O método Booch, de Grady Booch, definiu que um sistema é analisado a partir de um número de visões, onde cada visão é descrita por um número de modelos e diagramas que com uma simbologia complexa de ser desenhada a mão. Continha também o processo pelo qual sistemas são analisados por macro e micro visões.

Os métodos OOSE e o Objectory foram desenvolvidos baseados no mesmo ponto de vista formado por Ivar Jacobson. O método OOSE é a visão de Jacobson de um método orientado a objetos, já o Objectory é usado para a construção de sistemas tão diversos quanto eles forem. Esses métodos utilizam use-cases, para definir os requisitos iniciais do sistema, vistos por um ator externo. O método Objectory também foi adaptado para a engenharia de negócios, onde é usado para modelar e melhorar os processos envolvidos no funcionamento de empresas.

### **5.2.2 Unificação de métodos para a criação de um novo padrão (UML)**

Cada um dos métodos de desenvolvimento de sistemas baseados na orientação a objetos, possui sua própria notação (símbolos próprios para representar modelos orientado a objetos), processos (atividades desenvolvidas em diferentes fases do desenvolvimento), e ferramentas (ferramentas CASE que suportam cada uma destas notações e processos).

Diante da diversidade de conceitos das metodologias, Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson decidiram criar uma linguagem de modelagem unificada aproveitando as melhores

idéias destas metodologias, adicionando novos conceitos e visões da linguagem. Eles disponibilizaram inúmeras versões preliminares da UML para a comunidade de desenvolvedores e a resposta incrementou novas idéias que melhoraram a linguagem.

A UML foi uma solução adotada para padronizar a modelagem orientada a objetos de maneira que qualquer sistema, de qualquer tipo, fosse modelado corretamente, com consistência, fácil de se comunicar com outras aplicações, simples de ser atualizado e compreensível.

A UML incorpora as noções do desenvolvimento de software totalmente visual. Ela se baseia em diagramas que são modelados e classificados em visões de abstração. O desenvolvimento de um sistema em UML divide-se em 5 fases: análise de requisitos, análise, projeto (*design*), implementação (programação) e testes.

O bom entendimento da UML não é apenas aprender a simbologia e o seu significado, mas também significa aprender a modelar orientado a objetos no estado da arte. A UML aborda o caráter estático e dinâmico do sistema a ser analisado levando em consideração, já no período de modelagem, todas as futuras características do sistema em relação a utilização de *packages* próprios da linguagem a ser utilizada, utilização do banco de dados bem como as diversas especificações do sistema a ser desenvolvido de acordo com as métricas finais do sistema.

O objetivo da UML é descrever qualquer tipo de sistema, em termos de diagramas orientado a objetos. Naturalmente, o uso mais comum é para criar modelos de sistemas de software, mas a UML também é usada para representar sistemas mecânicos sem nenhum software. Aqui estão alguns tipos diferentes de sistemas: sistemas de informação, sistemas técnicos, sistemas *real-time* integrados, sistemas distribuídos, sistemas de software, sistemas de negócios. Sistemas de informações de hoje, por exemplo, podem ter tanto características distribuídas como *real-time*. E a UML suporta modelagens de todos estes tipos de sistemas.

### **5.2.3 UML, a metodologia usada neste trabalho**

As questões básicas que envolvem o desenvolvimento de um sistema quanto a programação orientada a objetos é melhor compreendida se compararmos com sua parente mais próxima, a programação estruturada. A programação orientada a objetos modela o sistema como um conjunto de objetos cooperativos entre si e modela tanto a complexidade comportamental

como a informacional portanto o sistema tende a ser melhor organizado, compreendido e testado contribuindo também para a reutilização de código. A unidade básica da organização é o objeto que possui dados associados (estado do objeto) e um conjunto de comportamentos (métodos do objeto).

Após estudo das metodologias existentes e ferramentas disponíveis no mercado foi escolhido a UML por ser nova no mercado e já possuir muitas empresas usando-a para desenvolvimento de seus sistemas, outro fator motivador foi o de usar uma ferramenta acessível para modelar objetos gerenciáveis ou não. E por fim a possibilidade de fazer o desenvolvimento dos modelos de casos de uso, classes e interações utilizando como ferramenta de apoio Rational Rose da Rational Software Corporation, versão de avaliação a qual suporta o método e o ambiente tecnológico.

A UML contém notações e regras que tornam possível expressar modelos orientados a objetos e foi desenvolvida para ser usada em diversos métodos de desenvolvimento. Juntamente com a UML é necessário que seja adotado algum tipo de método de desenvolvimento para ter a organização de tarefas.

Neste trabalho foi usado o método tradicional de desenvolvimento orientado a objetos que é dividido em análise de requisitos, análise, *design* (projeto), implementação, e testes. Neste método a análise de requisitos captura as necessidades básicas funcionais e não-funcionais do sistema que deve ser desenvolvido. A análise modela o problema principal (classes, objetos) e cria um modelo ideal do sistema sem levar em conta requisitos técnicos do sistema. O projeto expande e adapta os modelos da análise para um ambiente técnico, onde as soluções técnicas são trabalhadas em detalhes. A implementação consiste em codificar em linguagem de programação e banco de dados os modelos criados. E as atividades de testes devem testar o sistema em diferentes níveis, verificando se o mesmo corresponde as expectativas do usuário.

A Rational Inc. já esta desenvolvendo um método que monta duas visões do desenvolvimento de um sistema: visão gerencial e técnica. A visão técnica utiliza as tradicionais atividades de análise, *design* e implementação, enquanto a visão gerencial utiliza as seguintes fases no desenvolvimento de cada geração do sistema: **início** que define o escopo e objetivo do projeto; a **elaboração** que desenvolve o produto em detalhes através de uma série de

interações envolvendo mais análise, projeto e programação e, a **transição** que gera o sistema para o usuário final, incluindo as atividades de marketing, suporte, documentação e treinamento.

Embora não atendendo plenamente à nova filosofia de trabalho a indústria de software já disponibilizou várias ferramentas de modelagem, algumas suportando a UML como é o caso da Rational Rose da Rational Corporation, mas muitas suportando um método particular que em si atende a um tipo de projeto.

#### **5.2.4 Fases do desenvolvimento de um sistema em UML**

O ciclo de vida de desenvolvimento de software compreende cinco: análise de requisitos, análise, *design* (projeto), programação e testes as quais devem ser concomitantemente de forma que problemas detectados numa fase modifiquem e melhorem as fases desenvolvidas anteriormente a fim de gerar um produto de alta qualidade e performance.

Como este trabalho faz modelagem de objetos usando a UML, a seguir será feita uma breve descrição de cada fase do desenvolvimento de um sistema em UML:

Na fase de análise de requisitos são detectadas as intenções e necessidades dos usuários do sistema a ser desenvolvido através do uso de funções chamadas “use-cases”. Através do desenvolvimento de “use-case”, as entidades externas ao sistema (em UML chamados de “atores externos”) que interagem e possuem interesse no sistema são modelados entre as funções que eles requerem, funções estas chamadas de “use-cases”. Os atores externos e os “use-cases” são modelados com relacionamentos que possuem comunicação associativa entre eles ou são desmembrados em hierarquia. Cada “use-case” modelado é descrito através de um texto, e este especifica os requerimentos do ator externo que utilizará este “use-case”. O diagrama de “use-cases” mostrará o que os atores externos, ou seja, os usuários do futuro sistema deverão esperar do aplicativo, conhecendo toda sua funcionalidade sem importar como esta será implementada. A análise de requisitos também pode ser desenvolvida baseada em processos de negócios, e não apenas para sistemas de software.

A fase de análise preocupa-se com as primeiras abstrações (classes e objetos) e mecanismos que estarão presentes no domínio do problema. As classes são modeladas e ligadas através de

relacionamentos com outras classes, e são descritas no **diagrama de classe**. As colaborações entre classes também são mostradas neste diagrama para desenvolver os “use-cases” modelados anteriormente, estas colaborações são criadas através de modelos dinâmicos em UML. Na análise, só serão modeladas classes que pertençam ao domínio principal do problema do software, ou seja, classes técnicas que gerenciem banco de dados, interface, comunicação, concorrência e outros não estarão presentes neste diagrama.

Na fase de projeto (*design*) o resultado da análise é expandido em soluções técnicas onde novas classes serão adicionadas para prover uma infra-estrutura técnica: a interface do usuário e de periféricos, gerenciamento de banco de dados, comunicação com outros sistemas, dentre outros. As classes do domínio do problema modeladas na fase de análise são mescladas nessa nova infra-estrutura técnica tornando possível alterar tanto o domínio do problema quanto a infra-estrutura. O *design* resulta no detalhamento das especificações para a fase de programação do sistema.

Na programação, as classes provenientes do *design* são convertidas para o código da linguagem orientada a objetos. Dependendo da capacidade da linguagem usada, essa conversão pode ser uma tarefa fácil ou muito complicada. No momento da criação de modelos de análise e *design* em UML, é melhor evitar traduzi-los mentalmente em código. Nas fases anteriores, os modelos criados são o significado do entendimento e da estrutura do sistema, então, no momento da geração do código onde o analista conclua antecipadamente sobre modificações em seu conteúdo, seus modelos não estarão mais demonstrando o real perfil do sistema. A programação é uma fase separada e distinta onde os modelos criados são convertidos em código.

Na fase de testes, um sistema normalmente é rodado em testes de unidade, integração, e aceitação. Os testes de unidade são para classes individuais ou grupos de classes e são geralmente testados pelo programador. Os testes de integração são aplicados já usando as classes e componentes integrados para se confirmar se as classes estão cooperando uma com as outras como especificado nos modelos. Os testes de aceitação observam o sistema como uma “caixa preta” e verificam se o sistema está funcionando como o especificado nos primeiros diagramas de “use-cases”.

## **CAPÍTULO VI**

### **6 UM MODELO GENÉRICO PARA A GERÊNCIA DE FACILIDADES DE REDE INTERNA**

#### **6.1 Introdução**

Este trabalho usa uma metodologia orientada a objetos, usando os conceitos propostos pela UML e nele será dado mais ênfase na análise de requisitos, análise e projeto (*design*), já que as principais abstrações dos modelos do sistema se encontram nestas fases do desenvolvimento. Este estará limitado as fases de levantamento de necessidades e análise cobrindo superficialmente os requisitos de projeto e implementação pois a quantidade de detalhes a serem cobertos será difícil de ser tratado de maneira estática como conteúdo deste trabalho.

Aqui serão mostradas as entidades criadas, simbolizadas, organizadas e sua utilização dentro de um desenvolvimento utilizando a UML.

Note-se que, com o intuito de tornar a exposição do trabalho realizado mais clara, há uma diferença entre a ordem dos passos na metodologia original e a mostrada nesta seção.

#### **6.2 Narrativa do processo produtivo da gerência de facilidades da rede interna**

Infelizmente na maioria dos casos o inventário das facilidades de rede interna tem sido impreciso ocasionando em muitos casos a venda de produtos e serviços sem facilidades disponíveis para atender e em outros casos um excesso de facilidades sem uso. Isso resulta num deficiente atendimento ao cliente e custos elevados.

A gerência de facilidades tem por objetivo administrar eficientemente as facilidades disponibilizadas pelos recursos da rede de telecomunicações, fornecendo informações para: planejamento, projeto, implantação, operação e manutenção, em conjunto com outros sistemas de suporte à operação e tomada de decisão.

Para ser competitiva uma empresa operadora de telecomunicações deve ter sistemas

automatizados que suportem os processos da gerência de facilidades os quais devem ser flexíveis e manter um gerenciamento de inventário de facilidades “*just in time*” além de ter a funcionalidade de gerenciar como objetos os equipamentos, facilidades e circuitos de rede.

Conforme é representado na figura 7, a seguir, os pedidos de facilidades são registrados através do sistema de atendimento ao cliente ou através de solicitações via correio eletrônico pela área de engenharia as quais são encaminhadas aos designadores de facilidades, aqui também chamados de projetistas de facilidade.

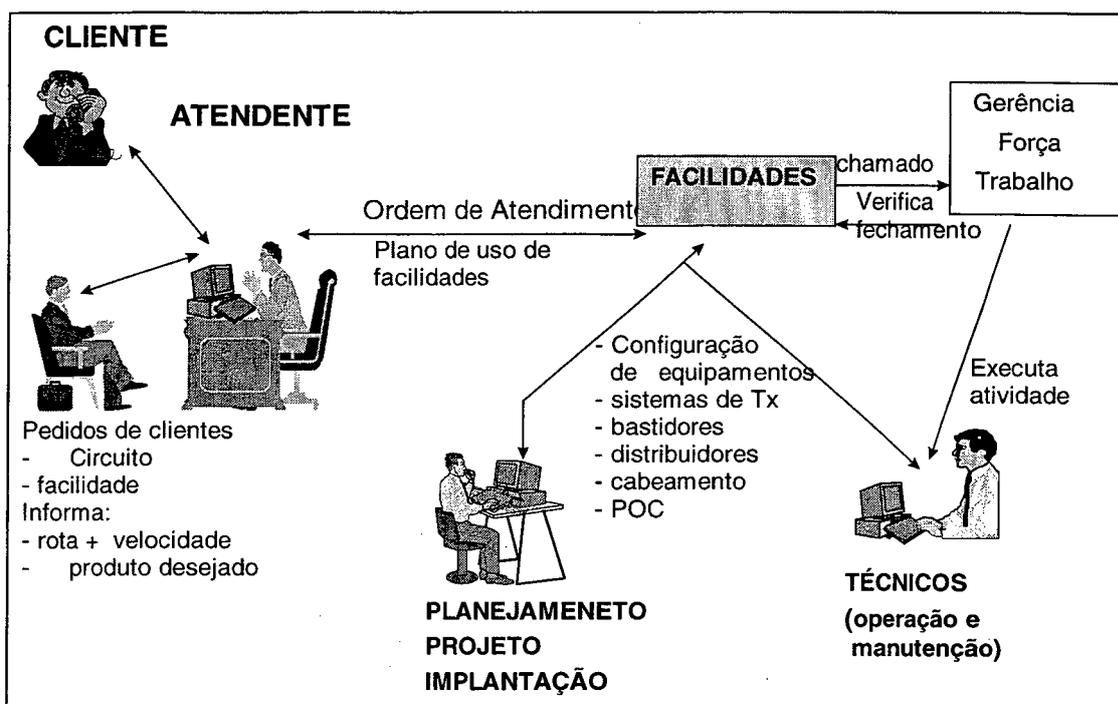


Figura 7 – Esquema funcional da gerência de facilidades.

Os dados da solicitação tais como rota, velocidade, cliente, prazo de atendimento e natureza do contrato são fundamentais para que seja dado prosseguimento ao atendimento. A rota: indica as pontas, essas pontas referem-se às estações de origem e destino. Para cada tipo de uso pode existir uma velocidade (para linhas privadas de comunicação as mais usuais são: 1.200, 2.400, 4.800, 9.600, 14.400, 19.200, 28.800, 33.600 bps, 64K, 128K, 256K, 512K e 2Mbits), se o pedido for para uma linha privada para comunicação de voz não há velocidade especificada. Se não for possível atender no prazo solicitado ou definido, o solicitante é informado e a OS irá para o posto de pendências. Natureza do contrato: Identifica se a natureza do contrato é solicitação nova de canal; extensão de algum contrato já efetuado (ex.: mudança de velocidade, alteração da quantidade de canais solicitados, mudança dos enlaces

envolvidos); ou se é cancelamento de algum contrato já efetuado.

As facilidades só podem ser ocupadas através de solicitações por isso devem existir processos elementares para tratar todos os tipos de solicitações.

A equipe de designadores deverá acessar um repositório de pedidos e a partir deles efetuar as designações de facilidades de acordo com a categorização dos pedidos que podem ser de ativação de circuitos e entroncamentos, desativação, mudanças de endereço, mudança de características técnicas, remanejamentos técnicos operacionais, etc.

As áreas de engenharia (planejamento, projeto e implantação) precisam planejar a evolução da planta usando uma ferramenta automatizada estes podem adicionar novas tecnologia e serviços, facilidades não criadas e disponibilizadas no inventário de facilidades. Para a área de projeto e designação, o gerenciamento da capacidade lógica da rede é fundamental para controlar custos e ter um excelente atendimento ao cliente. Para estes é necessário que sejam designadas automaticamente as facilidades e/ou com escolha pelo projetista e a seguir seja feito o comando para configuração, designando facilidades e provendo um processo de atendimento ao cliente fim-a-fim.

Na figura 8, são apresentadas as três principais visões do inventário lógico e físico das facilidades onde na camada de equipamentos funcionais estão as interconexões da localização das facilidades de rede, localização física dos elementos e suas portas de acesso. A camada de gerência dos circuitos das facilidades lógicas deve suportar a variedade de topologias de rede tais como ATM, *Frame relay*, IP e outras, dando suporte aos projetistas de circuitos fim-a-fim através da sugestão de encaminhamento de circuito (caminho do circuito), provendo a conectividade entre facilidades e circuitos de diferentes tecnologias que sejam compatíveis

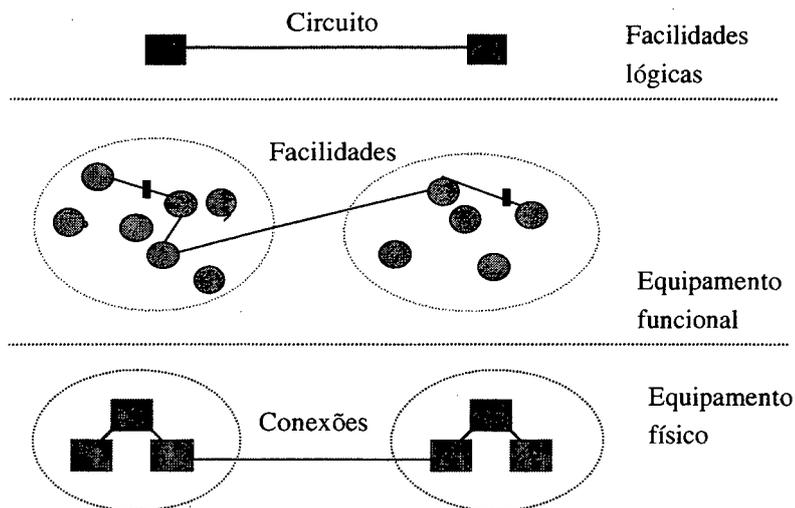


Figura 8 – Inventário físico e lógico das facilidades.

A camada de equipamento físico deve tratar de todos os eventos ocorridos, por exemplo: quando um equipamento apresentar problemas de ordem técnica, a área de manutenção precisa identificar imediatamente a localização do mesmo, quantas e quais as facilidades, quais são os clientes que estão sendo afetados, e tratar o problema adequadamente de acordo com os procedimentos vigentes. O sistema suportará um cadastro das facilidades, onde cada facilidade poderá ter várias ocupações e conexões usando facilidades de elementos de fixação.

A base da gerência do inventário é o cadastro dos equipamentos. O inventário físico dos recursos inclui a visão da hierarquia de equipamentos e a visão física e lógica da capacidade dos elementos da rede, facilidades e circuitos; conexões existentes entre os elementos, configuração dos mesmos, elementos de rede; localização física dos equipamentos e as portas destes interconectadas formando circuitos ou não.

O ideal é que a base esteja preparada para que, num futuro, sejam gerados mapas da topologia da rede, planta baixa da estação e *layout* de equipamentos e sejam apresentadas múltiplas visões das facilidades e dos circuitos.

### 6.3 Solução proposta

A gerência de facilidades foi analisada e descrita em um modelo de análise usando casos de usos e detalhada em um modelo de desenho que descreve uma proposta de solução técnica a qual tem como propósito produzir um sistema que apresente os melhores resultados no sentido de compatibilizar a capacidade da rede com as demandas do provisionamento de

serviços.

### 6.3.1 Casos de uso

Foram usados os casos de uso para representar as funções básicas inerentes a gerência de facilidades da rede interna desempenhadas pelos projetistas de facilidades e gerentes de controle operacional e área de engenharia da empresa.

A modelagem de caso de uso é uma técnica usada para descrever a funcionalidade da gerência de facilidades através de fatores externos interagindo em casos de uso. A definição formal de caso de uso, segundo a UML [FURLAN98], é "um conjunto de seqüências de ações que um sistema desempenha para produzir um resultado observável de valor a um ator específico". Um caso de uso está para um cenário assim como uma classe está para um objeto.

O primeiro passo na análise é definir os casos de uso que descrevem as ações de um sistema mediante o recebimento de um tipo de requisição do usuário, isto é, o que o sistema de gerência de facilidades irá oferecer em termos de funcionalidades. Os atores envolvidos são humanos (cliente interno e designador de facilidades) e sistemas (atendimento ao cliente, gerência da força de trabalho e gerência de tráfego). Inicialmente gerência de facilidades encarrega-se de buscar e registrar pedidos de facilidades através de comunicação direta com o sistema de atendimento ao cliente e receber pedidos de clientes internos feitos via correio eletrônico. Em seu trabalho o designador de facilidades passa a interagir com o sistema no sentido de designar facilidades para atendimento aos pedidos recebidos em sua caixa de entrada. A interação direta do projetista de facilidades com o cliente não está prevista e sim com o sistema de atendimento ao cliente e áreas de engenharias via caixa de recebimento de pedidos de facilidades.

Os casos de uso previstos para o sistema de gerência de facilidades são:

- Registro de pedido de facilidade para circuito
- Registro de pedido de facilidade para entroncamento
- Análise do pedido de facilidade

- Verificação do estoque de facilidade
- Estudo de viabilidade para atendimento do pedido
- Tratamento de pendências
- Consulta à gerência de tráfego
- Designação de facilidades
- Geração de demanda de força de trabalho
- Tratamento de demanda não atendida
- Tratamento de históricos
- Projetos rápidos
- Cadastro de recursos da rede

Para um melhor entendimento a figura 9 apresenta a modelagem do diagrama de *use-case* do sistema e cada caso de uso é descrito na tabela 2.

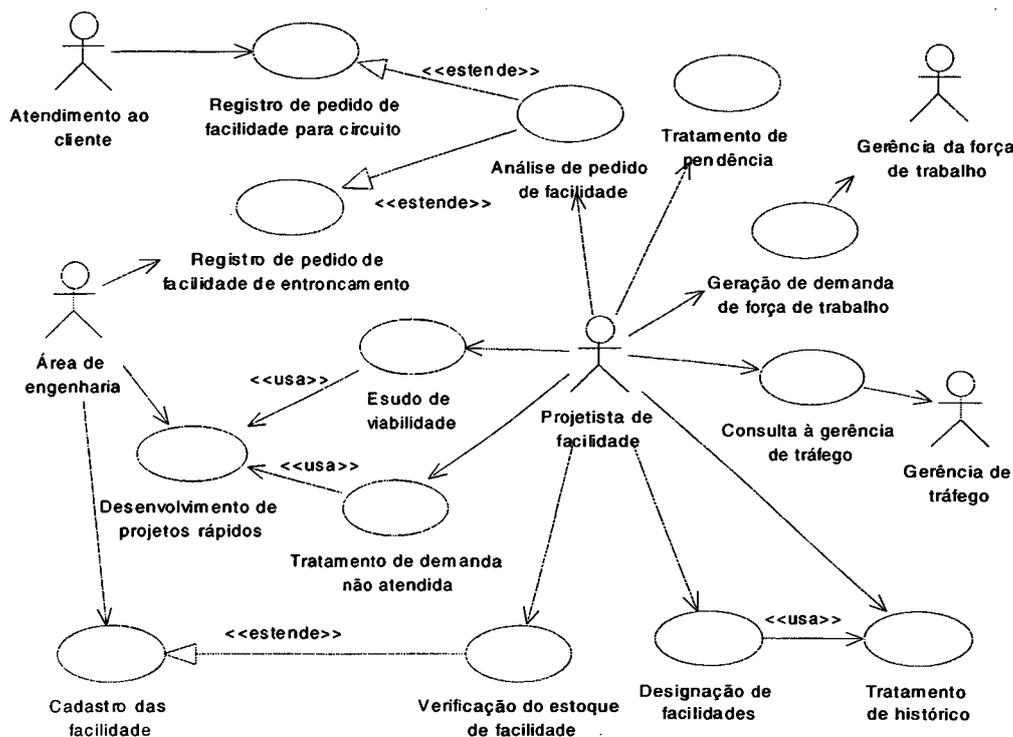


Figura 9 – Diagrama de use-case da fase de análise de requisitos.

Nº	Nome do caso de uso	Quem inicia	Descrição do caso de uso
1	Registro de pedido de facilidade para circuito	Atendimento ao cliente	Os registros de solicitações de facilidades são gerados pelo sistema de atendimento ao cliente os quais são registrados através do documento ordem de serviço (OS) do sistema de atendimento são gerados e colocados no posto de trabalho do projetista de facilidade. Essas solicitações podem ser de ativação, desativação, alteração ou remanejamento de um ou mais circuito que envolve facilidades de rede interna (portas de equipamento e conexões em elementos de fixação). Cada solicitação tem um número de negócio dado ao cliente e está associado a um número de pedido que pode ficar nos seguintes estados: aberto, rejeitado, alocado, em elaboração, pendente, concluído, em execução, cancelado.
2	Registro de pedido de facilidade para entroncamento	Área de engenharia	Os registros de solicitações também podem ser originados pela gerência de tráfego, solicitações referentes a entroncamento ou ocupação eventual, neste caso o registro pode ser feito via correio eletrônico corporativo, via fax, carta circular, ou ainda pedido verbal via telefone ou conversa pessoal. Em todos esses casos deve existir o registro da solicitação e ficar armazenado na gerência de facilidades até seu devido tratamento, atendimento ou registro de pendência. Cada solicitação tem um número de negócio dado ao cliente e está associado a um número de pedido que pode ficar nos seguintes estados: aberto, rejeitado, alocado, em elaboração, pendente, concluído, em execução, cancelado.
3	Análise do	Projetista de	Os pedidos são analisadas para verificar se há parâmetros divergentes,

	pedido de facilidade	facilidade	dados conflitantes ou que não existem, se for detectado inconsistência estas voltam ao solicitante. Os dados são: rota, velocidade, cliente, prazo de atendimento, natureza do contrato. Se não for possível atender no prazo solicitado ou definido, o solicitante é informado e este pedido vai para o tratamento de pendências. O pedido de desativação segue o fluxo de designação de facilidade para desocupar facilidade.
4	Verificação do estoque de facilidades	Projetista de facilidade	A verificação do estoque de facilidade é feita para ver se existem facilidades disponíveis para atendimento às características do pedido. Deve existir um monitor de níveis de estoque pré definido e quando o estoque atingir o nível máximo gerar um pedido de ampliação para a área de engenharia.
5	Estudo de viabilidade para atendimento do pedido	Projetista de facilidade	Esta atividade é a mais complexa e trabalhosa, é necessário identificar o(s) enlace(s) envolvido(s) e verificar o estoque de facilidades se existem disponíveis e em muitos casos solicitar a execução de projetos rápidos para atendimento de facilidade. Por exemplo, se a velocidade do canal solicitado for 128 Kbps consultar o sistema de gerência da rede de pacotes. O sistema deve permitir que seja efetuado automaticamente ou passo a passo pelo projetista de facilidade.
6	Tratamento de pendências	Projetista de facilidade	Existem casos em que foi constatada a disponibilidade de facilidades porém não atendendo o pedido completamente como por exemplo: quantidade de canais, velocidade, prazo de atendimento. Esses casos são negociados para possíveis alterações no pedido original e alteração do contrato para satisfazer a solicitação. Caso não seja possível este pedido vai para o tratamento de demanda não atendida. Se as divergências entre o pedido e a disponibilidade forem relacionadas a quantidade de canais ou sistemas, será realizado consulta à gerência de tráfego para analisar a possibilidade de remanejar facilidades e atender a solicitação. Todas as pendências são arquivadas e mantidas na gerência de facilidades com os motivos da pendência.
7	Consulta à gerência de tráfego	Projetista de facilidade	Na gerência de tráfego será analisada a rota (enlace) onde está sendo solicitado o sistema ou canal, verificando através de medição de tráfego a taxa percentual de ocupação da rota se é possível diminuir a rota de comutação. Caso seja possível o inventário de facilidades recebe facilidades disponíveis e então é passado para a designação de facilidades. Não sendo possível o pedido passa para demanda não atendida.
8	Designação de facilidades	Projetista de facilidade	A designação de facilidades tem por função a criação, suspensão, leitura e restauração dos dados da facilidade. Podem ser dados os comandos diretamente sobre o recurso ou gerar demanda de força de trabalho para configuração da rede.
9	Geração de demanda de força de trabalho	Projetista de facilidade	Quando há necessidades de executar conexões físicas nos nós de rede a solicitação só será efetivamente atendida através da geração de demanda no sistema de gerência de força de trabalho para que o técnico, em campo, execute a atividade de conexões necessária e faça o teste para liberação do serviço. A solicitação deve aguardar o OK da força de trabalho para disponibilizar o serviço ao cliente.
10	Tratamento da demanda não atendida	Projetista de facilidade	Quando não existem facilidades disponíveis e nem previstas é necessário que seja feito pedido de ampliação e/ou projeto de novas facilidades. Em outros casos é necessário que sejam oferecidas soluções tecnológicas alternativas para o atendimento.
11	Tratamento dos históricos	Projetista de facilidade	A desocupação da facilidade ou a ocorrência de um defeito deve gerar um histórico. O histórico também é usado para gerar indicadores de atendimentos ocorridos por períodos e retiradas que possam identificar insatisfação dos clientes.
12	Projetos rápidos	Área de engenharia	Esse tipo de projeto é elaborado em curto espaço de tempo onde a engenharia projeta e executa a instalação de facilidades sob demanda e/ou para reserva técnica. Todo o pedido não viável de ser atendido por falta de facilidade deve ir para demanda não atendida e então a engenharia rapidamente executa.

13	Cadastro das recursos	Área de engenharia	A engenharia trata de todas as instalações/desinstalações físicas de recursos da rede por isso o inventário de facilidades é consequentemente o incrementado ou decrementado, lembrando aqui que são os recursos que disponibilizam facilidades.
----	-----------------------	--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabela 2 – Casos de uso da gerência de facilidades.

### 6.3.2 Modelo de classes preliminar

Como a modelagem foi feita sob o enfoque da modelagem orientada a objetos usando a terminologia UML, a parte dos dados foi definida por um conjunto de atributos e a parte funcional por um conjunto de operações.

Aqui o diagrama não fará a exposição do conteúdo total do modelo mas um subconjunto de detalhes da parte principal e mais importante do modelo pois os esforços se concentraram nas áreas chave da gerência de facilidades da rede interna.

Tendo em mãos o diagrama de use-case, foram estruturados atributos, operações e classes através do diagrama preliminar de classes do sistema. Com base na narrativa do sistema e os casos de uso foram determinadas as classes principais do sistemas e seus atributos componentes, este diagrama é totalmente despreocupado de qualquer tipo de técnica relacionada a implementação do sistema, ou seja, métodos e atributos de acesso a banco de dados, estrutura de mensagens entre objetos, etc.

Como resultado da análise preliminar foram obtidas as principais classes do sistema e que se relacionarão segundo o diagrama de classes mostrado na figura 10, a seguir. Aqui ainda não tem-se uma normalização do modelo visando sua estabilidade e integridade mas as classes estão documentadas juntamente com seus relacionamentos. As principais classes são:

- Equipamento telecom
- Portas de equipamento telecom
- Elemento de fixação
- Posição de elemento de fixação

- Modelo de equipamento telecon
- Modelo de elemento de fixação
- Compatibilidade entre modelo de equipamento telecon e modelo de elemento de fixação
- Compatibilidade entre usos de um produto e modelo de equipamento telecon
- Pedido
- Designação
- Produto
- Usos de um produto
- Nó de rede
- Estação
- Central comutação
- Localidade

Equipamento telecon: representa o equipamento em si, ou seja, um componente da rede de telecomunicações que tem a função de transferir informação (voz, imagem, dados, etc.) de um ponto a outro, por meio de sinais. Ex.: equipamento UHF, VHF, multiplexadores e terminações de fibra óptica, etc.

Portas equipamento telecon: uma das principais classes pois é ela representa as unidades lógicas das facilidades que são numeradas e disponibilizadas pelo equipamento telecon. Isto é, qualquer feixe de uma determinada velocidade, de hierarquia superior ou inferior de um equipamento telecon. Todo equipamento de transmissão tem pelo menos uma porta de hierarquia superior e uma de hierarquia inferior. Exemplo: MCP-30, possui um tributário de hierarquia superior com velocidade de 2Mbits e 30 tributários de hierarquia inferior, também

conhecidos por canais.

**Elemento de fixação:** todo o equipamento telecom está fisicamente alocado em uma posição de elemento de fixação, esta é necessária para casos de falha, remanejamento ou outra operação a fim de facilmente saber onde está o equipamento no nó da rede.

**Posição de elemento de fixação:** as portas de equipamento telecom tem suas terminações físicas e estas são representadas como simplesmente posição de elemento de fixação independente dos modelos de elemento de fixação ser distribuidor intermediário, distribuidor geral, distribuidor de fibra óptica. Para os casos de novos elementos deve-se ter posições disponíveis.

**Classes de compatibilidade:** são as classes que proporcionarão inteligência e dinamicidade ao sistema permitindo que estas sejam configuradas e assim seja possível uma rápida inserção de novos serviços, novas tecnologias de equipamentos, novos elementos de fixação. Neste modelo existem duas classes de compatibilidade: modelo de equipamento com elemento de fixação e modelo de equipamento com uso de um produto.

A classe de compatibilidade de modelo de equipamento telecom e elemento de fixação trata de quais os modelos de elementos de fixação podem alocar equipamento telecom e onde um equipamento telecom pode ser alocado. Permite configurar a compatibilidade de fazer conexões físicas entre as portas do equipamento telecom quando for necessário fazer cabeamento da interface física das portas para dar acesso ao cliente ou ainda fazer interconexão de facilidades é necessário que o modelo de elemento de fixação seja compatível para cabeamento com o modelo de equipamento telecom.

A classe de compatibilidade de modelo de equipamento com uso de um produto fornece dinamicidade ao sistema no sentido de que novas tecnologias possam ser inseridas na planta bem como novos serviços sem precisar refazer a modelagem ou dar manutenção no sistema. Basta criar as compatibilidades e descrever as características destas para que seja liberado para o atendimento ao cliente.

As classes: cliente, pedido, produto, uso/produto são representadas aqui mesmo não pertencendo a esta área de interesse. Estas pertencem a área de interesse atendimento ao

cliente.

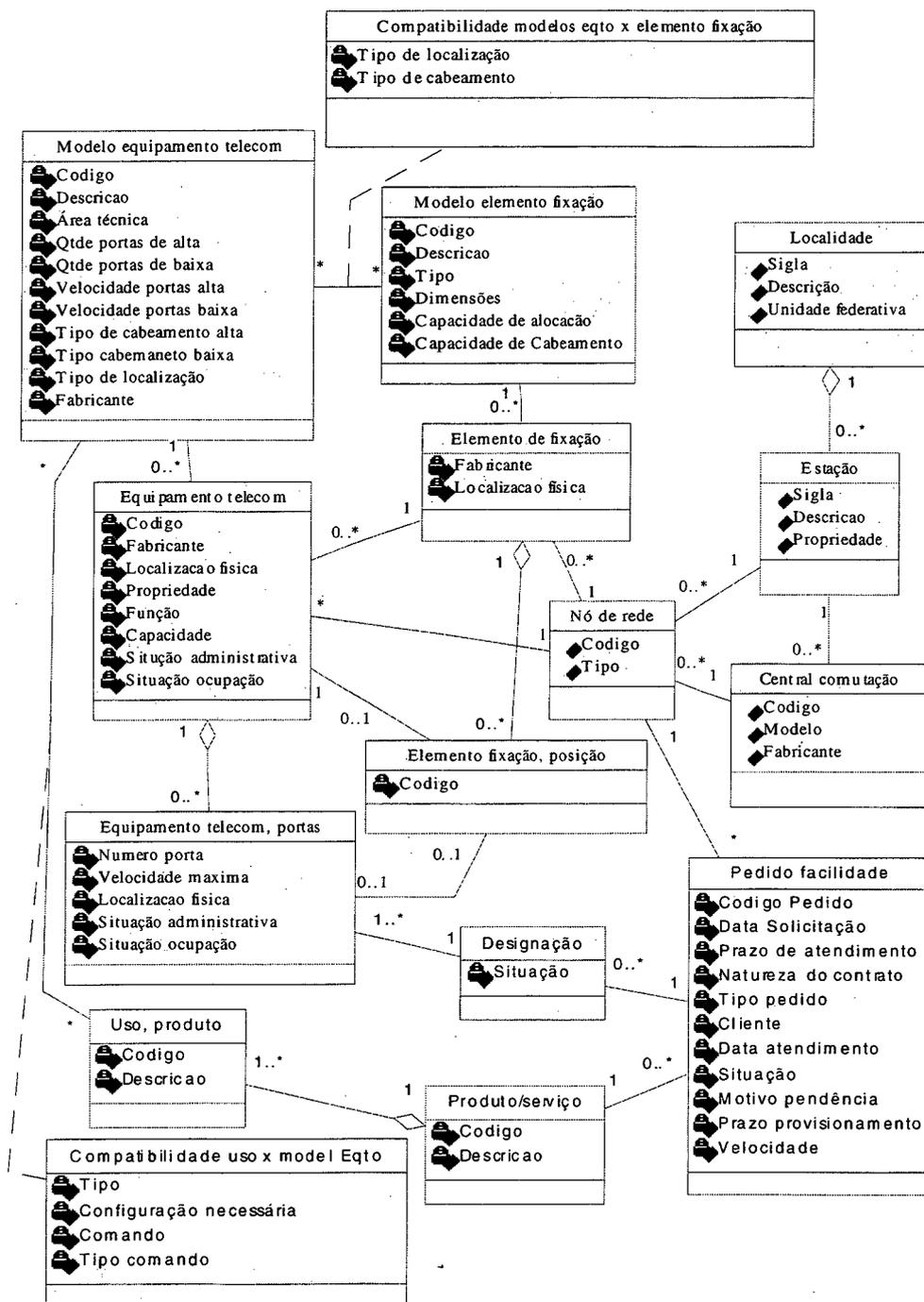


Figura 10 – Diagrama de classes preliminar.

Aqui poderiam ainda ser representadas classes tais como fila, sala, terrenos, edificações porém estas são relevantes para o provisionamento de recursos mas não para o processo de gerência de facilidades.

### 6.3.3 Diagramas de interação

As operações correspondentes às classes são obtidas elaborando-se os diagramas de interação para cada caso de uso, ou seja, o estudo de mensagens trocadas entre objetos nos diagramas de interação. Com isso o modelo de classes deve ser ajustado visando o aprimoramento conceitual, clareza e estabilidade.

Tendo mãos as funções primordiais do sistema (diagrama de *use-cases*) e o diagrama de classes da análise do domínio do problema o próximo passo é traçar como estas classes interagem para realizar as funções do sistema sem levar em consideração a técnica de implementação. Para essa modelagem é utilizado o diagrama de seqüência e o de colaboração. Para decidir qual diagrama deve ser utilizado pode-se usar a regra geral [FURLAN98], “escolher o diagrama de colaboração quando o objeto e seus vínculos facilitam a compreensão da interação, e escolher o diagrama de seqüência somente se a seqüência necessita ser evidenciada”.

Devido ao seu escopo, este trabalho não apresenta todos os diagramas de interação e sim apenas um exemplo que pode ser visto na figura 11 para mostrar que nesse tipo de diagrama é necessário utilizar idéias básicas da modelagem da interface do sistema como as janelas. Esses objetos de interface são totalmente detalhados na fase de *design* a qual não será detalhada neste trabalho.

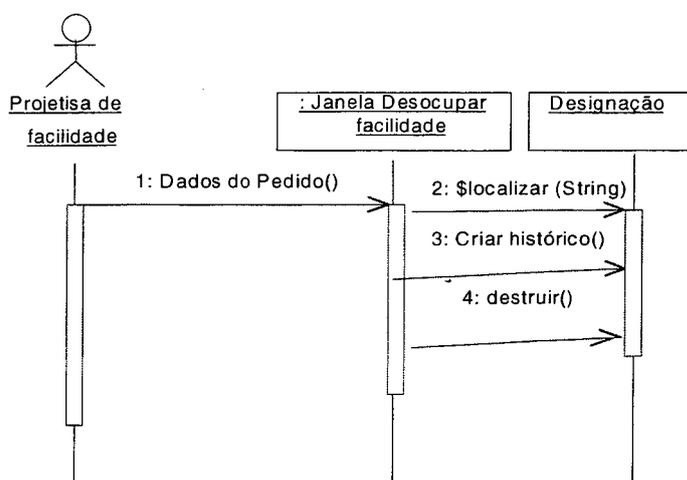


Figura 11 – Diagrama de seqüência para desocupar facilidade.

Conforme pode ser visto na figura 11, o projetista de facilidade faz entrada dos dados do

pedido, via janela do sistema para fazer a desocupação das facilidades onde cria um registro de histórico da ocupação e em seguida elimina a ocupação liberando as facilidades para um novo atendimento.

#### **6.3.4 Modelo de classes com operações**

Aqui foi detalhado um pouco da fase de projeto com o intuito de descrever as novas classes técnicas do sistema, como classes de criação da interface, de banco de dados e para expandir e detalhar a descrição das classes de objetos, que já foram definidas na fase de análise. Foram usados os mesmos diagramas criados na fase de análise, mas é um nível de detalhamento técnico mais elevado.

As descrições de *use-cases* provenientes da fase de análise foram usados para verificar se estes estariam sendo suportados pelos diagramas gerados na fase de *design*, e diagramas de seqüência são usados para ilustrar como cada *use-case* e seria tecnicamente implementada no sistema.

Conforme é apresentado na figura 12, chegou-se a um diagrama de classes mais evoluído com a inclusão das operações que foram obtidas através de mensagens recebidas pelas classes nos diagramas de seqüência de casos de uso conforme está documentado na tabela 3.

<b>Classe</b>	<b>Mensagens recebidas</b>
Pedido facilidade	Obter dados pedido() Obter dados nó de rede() Obter dados produto/serviço() Alterar pedido() Destruir pedido() Criar designação() Localizar() Remover designação() Alterar designação()
Designação	Localizar facilidades() Mudar situação() Obter indicadores de ocupação() Designar automaticamente() Designar por etapas() Gerar demanda de força de trabalho()
Modelo de equipamento telecom	Criar modelo equipamento telecom() Destruir modelo equipamento telecom()
Modelo elemento fixação	Criar modelo elemento fixação() Destruir modelo elemento fixação()
Compatibilidade modelo equipamento e elemento fixação	Criar compatibilidade modelo equipamento e elemento fixação() Destruir compatibilidade modelo equipamento e elemento fixação()
Compatibilidade modelo equipamento e uso	Criar compatibilidade modelo equipamento e uso() Destruir compatibilidade modelo equipamento e uso()
Equipamento telecom	Obter dados de nó da rede() Criar equipamento telecom() Destruir equipamento telecom() Obter compatibilidade entre modelo equipamento e elemento fixação() Alocar equipamento em posição elemento fixação()
Equipamento telecom, portas	Obter dados do equipamento telecom() Criar portas equipamento telecom() Destruir portas equipamento telecom() Obter dados da compatibilidade equipamento e elemento fixação() Configurar portas equipamento telecom() Solicitar conexões() Executar cross-conexões() Pré-definir rota()
Elemento fixação	Obter dados de nó da rede() Criar elemento fixação() Destruir elemento fixação() Obter dados do modelo() Criar posição()
Elemento fixação, posição	Obter dados do elemento de fixação() Criar posição elemento fixação() Destruir posição elemento fixação()
Nó de rede	Obter dados de nó de rede()
Localidade	Criar localidade() Destruir localidade()
Estação	Obter dados de localidade() Criar estação() Destruir estação() Criar nó de rede()
Central comutação	Obter dados de estação() Criar central comutação() Destruir central comutação() Criar nó de rede()
Uso, produto	Obter dados do uso()
Produto/Serviço	Obter dados do produto/serviço()

Tabela 3 – Classes e operações.

A seguir, será apresentado o modelo de classe completo incluindo atributos e operação.

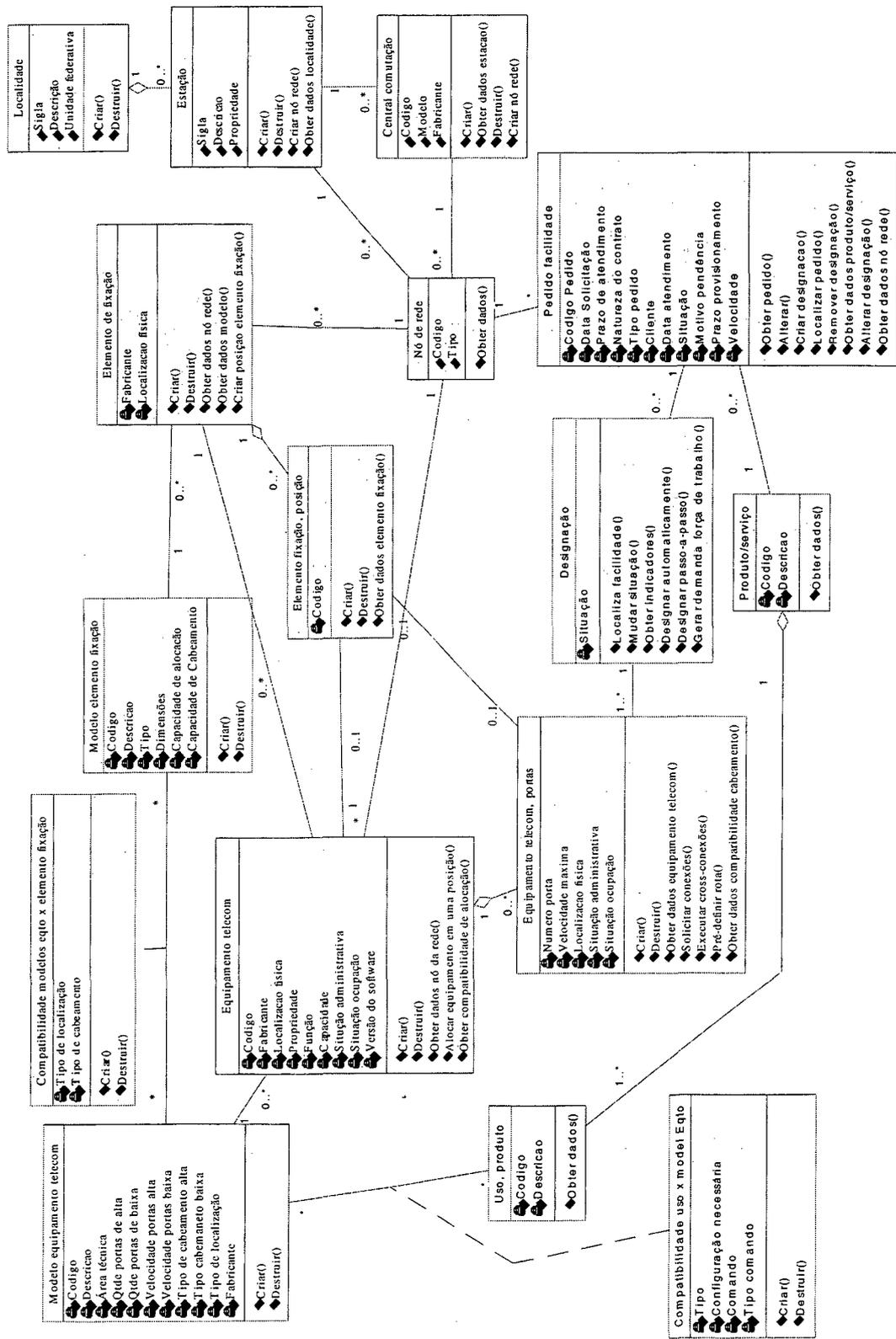


Figura 12 – Diagrama de classes com operações.

A fase subsequente, não tratada aqui em detalhes, é a de implementar no modelo melhorias e técnicas de como realmente cada função do sistema seria concebida, detalhar com ênfase nas soluções para armazenamento dos dados, funções primordiais do sistema e interface com o usuário.

Esta fase pode ser subdividida em: **projeto da arquitetura** que é o projeto de alto nível onde os pacotes (subsistemas) são definidos, incluindo as dependências e mecanismos de comunicação entre eles e, no **projeto detalhado**, o conteúdo dos pacotes é detalhado, então todas classes serão totalmente descritas para mostrar especificações claras para o programador que irá gerar o código da classe. Modelos dinâmicos do UML deverão ser usados para demonstrar como os objetos se comportam em diferentes situações.

Uma arquitetura bem projetada é a base para futuras expansões e modificações no sistema. Os pacotes podem ser responsáveis por funções lógicas ou técnicas do sistema sendo de vital importância separar a lógica da aplicação da lógica técnica. Isso facilitará muito futuras mudanças no sistema. Num levantamento preliminar foi possível identificar 4 pacotes (subsistemas), conforme é mostrado na figura 13:

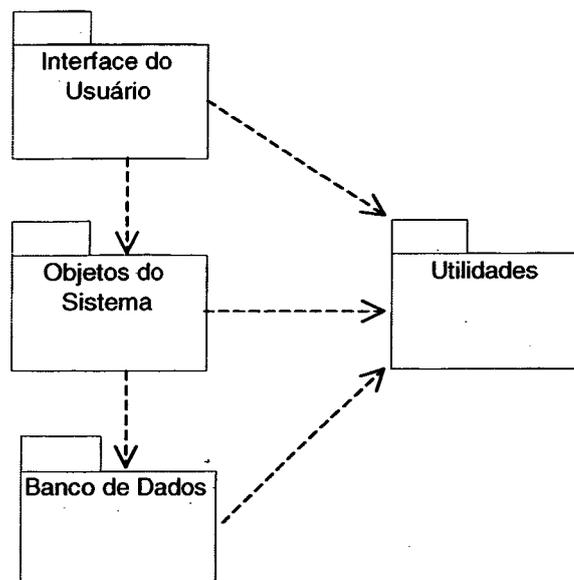


Figura 13 –Pacotes do sistema.

O pacote da interface do usuário contém as classes que possibilitam acessos e entrada de novos dados no sistema cooperando com o pacote de objetos do sistema, que contém as

classes onde os dados estão guardados. O pacote de interface chama operações no pacote de objetos do sistema para acessar e inserir novos dados.

Pacote de objetos do sistema, inclui classes básicas, ou seja, classes que serão desenvolvidas exatamente para tornar o sistema em desenvolvimento funcional.

Pacote de banco de dados disponibilizará serviços para as classes do pacote de objetos fazendo com que os dados armazenados no sistema sejam gravados em disco. O pacote de utilidades, contém serviços que são usados por todos os outros pacotes do sistema.

O *layout* das janelas poderá ser criado com alguma ferramenta visual de acordo com a preferência do desenvolvedor com o apoio de ferramentas visuais já geram o código necessário para a criação de janelas já suportam a adição de controladores de eventos para eventos disparados por usuários como cliques em botões.

## CAPÍTULO VII

### 7 CONCLUSÕES

A função de provisionamento de recursos envolve um grande número de atividades que devem ser estrategicamente integradas e colocadas em destaque na operadora de telecomunicações, visando a adequação e alinhamento dos ambientes operacionais do planejamento, provisionamento de recursos e provisionamento de serviços.

Nesse contexto a mudança de cultura é o principal fator para que a operadora possa conhecer e tratar de todo o seu inventário dinamicamente no tempo e no espaço, e assim reestruturar os processos operacionais nas diversas áreas de interesse para adequação ao **mercado** e proporcionar maior agilidade e flexibilidade no atendimento ao cliente.

O presente trabalho atingiu o que foi proposto inicialmente mesmo restringindo sua especificação às fases de levantamento de necessidades e análise, cobrindo superficialmente os requisitos de projeto e implementação. Neste foi definido um modelo genérico para gerência de facilidades através de diagramas de classes que apresentam uma visão do modelo de dados para planejamento, administração e gerência de facilidades abrangendo, somente ao atendimento a pedidos de facilidades de rede interna para circuitos e entroncamentos.

Através dos casos de uso da UML, foi apresentada uma visão da gerência de facilidades da rede interna de telecomunicações considerando a necessidade de provisionamento de recursos e configuração da rede.

Adotando-se um modelo como este, as classes de compatibilidade darão dinamicidade ao processo possibilitado o aumento da qualidade da prestação de serviços aos clientes haja visto que a inserção de novas tecnologias e serviços se dará de forma rápida e transparente o que não ocorre nos modelos atuais.

Um dos problemas encontrados foi quanto ao uso da ferramenta de modelagem que por ser uma versão de avaliação foi necessário instalar em mais de um computador e principalmente seu estudo feito apenas usando o *help* sem bibliografia específica para referência.

Ao concluir este trabalho, cabe salientar que há muito a se fazer na área de gerência de facilidades, haja visto sua importância e amplitude de mudanças que deverão permear os próximos anos. A época favorece discussões a respeito de mudanças qualitativas no sentido de integrar o provisionamento e a gerência de facilidades de redes e serviços garantindo a satisfação dos clientes.

Como futuro deste trabalho, pode ser desenvolvida a fase de projeto detalhado, feita a implementação do módulo de compatibilidade, feita a especificação de ferramentas de provisionamento de serviço utilizando como base o modelo proposto. Ainda, empresas operadoras de telecomunicações podem desenvolver novas soluções de sistemas de informação baseados em uma abordagem evolutiva e gradual que trate das ações relacionadas a gerência de equipamentos, processos, plataformas e arquiteturas de forma integrada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[ALAMBERT99] Paola Alambert, Estratégias e oportunidades para TELCO's, IP's e "*next generation service providers*", Folder, São Paulo, 1999.

[BELL96] TELEBRÁS/BELL Sygma, Planejamento da Transição – Planejamento de Redes, Acordo Internacional Brasil - Canadá, 1996.

[BRISA93] Gerenciamento de redes – Uma Abordagem de Sistemas Abertos. São Paulo: Makron Books, 1993.

[CPqD94] Planejamento de um Ambiente de Operações de Serviços de Telecomunicações, Acordo CPqD – BNR/Bell Canadá, Janeiro de 1994.

[CUNHA98] Jane Ferreira Cunha, Avaliação de Desempenho de Comutadores ATM, Florianópolis, 1998.

Documentação oficial da UML. Disponível na Internet no endereço:  
<http://www.rarional.com/uml>

[FURLAN98] José D. Furlan, Modelagem de objetos através da UML. São Paulo: Makron Books, 1998.

[ITU-T95] *Principles for a Telecommunications Management Network, draft Recommendation M.3010*, ITU-T, Geneva, Switzerland, April 1995.

[RUMBAUGH94] James Rumbaugh, Modelagem e projetos baseados em objetos. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

[TELEBRÁS93] Gerência integrada de redes e serviços. Ramalho, Eduardo Antonio. Brasília, dezembro, 1993, p. 7-11.

[TCS99] Tele Centro Sul, Sistema de Provisionamento de Recursos. Manual de Referência Técnica. Brasília, 1999.

[TM99] TMForum GB 908 - Network Management Detailed Operations Map -03/99.

[TM99a] TMForum GB 910 - Telecom Operations Map - 04/99.

## **ANEXO I**

### **8 A REDE DE ACESSO**

A rede de acesso pode ser definida como um conjunto de equipamentos e infra-estrutura de telecomunicações que interliga os pontos de terminações nas instalações do cliente até o distribuidor geral e conseqüentemente à central de comutação local e/ou aos serviços de dados especializados.

#### **8.1 Rede metálica convencional**

É uma rede passiva e bastante cara do ponto de vista de instalação e manutenção. É a solução mais antiga de telefonia. Consiste de um conjunto de cabos de distribuição, normalmente dividido em partes chamadas: primária, secundária e fio “drop”. Os circuitos de linha de assinante estão nas centrais locais, as quais ficam em prédios também conhecidos por centros de fios. Isso se deve a grande quantidade de cabos que chegam pelos dutos da rede de distribuição. Esta rede apresenta limitação de comprimento em torno de 6 Km. Percebe-se que usando esta solução é necessário centros de fios a cada 12 Km ou menos.

#### **8.2 Estágios de linha remoto – ELR ou concentradores convencionais**

Também conhecidos como estágios remotos ou estágios de linha, esta é uma solução para levar os circuitos de linha para a região de concentração dos usuários, sendo que a interligação entre a central e o estágio de linha é normalmente formada por enlaces digitais.

#### **8.3 Concentradores distribuídos**

É a solução que leva os circuitos de linha junto aos usuários através de vários pequenos concentradores chamados de “derivadores de linha” interligados entre si e com a central de comutação através de um anel ou barramento compartilhado (com transmissão digital a  $N \times 2$  Mbits/s). É uma solução flexível pois permite usar diferentes meios de transmissão na interligação dos derivadores, ou seja, par metálico, fibra óptica, rádio enlace ou ainda combinação destes. Esses concentradores permitem otimizar a rede metálica existente pois

permitem a ampliação de terminais em uma rede saturada.

#### **8.4 Armários ópticos**

Os equipamentos da Rede Óptica Primária – ROP também conhecidos por Armário Óptico, possibilitam que parte do distribuidor geral tradicional seja levado para junto da rede secundária, próximo ao assinante. É composto de uma Unidade Central localizada junto a comutação e uma Unidade Remota instalada junto a rede secundária. É utilizado como solução de rede para economia da rede primária e não proporciona ganho de terminais.

#### **8.5 Tecnologias xDSL (Digital Subscriber Line)**

Essas tecnologias se destacam por permitir a utilização da atual rede metálica como suporte para transmissão de dados em alta velocidade. Em geral tem-se modems na casa do usuário e na central telefônica e a grande vantagem é a de que o usuário tem mais serviços através do mesmo meio mas não afeta muito a arquitetura da rede telefônica.

Conceitualmente as especificações xDSL se referem aos modems utilizados nestas transmissões, que utilizam-se de técnicas de modulação digital e oferecem taxas de transmissão de dados bem mais elevadas. Esta tecnologia se apresenta com uma variedade de versões, onde x = A, H, S ou V, sendo que em cada versão podem ser fornecidos diferentes tipos de velocidades de serviços sempre sobre redes metálicas convencionais. Abaixo são citadas as tecnologias xDSL:

*HDSL (High data rate Digital Subscriber Line)* usa como meio físico 2 ou 3 pares trançados a uma distância de aproximadamente 3 Km sem a necessidade de repetidores. Taxa de transmissão simétrica de 2,048 Mbps (serviço E1). Telefonia analógica não é suportada simultaneamente

*SDSL (Single line Digital Subscriber Line)* apresenta as mesmas características do HDSL porém somente necessita de 1 par trançado.

*ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)* usa como meio físico 1 par trançado. Taxa de transmissão simétrica *Down* de 1,5 (4 Km) a 8 Mbps (2 Km) e *Up* de 16 a 640 Kbps. Suporta

telefonia analógica simultaneamente

VDSL (*Very high data rate Digital Subscriber Line*) ainda não disponível comercialmente. Possui taxa de transmissão assimétrica *Down* de 13 a 52 Mbps e *Up* de 1,5 a 2,3 Mbps.

### **8.6 Tecnologias HFC (*Hybrid Fiber Coax*)**

A infra-estrutura existente das redes de CATV pode ser adaptada para o suporte de serviços multimídia de banda larga. Tipicamente isto tem sido conseguido com a utilização de tecnologia HFC (solução de acesso que combina fibras ópticas e cabos coaxiais) em conjunto com a tecnologia de *Cable Modems*. Os *Cable Modems* permitem a implementação de um **caminho de retorno** (*Upstream*) do usuário para a operadora de CATV e a multiplexação dos recursos da operadora entre os diversos usuários (*Downstream*).

### **8.7 WLL (*Wireless Local Loop*)**

Esta solução é um tipo de estágio de linha remoto mas que usa como meio de acesso até o usuário o rádio. Provê acesso a serviços de comunicações de voz e dados, sem a rede física externa convencional. Em cenários rurais de difícil acesso para lançamento de cabos e energia elétrica é a alternativa mais econômica e também está sendo usado em centros urbanos.

Para essa solução existem várias tecnologias de interface aérea, as quais podem trazer alguma limitação em termos de qualidade e diversidade dos serviços a serem oferecidos para esse tipo de rede de acesso.

### **8.8 Sistemas via satélite**

O sistema de comunicação digital via satélite, VSAT (*Very Aperture Terminal*), está disponível internacionalmente e em capacidade apta para tratar dados de alta velocidade, transferência de arquivos, imagem, CAD, fac-símile, vídeo e audio digitalizados e, inclusive, tráfego de LANs.

Nas arquiteturas de comunicação VSAT “pear-to-pear” aderentes ao modelo OSI, as linhas privativas pode ser substituídas por aplicações iterativas de dados, voz e imagem. Os canais

de voz digitalizados via satélite oferecem um subcanal de dados bidirecional.

A operadora de longa distância EMBRATEL, oferece um subconjunto destes recursos através de seu serviço Datasat/Digisat que se trata de um serviço de comunicação digital ponto-a-ponto via satélite, nacional/internacional. Funciona como rede de comunicação de dados com canais dedicados via satélite. O cliente precisa de uma antena e alugar um segmento espacial.