

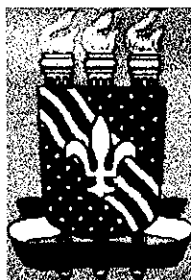
Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Coordenação de Engenharia Elétrica

## Relatório de Estágio

por Iguatemi Eduardo da Fonsêca

Relatório apresentado à coordenação de Engenharia Elétrica da UFPB como parte dos requisitos necessários à obtenção de título de Engenheiro Eletrônico

Campina Grande, Julho de 1999



Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Engenharia Elétrica

*Empresa:* Tele Norte Leste Participações S. A.( Telemar-SE )

*Divisão:* Divisão de Tecnologia

*Setor:* Transmissão

*Gerente:* Elio Yaguiu

*Orientador de estágio:* Marcelo Sampaio de Alencar

*Banca Examinadora:* Marcelo Sampaio de Alencar

Bruno Barbosa Albert

*Estagiário:* Iguatemi Eduardo da Fonsêca

Campina Grande, Julho de 1999



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB



0

## *A Telemar*

### 1. Introdução

A Tele Norte Leste Participações S.A., comercialmente conhecida como Telemar, nasceu da privatização do sistema Telebrás.

Os estados que integram a área de concessão da Telemar - Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará, Maranhão, Pará, Amazonas, Amapá e Roraima - são os que mais contribuem para a geração do Produto Interno bruto (PIB) e abrigam 86 milhões de pessoas, ou seja, mais da metade da população brasileira.

Com menos de um ano de gestão privada, a unificação das 16 concessionárias acelerou o seu processo de desenvolvimento.

A Telemar é a maior empresa de telecomunicações do Brasil, em Receita Operacional Líquida e em número de terminais telefônicos instalados. Oferece, além dos serviços de telefonia fixa local e de longa distância, serviços de Internet, transmissão de dados e imagens, video-conferência, entre outros.

Para os demais segmentos, tais como clientes consumidores, serão ofertadas propostas de produtos/serviços com preços, tipos de atendimento e condições de pagamento diferenciados de acordo com o perfil de cada cliente.

### 2. Área de abrangência

#### 2.1 Visão Geral

**Área:** 5,4 Milhões de km<sup>2</sup>

**População:** 86 Milhões

**PIB Brasil:** R\$778,8 Bi

**PIB Região:** R\$296 Bi

**Renda Per Capita (Brasil):** R\$4.945

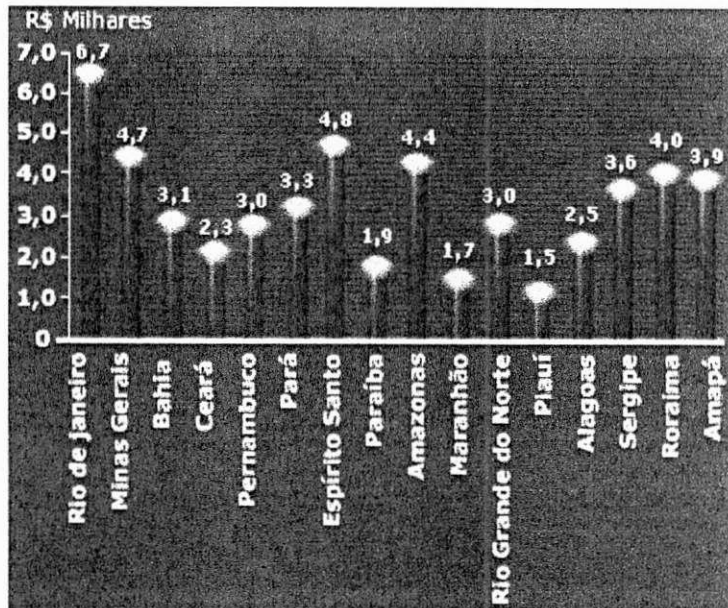
**Renda Per Capita da Região:** R\$3.408

**Linhas Fixas Instaladas por 100 Habitantes (Dez/98):** 10,1

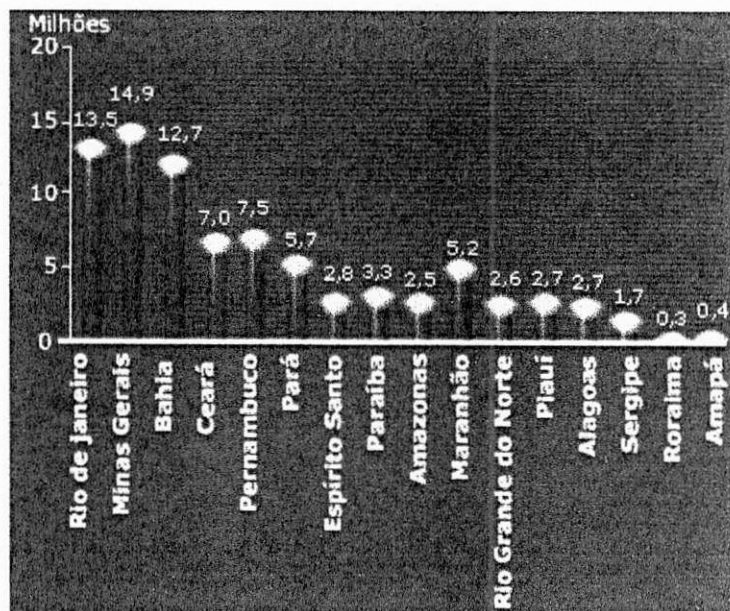
**Linhas Instaladas por empregado (Dez/98):** 364

A seguir estão apresentados dados na forma de gráficos comparativos relacionando os vários estados que a empresa abrange.

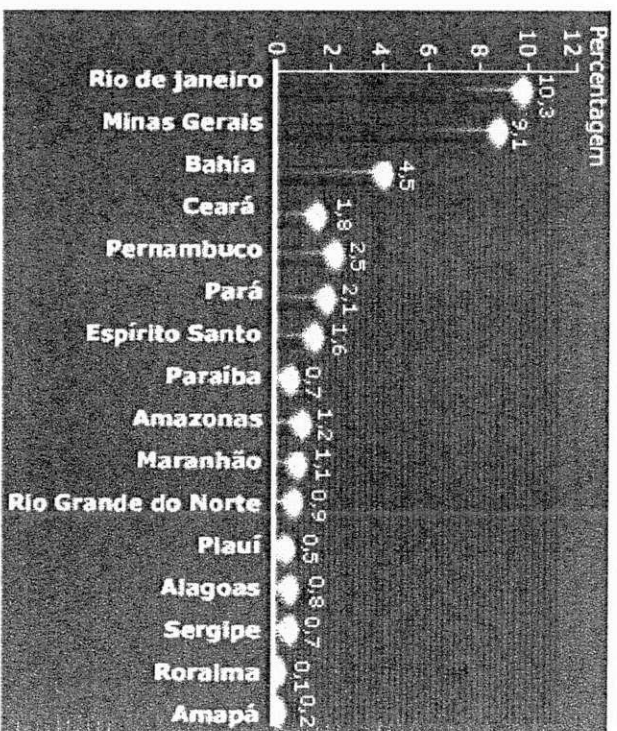
## 2.2 Renda per capita



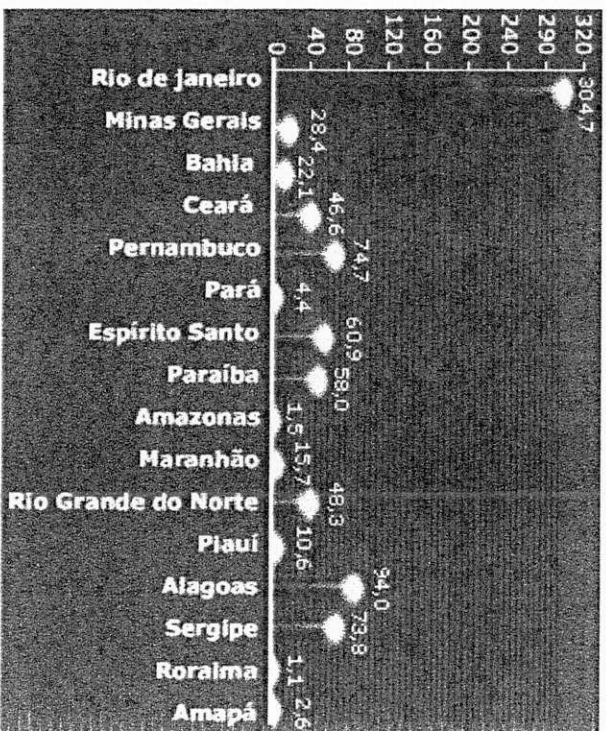
## 2.3 População



## 2.4 Participação no PIB

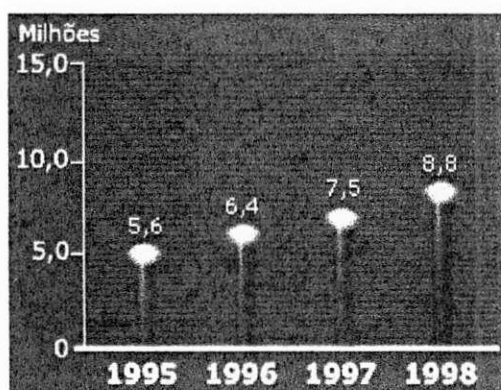


## 2.5 População por km<sup>2</sup>

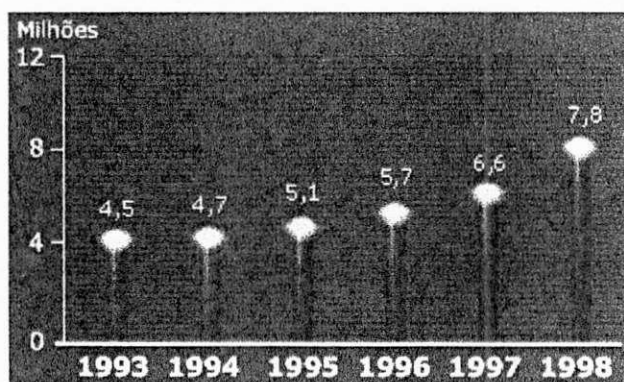


### 3. Indicadores de Planta e Desempenho

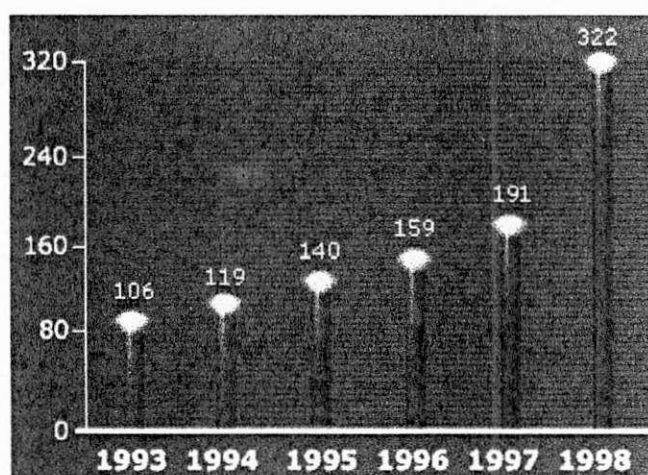
#### 3.1 Terminais Fixos Instalados



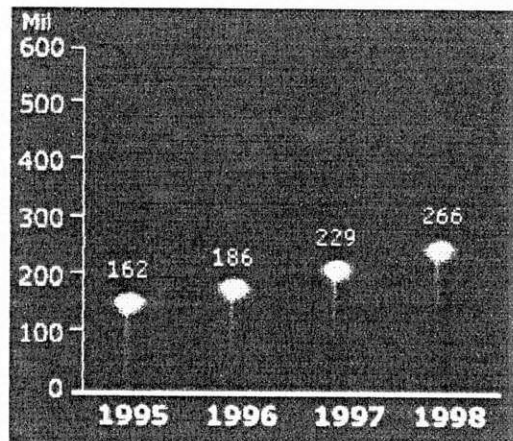
#### 3.2 Terminais Fixos em Serviço



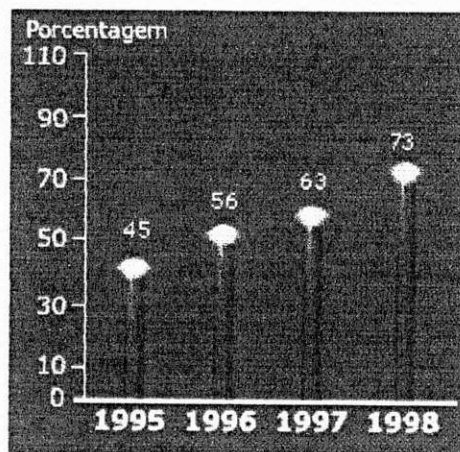
#### 3.3 Terminais Fixos em serviço por Empregado



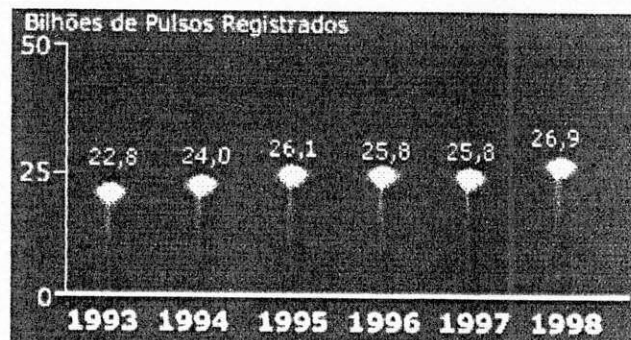
### 3.4. Telefones de uso público em serviço



### 3.5. Taxa de digitalização



### 3.6 Tráfego Local





#### 4. Alguns serviços oferecidos

A Telemar coloca à sua disposição, entre outras facilidades:

##### **Acesso Óptico**

A Telemar tem anéis ópticos implantados em todas as principais cidades da sua área de operação.

##### **Projeto Turn-key**

A Telemar oferece ao mercado projetos especiais, de acordo com as necessidades do cliente. Apresentando um projeto sistêmico e físico, bem como se encarregando de implementá-lo na totalidade, até a ativação dos serviços.

##### **Call Center**

Através de unidades de Call Center a Telemar provê o teleatendimento. O cliente contrata o serviço que necessita e conta com o suporte Telemar através de consultoria.

##### **Gerência de Redes**

O cliente corporativo Telemar também conta com o serviço de gerência redes de comunicação. Esta é uma tarefa para os Centros de Gerência de Redes (CGRs) da Telemar, mesmo quando se tratam de redes de serviços, terrestres ou satélite.

Os CGRs executam as funções de gerenciamento, supervisão e administração de redes.

Mesmo o cliente tendo rede própria, diretamente, ou através de parcerias, a Telemar também pode prestar serviços de gerência e administração.

##### **Soluções Multimídia**

Soluções Telemar rumo à convergência de serviços de voz, dados e vídeo, e à conseqüente migração para uma rede única de serviços. Com essa integração o cliente pode reduzir investimentos em hardware e software, ganha facilidades para implementação de serviços de valor adicionado e simplifica a administração contábil em função da unificação de centros de custos.

#### 5. Especial: PRINCIPAIS MUDANÇAS A PARTIR DE JULHO DE 1999

##### **5.1) Ligações para fora do Estado:**

Basta acrescentar o código da prestadora escolhida entre o 0 (zero) e o código da localidade de destino da chamada.

##### **5.2) Chamadas interurbanas a cobrar:**

Faz-se a ligação da mesma forma, só que acrescentando o código de seleção da prestadora. Disca-se o número 90 (noventa), que identifica a ligação DDD a cobrar, mais o código de seleção da prestadora, mais o código de área da localidade e depois o número do telefone desejado.

### 5.3) Chamadas locais a cobrar:

Para realizar chamada local a cobrar, ou seja, chamada a cobrar dentro da cidade, você coloca antes do número desejado, o código de chamada a cobrar, 90 (noventa), mais o código de identificação de chamada local a cobrar, 90 (noventa).

**Ex.: Chamada a cobrar dentro de qualquer cidade:**

## **90 + 90 + número do telefone**

Código de Chamada a cobrar    Código de Identificação de Chamada Local a Cobrar

### 5.4) Chamadas internacionais originadas do Brasil.

Para chamada internacional, apenas acrescenta-se o código de seleção da prestadora, após o prefixo internacional 00 (zero zero). Após discar o prefixo internacional 00 (zero zero), você disca o código de seleção da prestadora mais o código do país de destino, mais o código de área (se houver) e, por fim, o número do telefone desejado.

Obs.: a Telemar ainda não tem a concessão de fazer ligações internacionais nas chamadas originadas do exterior com destino ao Brasil.

Código do Prefixo Internacional

Código do País (se houver)

## **00 + XX + ZZZ + YYY + nº do telefone**

Código de Seleção da Prestadora

Código de Área (se houver)

### 5.5) Chamada feita em área conurbada (localidades próximas às capitais) e localidade dentro do mesmo código de área.

As ligações interurbanas realizadas nessas áreas, que hoje são feitas a 7 dígitos, inicialmente poderão ser realizadas da mesma forma. Entretanto, caso o cliente deseje, ele poderá escolher o código da empresa.

## *INTRODUÇÃO*

Desde o principio dos tempos que o homem sempre teve a comunicação como item essencial para sua vida na Terra. Com isso, durante toda sua evolução, sempre houve a preocupação com as formas de comunicações, mesmo que essa preocupação fosse intuitiva. O fato é que de singelos gestos, sinais de fogo e fumaça, a humanidade migrou para a comunicação via satélite, para a fibra óptica, etc. Todo esse desenvolvimento transformou e influenciou o mundo, levando a níveis que cientistas do passado não previram em suas pesquisas e descobertas. Talvez se grandes cientistas como Maxwell, Newton, Gauss, entre outros, voltassem à vida hoje ficariam maravilhados e ao mesmo tempo perplexos com o atual nível de desenvolvimento do mundo, e, em particular das comunicações.

A rede global de telecomunicações de hoje é o mais largo e complexo sistema técnico criado pelo homem. Além disso, é parte substancial da infra-estrutura de um país, sendo vital para o seu desenvolvimento.

Por telecomunicações entende-se todo processo para enviar sinais de voz, dados e vídeo de um lugar para outro com a ajuda de um sistema eletromagnético, incluindo métodos de transferência ópticas. Para um usuário do sistema, esta definição não é interessante, sendo mais interessante vê-la como uma caixa preta chamada de Rede de Telecomunicações que proporcione o contato com um outro usuário em um lugar remoto, de forma que a comunicação se realize. Disto segue que para entender a estrutura da rede de telecomunicações, além dos princípios técnicos e modelagem teórica, é importante entender a demanda de serviços básicos colocados sob a mesma. Com isso é objetivo deste relatório de estágio não só tentar descrever os aspectos técnicos do sistema e das atividades desenvolvidas, como também tratar um pouco da relação do mesmo com o consumidor através da descrição dos serviços que podem ser oferecidos.

# I

## *Uma Visão Geral*

### **1. Introdução**

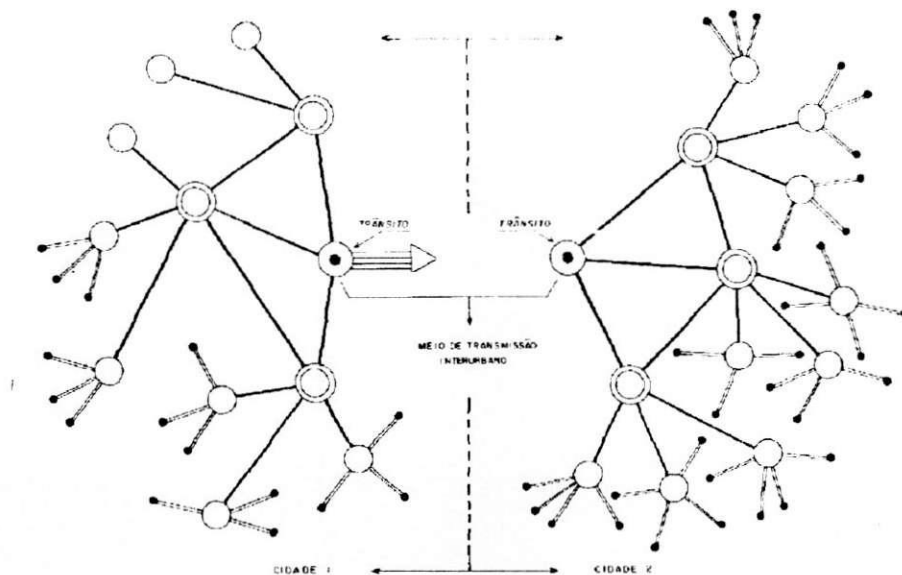
Quando uma pessoa ou um assinante faz uma ligação telefônica não imagina a gama de equipamentos, meios e até pessoas pelas quais o seu sinal de voz passa. Por trás de um simples “alô” escondem-se centrais, multiplexadores, rádios, fibras ópticas, etc.

O estabelecimento de uma ligação telefônica elementar entre duas pessoas pode ser feito de modo bastante simples. Para isso basta um par de fios interligando os telefones dos assinantes. Suponhamos agora que se queira interligar 20 pessoas situadas em locais razoavelmente próximos, de modo que todas possam conversar entre si. Assim, de acordo com o raciocínio anterior, necessita-se de pares de fios interligando cada uma das pessoas às demais. Imagine a quantidade de fios que terão de ser disponibilizados para proporcionar tal ligação. Extrapolando esse número de assinantes para milhares, chega-se a conclusão que a ligação torna-se impraticável. Para solucionar este problema surgiu as chamadas Centrais de Comutação ou Centrais. Elas baseiam-se no princípio de não manter as ligações permanentes entre os assinantes, mas sim ligações permanentes entre os assinantes e a Central de Comutação, sendo que as ligações entre os assinantes são estabelecidas apenas durante o intervalo de comunicação, sendo desfeitas logo a seguir.

Entende-se então por comutação telefônica a interligação temporária entre dois assinantes.

A nível local as centrais recebem o nome de Centrais Locais. Com o crescimento do número de assinantes, cresce também o número de Centrais Locais. Chega-se então ao ponto em que muitas estações locais exigem o aumento demasiado do número de cabos troncos, tornado impraticável a ligação direta de todas Essas estações. Dessa forma foram criadas as Centrais de Trânsito Locais ou Tandem, destinadas a interligar, através de comutações, várias estações locais. Todavia para interligar uma cidade à outra foi criada uma central especial de comutação chamada Central Interurbana. A Figura 01 mostra a distribuição e interligação dessas centrais,

observe que a topologia que se forma com esta arquitetura é uma topologia hierárquica ou em árvore.



**Figura 01: Interligação das Centrais**

As ligações telefônicas internacionais seguem o mesmo padrão das ligações interurbanas, existindo as Centrais de Trânsito Internacionais.

Uma característica no sistema telefônico urbano é que o mesmo deve atingir um grande número de pontos e de forma individualizada. Assim, a ligação assinante-central é feita através de um par de fios. As chamadas entre assinantes de Centrais Locais distintas são canalizadas via cabos troncos que interligam essas centrais. A função do tráfego telefônico estabelece o número de pares de fios que devem existir nos cabos troncos. Com isso surge então a necessidade técnica e econômica de concentrar as comunicações em “feixes de tráfego”. A nível interurbano, o número de canais de voz destinados à comunicação também sofre a necessidade de compartilhar o mesmo meio de transmissão. Surge então o conceito de Multiplexação, ou seja, transmitir simultaneamente o sinal de voz de vários assinantes distintos no mesmo canal de comunicação.

Esta descrição feita até o presente momento é a descrição da noção de telefonia numa óptica não muito moderna. Todavia, Esses conceitos e idéias foram percussores do atual nível em que encontra-se as telecomunicações. Não só sinais de voz, mas também dados e vídeo são trocados por pessoas em todo o mundo utilizando os meios e

a tecnologia que as empresas de telecomunicações oferecem. Nesse contexto a definição de comunicação, a visão e constituição do sistema são encarados de uma maneira bem diferente de que a poucos anos atrás. É nesse novo plano que abordaremos os assuntos, procurando aliar a concepção e necessidades de serviços oferecidos aos assinantes com a tecnologia que os proporciona.

## **2. As Telecomunicações e os Padrões**

Para facilitar o entendimento das telecomunicações é importante compreender o conceito de Padrão. Além disso, para o consumidor é interessante conhecer os padrões para que no momento da compra e/ou adesão a um serviço, saiba como escolher os melhores produtos e também o próprio serviço, como também optar por equipamentos que possam ser usados em todo o mundo.

Sistemas para dados e telecomunicações são extremamente complexos e exigem extensivo trabalho para a padronização para permitir interconexão e comunicação através dos sistemas de fronteiras. Padrões e recomendações são expedidos tanto por organismos nacionais quanto por internacionais. O rápido crescimento das telecomunicações resultou em novas definições de regras dentro de negócios, impondo novos requerimentos em todas as partes interessadas.

A *ITU(International Telecommunication Union)* foi criada em 1865 e é o mais proeminente corpo internacional para padronização em telecomunicações. Desde março de 1993 a *ITU* foi reestruturada, passando a contar com três setores:

- ✓ *ITU-T(Telecommunications Standardization Sector)*
- ✓ *ITU-R(Radiocommunication Sector)*
- ✓ *ITU-D(Development Sector)*

A *ITU-T* é constituída de vários grupos de estudo que são responsáveis pela coordenação de todos padrões de tráfego de telecomunicações e produtos para esse fim. Os padrões são aprovados e publicados em livros de 4 em 4 anos. Exemplos de padrões são: *X.25* (protocolo para redes de pacotes); *G.803* (trata do *SDH*) ; *I.361* (trata de

*B-ISDN*, nível *ATM*); *M.3000* (trata do *TMN* – *Telecommunications Management Network*).

A nível nacional, o mais novo órgão criado pelo Governo Federal, a *ANATEL* (Agência Nacional de Telecomunicações).

### 3. Gerenciamento

O conceito clássico operação e monitoramento da rede de telecomunicações evoluiu e assumiu uma nova versão: o gerenciamento de rede. Por várias razões técnicas e financeiras, uma substancial porção dos investimentos em operação de rede estão atualmente sendo feitos na área de gerenciamento de rede. Dentre as razões técnicas está a dificuldade de adicionar novos sistemas e redirecionar os existentes, além disso, a transferência de informação entre diferentes sistemas é outro problema. Assim, monitoramento e operação da rede se tornou centralizado, de forma que surgiu um novo padrão e uma nova recomendação chamada de *TMN* (*Telecommunications Management Network*). O modelo do *TMN* é guiado por dois objetivos:

- Funcionalidade em um ambiente multi-fornecedor
- Otimização da funcionalidade da rede

O primeiro objetivo é um resultado direto do *market* aberto. Ou seja, padrões e recomendações podem reduzir os custos de adaptação de operação e venda. O segundo é baseado no fato que uma rede consiste de diferentes tipos de equipamentos com diferentes complexidades.

O conceito de *TMN* engloba computadores, base de dados, terminais, redes de comunicações e funções de operação. O *TMN* também descreve as interfaces padronizadas e protocolos usados para a troca de informações entre *OSSs* (*operations support systems*) e *NE* (*network element*).

#### 3.1. O modelo do *TMN*

Para descrever o gerenciamento de uma rede de telecomunicações de uma maneira sistemática, uma interface e um número de modelos foram definidos como:

- Interface Q;

*B-ISDN*, nível *ATM*); *M.3000* (trata do *TMN – Telecommunications Management Network*).

A nível nacional, o mais novo órgão criado pelo Governo Federal, a *ANATEL* (Agência Nacional de Telecomunicações).

### 3. Gerenciamento

O conceito clássico operação e monitoramento da rede de telecomunicações evoluiu e assumiu uma nova versão: o gerenciamento de rede. Por várias razões técnicas e financeiras, uma substancial porção dos investimentos em operação de rede estão atualmente sendo feitos na área de gerenciamento de rede. Dentre as razões técnicas está a dificuldade de adicionar novos sistemas e redirecionar os existentes, além disso, a transferência de informação entre diferentes sistemas é outro problema. Assim, monitoramento e operação da rede se tornou centralizado, de forma que surgiu um novo padrão e uma nova recomendação chamada de *TMN (Telecommunications Management Network)*. O modelo do *TMN* é guiado por dois objetivos:

- Funcionalidade em um ambiente multi-fornecedor
- Otimização da funcionalidade da rede

O primeiro objetivo é um resultado direto do *market* aberto. Ou seja, padrões e recomendações podem reduzir os custos de adaptação de operação e venda. O segundo é baseado no fato que uma rede consiste de diferentes tipos de equipamentos com diferentes complexidades.

O conceito de *TMN* engloba computadores, base de dados, terminais, redes de comunicações e funções de operação. O *TMN* também descreve as interfaces padronizadas e protocolos usados para a troca de informações entre *OSSs (operations support systems)* e *NE (network element)*.

#### 3.1. O modelo do *TMN*

Para descrever o gerenciamento de uma rede de telecomunicações de uma maneira sistemática, uma interface e um número de modelos foram definidos como:

- Interface Q;



- Níveis do modelo de gerenciamento;
- Modelo funcional;
- Modelo físico do *TMN*.

### 3.1.1. Interface Q

A comunicação entre um *OSS* e *NE* é definida pela Interface Q, a qual é dividida em duas partes: *modelo de informação* e *protocolos de comunicação*.

O modelo de informação descreve como funções em um elemento de rede são controladas e supervisionadas. Regras para a criação de objetos gerenciados em operação e históricos de eventos são também fornecidos. Do ponto de vista da *TMN*, todo recurso lógico e físico (terminais de sinalização, roteadores, históricos de eventos, relatórios de alarmes, etc) são considerados como objetos gerenciados (*MO*). No modelo de informação o relacionamento entre os *MO* são também definidos. Esses relacionamentos são organizados numa estrutura em árvore chamada de *MIT*.

Em uma estação de trabalho o operador pode criar, supervisionar e mudar objetos gerenciados diretamente.

O padrão descreve como o operador (via *OSS*) deve proceder para poder controlar um objeto gerenciado. Também descreve a maneira como o objeto informa ao *OSS* sobre os eventos e mudanças em um elemento de rede. O modelo de informação é baseado na orientação-objeto e no modelo relacional.

Os principais protocolos de aplicação usados no *TMN* são:

- a) *CMIP (Common Management Information Protocol)*: é um protocolo de transação orientada próprio para transferência de informações de alarme e mudanças de dados de assinante.
- b) *FTAM (File Transfer, Access and Management)*: é usado para transferência de larga quantidade de arquivos, como por exemplo, estatísticas e informações de mudanças.

### 3.1.2. Níveis do modelo de gerenciamento

O modelo identifica quatro níveis:

- **Gerenciamento de negócios**: descreve funções relacionadas com aspectos de negócios; para analisar tendências e qualidades de

resultados, por exemplo, ou fornecer uma base para relatórios financeiros;

- **Gerenciamento de serviços:** descreve funções para o tratamento de serviços na rede: definição, administração e mudança de serviços;
- **Gerenciamento de rede:** descreve funções para distribuição de recursos na rede: configuração, administração, controle e supervisão de funcionalidades da rede;
- **Gerenciamento de elemento:** contém funções para tratamento de elementos individuais da rede. Isto inclui gerenciamento de alarmes, tratamento de informações, *backup*, *logging* e manutenção de *hardware* e *software*.

Cada nível descrito anteriormente é dividido em cinco áreas funcionais semelhantes: gerenciamento de falha, gerenciamento de contabilidade, gerenciamento de performance, gerenciamento de configuração e gerenciamento de segurança. A Figura 02 mostra os níveis do modelo de gerenciamento.

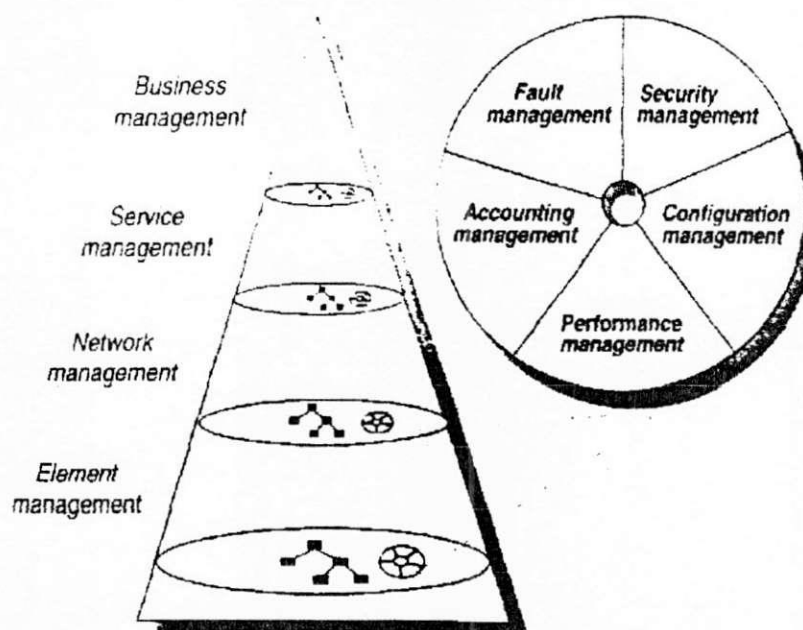


Figura 02: Níveis do modelo de gerenciamento

### 3.1.3. Modelo funcional

O modelo funcional descreve funções do *TMN* na forma de blocos funcionais. Os blocos funcionais representam as seguintes missões:

- a) Funções do sistema de operações (*OSF*): trata de programas de operações de suporte usados pelos operadores;
- b) Funções de mediação (*MF*): Converte protocolos entre os *OSS* e *Nes*; tratamento de dados (edição, redução, etc); faz decisões sobre valores limiares; armazena dados para identificação de redes e equipamentos;
- c) Funções de elementos de rede (*NEF*): Trata de chaveamento e transporte de processos;
- d) Funções de Adaptador Q (*QAF*): Converte interfaces não padronizadas em padronizadas;
- e) Bloco de funções de estações de trabalho: trata de usuários de terminais de *TMN*.

### 3.1.4. Modelo físico do *TMN*

A Figura 03 descreve o modelo físico do *TMN*. O *OSS* é conectado aos *NEs* através de uma rede de comunicação de dados (*DCN*). O *NEI* representa um *NE* com capacidade de *TMN* completa para gerenciamento e supervisão, comunicando-se com a ajuda de um protocolo de comunicação da camada 7 do padrão *OSI*. Uma central telefônica pode ser um exemplo de um elemento *NEI*. Os outros dois elementos da rede mostrados na Figura 03 podem ser terminadores de linha, multiplexadores ou regeneradores.

Já que o objetivo do *TMN* é fazer um gerenciamento econômico da rede, é claro que o mais simples elemento da rede deve ser tratado de maneira diferente do *NEI*. Não é razoável ter regeneradores capazes de gerenciar comunicação *OSI*, nem conectá-los via uma rede *X.25*.

A recomendação *TMN* sugere que Esses elementos de rede devem ser conectados via uma rede de comunicação local (*LCN*). Isto é mais fácil de ser implementado utilizando-se a capacidade do cabeçalho do *SDH* (e *PDH*).

Um dispositivo mediador (*MD*) é usado na comunicação com o *OSS* via *DCN*. O *MD* converte protocolos, reduz e armazena dados. Para alguns elementos de rede o *MD* pode também tomar decisões sobre valores limiares e alarmes de gatilho no caso de

desvios. Um *MD* pode ser um unidade de programa menor ou um pequeno *OSS* completado nele mesmo.

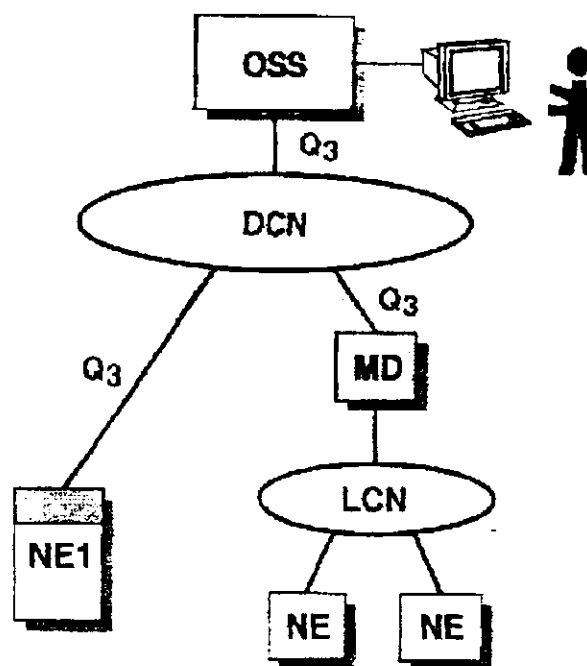


Figura 03: Modelo físico do TMN

### 3.2. Gerenciamento das redes de comutação

A recomendação *TMN* do *ITU-T* descreve o gerenciamento das redes *PSTN* (*Public Switched Telephone Network*) e *ISDN* (*Integrated Service Digital Network*). Dos quatro níveis recomendados na concepção do *TMN* serão abordados principalmente os níveis de rede e de elemento nesse contexto.

As centrais de operação e manutenção que tratam dos níveis de elemento e de rede são chamados de *OMC* (*Operation and Maintenance Centre*) e *NMC* (*Network Management Centre*), respectivamente. Por razões naturais, o número de *NMCs* é menor que o número de *OMCs*, e podem existir muitas centrais telefônicas sobre cada *OMC*. A Figura 04 mostra o gerenciamento de rede e de elemento.

O mapa da rede dá o suporte em *OMCs* e *NMCs* uma visão geral do equipamento da rede. O mapa também pode ser detalhado em estações de trabalho *OSS*. As funções básicas de um *OSS* usual incluem: mapeamento da rede, gerenciamento de alarmes, gerenciamento de comandos, um modelo de telecomunicações e comunicações de protocolos. Em adição a suas funções básicas (gerenciamento de centrais telefônicas) um *OSS* temos funções para medidas de tráfego e estatísticas.

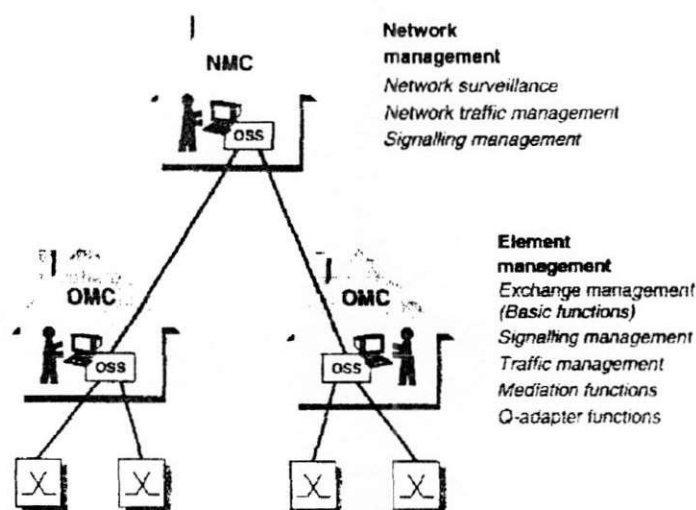


Figura 04: Gerenciamento de rede e de elemento

O *MNC* é funcionalmente diferente de um *OMC* e dá vantagens especiais ao operador. O seu principal propósito é fornecer uma visão geral da rede de telecomunicações. As principais funções são: gerenciamento de tráfego de rede (*NTM*), vigilância da rede e gerenciamento de sinalização.

O propósito do *NTM* é otimizar a utilização da rede, melhorando taxa de ataque a perguntas (*AS*) e prevenindo sobrecarga. O tráfego de dados é coletado todo cinco ou dez minutos das centrais e é analisado. A seguir, as providências são tomadas no sentido de eliminar possíveis problemas. Ou seja, a função do *NTM* é poder tomar decisões, com base nos dados coletados, e gerar os necessários comandos de “reroteamento” para a central telefônica.

O termo vigilância de rede refere-se a supervisão total da rede. Dá ao operador uma visão geral de um grande número de entidades e processos da rede, incluindo chaveamento, transporte e sinalização.

## 4. Sinalização

### 4.1. Introdução

No princípio da telefonia a sinalização que existia era manual. Ou seja, quando um assinante ativava o seu aparelho telefônico para fazer uma ligação, uma corrente alternada era gerada e disparava um sinal na central. Este sinal despertava a atenção da telefonista para a ligação. Outros tipos de informações, tais como número do telefone,

eram trocados verbalmente entre o assinante e a telefonista e entre telefonista e as outras centrais. Com o tempo quando a rede foi automatizada, tais procedimentos passaram a ser feitos pela sinalização.

#### **4.2. Sinalização entre centrais**

Nas últimas décadas dois tipos de sinalização entre centrais telefônicas estão em destaque: *CAS* (*Channel-Associated Signalling*) e *CCS* (*Common Channel Signalling*). Esta divisão em canal associado e canal comum é a divisão entre o velho e o novo sistema de sinalização.

##### **4.2.1. A sinalização por canal associado (CAS)**

A sinalização por canal associado é utilizada em larga escala na *PSTN*. Mas quando as redes são expandidas, sinalização por canal comum também é aplicada quase sem exceção.

Uma característica destacada na *CAS* (que é usada tanto em redes analógicas quanto nas digitais) é que voz e sinais são transmitidos ao longo da mesma rota através da rede.

Nas redes analógicas, todos sinais de uma certa chamada são transferidos no canal de voz adequado. Existem duas técnicas, sinalização por corrente direta (*DC*) e sinalização por frequência (*VF*). Sinalização *DC* é uma técnica na qual os sinais são transferidos como pulsos, mudando a polaridade e resistência da conexão física. Sinalização *VF* é mais moderna que a *DC* e é usada em larga extensão em transmissões nacionais e internacionais. Os sinais são transferidos como tons com diferentes frequências.

Nas redes digitais, sinais são transmitidos janela de tempo de cada *link PCM* e em uma janela de tempo de sinalização separada (normalmente a janela de tempo 16). A razão para este argumento está na existência de dois tipos diferentes de sinais: Sinais de registro e Sinais de linha.

Sinais de registro são transferidos na janela de tempo da voz reservada para a ligação. Esses sinais contêm informações que são únicas para uma ligação específica (como por exemplo, o número do telefone). Os sinais de linha podem relatar a tomada de um tronco de linha para a próxima central ou eles podem comunicar liberação de

mensagens, ou seja, mensagens que informam sobre as mudanças de *status* sob uma conexão específica. Esses sinais são usados por todas as janelas de tempo de voz.

#### 4.2.2. Sinalização por canal comum(CCS)

Como o próprio nome já diz, sinalização por canal comum significa que os sinais têm um canal próprio para serem transmitidos. Ela oferece certas vantagens em relação a *CAS*. O tempo de sinalização total para cada chamada telefônica é reduzido. Esta é a razão pela qual um simples canal de sinalização comum pode carregar toda sinalização entre duas centrais telefônicas para um par de milhares de janelas de tempo de voz. Outra importante característica da *CCS* é que, a princípio, o mesmo sistema de sinalização pode suportar serviços como *PSTN*, *ISDN* e *PLMN*, com um largo domínio de sinais para diferentes tarefas.

As características da sinalização *SS7* podem ser resumidas em:

- Alta capacidade
- Alta velocidade
- Confiabilidade
- Flexibilidade
- Baixo custo efetivo

Esse tipo de sinalização surgiu com o advento de centrais controladas por programa armazenado (CPA), com a finalidade de extrair maiores vantagens da nova tecnologia. A seguir são apresentadas algumas características da *CCS*:

- a) Os enlaces de sinalização podem ser do tipo analógico, com velocidade de sinalização de 4800 bit/s e, nesse caso, a transmissão se dá via modem, tendo processadores para tratamento de sinalização. A sinalização por canal comum com suporte digital e a interligação entre juntores analógicos é por meio de MUX MCP. As mensagens de sinalização são inseridas no intervalo de tempo 16.
- b) Os enlaces de sinalização podem ser do tipo digital e, nesse caso, há juntores digitais interligando as centrais. A velocidade de transmissão sobe para 64 kbit/s.

No canal de sinalização são enviados, além de todos os sinais necessários para a realização de uma conexão telefônica, outros sinais de controle e gerência de rede de comunicação e informações de tarifação.

#### 4.2.3. A Rede de Sinalização

Rede de Sinalização é um conceito usado em *CCS*. Como a capacidade de transmissão do *SS7* é muito alta, todas as centrais telefônicas em uma rede não precisam ser interconectadas com *link* de sinalização. Ou seja, a sinalização entre duas centrais *A* e *B* quaisquer de uma rede, pode ser roteada por um terceira central *C* que não está no caminho direto entre *A* e *B*.

Portanto, uma Rede de Sinalização consiste de *links* de sinalização e centrais telefônicas. Nesse contexto, as centrais na rede são chamadas de pontos de sinalização (*SP*). Os *SP* podem receber, enviar ou, simplesmente, transferir mensagens de sinalização. Nesse último caso ele é chamado de Ponto de Transferência de Mensagem de Sinalização (*STP*). O *STP* deve ser capaz de ler o endereço do ponto de sinalização de destino e fazer o devido roteamento das mensagens através da rede.

Quando, entre dois pontos quaisquer da rede de sinalização, existe a possibilidade de comunicação entre seus correspondentes Subsistemas de Usuário<sup>1</sup>(*UP*), diz-se que esses pontos têm uma Relação de Sinalização. O termo Relação de Sinalização é genérico, abrangendo qualquer interação entre subsistemas de usuário dos pontos de sinalização da rede, sejam eles subsistemas de usuário de telefonia, dados ou outros.

Existe ainda o conceito de Modo de Sinalização. Os Modos de Sinalização são definidos levando-se em consideração o caminho seguido por uma determinada relação de sinalização e o caminho seguido pelas mensagens de sinalização a ela referentes. Basicamente existem três modos:

- a) Modo associado: a relação de sinalização entre dois pontos de sinalização adjacentes e as mensagens de sinalização, a ela referentes, são passadas diretamente entre os dois pontos.

---

<sup>1</sup> Um subsistema de usuário é constituído pelos diversos tipos de usuários como telefonia, *RDSI* e outros. Inclui também as funções relacionadas com o tratamento das informações que devem ser trocadas entre os *UPs* correspondentes.



- b) Modo não-associado: no modo não-associado, as mensagens de sinalização referentes a uma dada relação de sinalização entre dois *SPs*, não passam diretamente entre esses pontos, passando por dois ou mais *links* de sinalização, antes de chegarem ao destino. Além disso, o caminho percorrido pela mensagem não é único, isto é, existem várias alternativas para a sinalização.
- c) Modo quase-associado: é um caso particular do modo não-associado, onde as mensagens de sinalização referentes a uma dada relação de sinalização entre dois *SPs*, não passam diretamente entre esses pontos, passando por dois ou mais enlaces de sinalização. A diferença aqui é que o caminho percorrido pelas mensagens é único em casos normais. No caso de acontecer algum problema no caminho normal, é feito o desvio do tráfego para um caminho pré-determinado, retornando ao caminho normal no momento do seu restabelecimento.

Por fim, é importante entender que a sinalização na rede telefônica pode ser vista como um protocolo de comunicação.

## 2

# *A Transmissão*

### **1. Introdução**

Na infância das telecomunicações, pares metálicos eram os únicos meios para a interconexão entre assinantes na rede. Hoje, a situação é mais favorável. Cabos de fibra óptica e diferentes tipos de rádios, que possuem altas taxas de transmissão, são usados extensivamente.

Em muitos casos, redes de telecomunicações consistem de diferentes tipos de meios de transmissão. Em princípio, todos podem transmitir tanto a informação analógica quanto a digital. Todavia, a seleção de um meio de transmissão para uso, não é norteadada apenas por considerações técnicas. Na verdade, aspectos econômicos possuem muito peso também. Investimentos na rede, retorno financeiro dos serviços, vida útil dos equipamentos são levados em consideração.

Serão abordados nesse Capítulo os principais meios de transmissão (com atenção especial para a fibra óptica), aspectos da transmissão analógica e digital, como também o uso de técnicas para um melhor aproveitamento do meio de transmissão.

### **2. Meios de Transmissão**

#### **2.1. Linhas Físicas**

##### **2.1.1 Par de Fios**

É o meio de transmissão mais simples, formado pelo conjunto de dois fios condutores (cobre em geral) sendo cada fio revestido de um material isolante elétrico. É utilizado, no caso da rede telefônica, para a ligação de telefone até um bloco terminal localizado próximo dos prédios, onde chegam pares correspondentes a vários assinantes.

### 2.1.2 Cabos Pares

Os cabos pares foram originalmente desenvolvidos para conexões analógicas. Os cabos pares constituem conjuntos de pares de fios reunidos, utilizando normalmente papel ou polietileno para isolamento dos condutores<sup>2</sup>. Podem ser classificados em três tipos, quanto a sua instalação: aéreos, subterrâneos ou enterrados.

Os cabos subterrâneos e enterrados são normalmente pressurizados para evitar entrada de umidade. As perdas podem ser reduzidas nos cabos pares estendendo-se a distância de utilização dos mesmos, através de uma técnica denominada pupinização, que consiste na inserção de indutâncias em série nos condutores, a intervalos regulares, que exercem um efeito compensador em relação à capacitância existente entre os condutores do par. A atenuação por quilômetro depende do diâmetro do par e da frequência.

### 2.1.3. Linhas de alta tensão

As linhas de alta tensão são utilizados para a transmissão de vários tipos de comunicações, incluindo telefonia, telegrafia e telemetria. A transmissão desses sinais ocorre simultaneamente com a transmissão de energia elétrica, sem interferência mútua.

Os sistemas de comunicações via linhas de alta tensão são bastante usados para suprir as necessidades de telecomunicações internas das concessionárias de geração de energia elétrica<sup>3</sup>.

Teoricamente linhas de alta tensão operando a qualquer tensão podem ser usadas para serviços de comunicações, todavia, aquelas de mais alta tensão (acima de 33 kV) são mais usadas. Isto ocorre porque as de mais baixa tensão são interrompidas ou derivadas em um grande número de subestações, o que cresce muito o custo de instalação e manutenção dos serviços de telecomunicações, devido a necessidade de maior quantidade de equipamentos de comunicação e de proteção adicionais a serem instalados.

---

<sup>2</sup> Uma conveniente escolha do material pode também servir como uma blindagem à interferência eletromagnética.

<sup>3</sup> Um sistema mais moderno utiliza fibras ópticas especiais que acompanham as linhas de transmissão de alta tensão. Tudo isso graças a imunidade da fibra óptica à interferência eletromagnética. Um tipo desta fibra é: *OPGW* (*Optical Ground Wire*), formado por fibras ópticas no interior de um cabo pára-raios das linhas de transmissão.

Uma consideração importante nessa conexão é o isolamento dos equipamentos de comunicação da rede de energia elétrica, bem como a proteção contra descargas e efeitos transitórios. Ao mesmo tempo um caminho eficiente deve ser fornecido para o sinal transmitido para permitir boa qualidade do mesmo. Desta forma são necessários pelo menos três tipos de equipamentos adicionais para conexão à linha de alta tensão: capacitor de acoplamento de alta tensão, dispositivos de proteção e estruturas de casamento e sintonia.

Um capacitor de isolamento de alta tensão cuja impedância reativa é muito alta na frequência de energia mas baixa na da portadora é ligado diretamente à linha, para evitar influências, nos equipamentos terminais, da frequência da rede de energia.

Os dispositivos de proteção são instalados na parte de potencial baixo do capacitor de acoplamento (lado dos equipamentos) e incluem em geral uma bobina de dreno que fornece um caminho de baixa impedância para a terra na frequência de transmissão de energia, uma chave para facilitar testes e manutenções e um dispositivo contra surtos de tensão e transitórios.

As estruturas de casamento e sintonia se destinam a melhorar a eficiência da ligação do sinal a ser transmitido à linha de alta tensão, evitando interferências, ruídos e permitindo a realização de casamento de impedâncias.

Os sistemas de linhas de alta tensão estão sujeitos às intempéries, ou seja, ficam expostas às variações de temperatura e umidade. A vantagem desse sistema é que ele torna desnecessária a utilização de um meio de transmissão específico para as comunicações.

#### **2.1.4. Cabos coaxiais**

As linhas abertas são sujeitas às intempéries, que prejudicam a transmissão. Além disso, na tentativa de se transmitir com frequências mais altas surge o fenômeno de irradiação, que pode gerar perda de potência ou interferência em outros sistemas.

Por outro lado, linha aberta funciona como uma antena de recepção, captando ruídos naturais em baixa frequência e interferências oriundas de sistemas de energia elétrica. Para contornar essas deficiências foram desenvolvidos os cabos coaxiais, que funcionam como linhas blindadas, evitando a irradiação de energia propagada e a

captação de sinais externos. Os diâmetros dos condutores interno e externo, bem como a constante dielétrica do material isolante entre eles, determina as características de transmissão via cabos coaxiais.

Cabos coaxiais são usados sistemas multicanais analógicos (*FDM*) e digitais (*TDM*), em redes locais de computadores, *TV* a cabo e como um alimentador para antenas.

Os cabos coaxiais permitem a transmissão de um número muito grande de canais telefônicos<sup>4</sup>. Existem cabos que possuem 20 condutores coaxiais, cada par deles caracterizando um sistema bidirecional independente. Além disso, pode existir pares de serviço que podem ser utilizados para circuitos de voz ou com terminais multiplex de cabo e ainda condutores intersticiais empregados tipicamente para canais de coordenação na faixa de voz (0 a 4kHz) entre estações repetidoras e para transmissão de sinais de monitoração e controle.

Hoje, cabos coaxiais não é mais instalado na parte de tronco da rede de telecomunicações. Em seu lugar está sendo colocada a fibra óptica que, por motivos didáticos, será tratada no próximo Capítulo.

## 2.2. Guias de ondas

Embora a linha paralela e o cabo coaxial sejam capazes de guiar a propagação de uma onda eletromagnética, o termo *Guia de Onda* é reservado ao tipo de estrutura constituída por um único condutor envolvendo um dielétrico. O guia de onda apresenta qualquer formato, mas os mais comuns são os que possuem seção reta circular, elíptica ou retangular. As características do guia de onda são determinadas pelo diâmetro, medido na superfície interna do condutor. As característica do guia de onda retangular dão determinadas pelas dimensões: altura e largura, também medidas entre as superfícies internas correspondentes. A menor dimensão é considerada como altura, mesmo quando colocada ao plano horizontal.

A maior vantagem do guia de onda sobre o cabo coaxial é de apresentar perdas muito mais baixas. Nas frequências de microondas a interação entre a onda e os

---

<sup>4</sup> 10800 canais de voz em sistemas multicanais analógicos.

condutores do sistema de transmissão causa, nesses, fluxos de correntes que tendem à ficar confinados numa pequena região próxima à superfície.

No condutor interno da linha coaxial, devido à sua menor superfície, a corrente encontra alta resistência, o que não ocorre no condutor externo, onde a superfície é muito maior. Conclui-se pois, que o condutor central é o principal responsável pelas perdas e explica-se, assim, o fato das perdas na linha coaxial serem maiores do que nos guias, onde o condutor central não está presente.

Nos sistemas de ondas guiadas são usados condutores especiais e ocas, de seção reta circular<sup>5</sup> que guiam internamente ondas de rádio de frequências altas. Esses sistemas apresentam capacidade muito superior aos anteriores, alcançando até 200000 canais de voz.

A propagação da onda no guia de onda circular pode ser entendida a partir do estudo do coaxial, considerando-se a retirada do condutor central, e ainda seguintes propriedades:

- Na superfície de um condutor não pode haver campo magnético perpendicular à mesma (campo magnético normal nulo);
- Na superfície de um condutor não pode haver campo elétrico paralelo à mesma (campo elétrico tangencial nulo).

O estudo do modo de propagação nos guias de ondas é um estudo complexo e que envolve conceitos como simetria de campo eletromagnético, propriedades de simetria e topologia dos próprios guias, etc. Sendo assim não é objetivo desse relatório tratar de tal abordagem.

### **2.3. Sistemas de rádio**

Sistemas de rádio são meios com um largo campo de aplicações e um meio que fornece o uso com um grande grau de flexibilidade (por exemplo, telefonia sem fio). Radio pode ser usado local e intercontinentalmente tanto para a telefonia fixa quanto para as comunicações móveis entre nós da rede ou entre usuários e nós da rede.

---

<sup>5</sup> A seção reta circular garante a transmissão com menor atenuação.

As ligações em alta capacidade são geralmente feitas via fibra óptica ou rádio. A escolha entre esses dois sistemas depende de fatores econômicos e de segurança. Além disso, as condições geográficas e de instalação são também importantes. Por exemplo, em uma grande cidade por vezes a ligação entre dois pontos é mais econômica e de operação mais fácil via rádio, entretanto se há obstáculos para a propagação das ondas de rádio, a fibra óptica é preferida.

A propagação de uma onda de rádio depende de sua frequência. Ondas de rádio com frequências abaixo de 30MHz são refletidas contra diferentes níveis da atmosfera e conta a terra, admitindo portanto o uso em rádio marítimo, telegrafia e tráfego de telex. A capacidade é limitada a algumas dezenas ou centenas de bits/s.

Acima de 30MHz, as frequências entram na faixa em que são refletidas por níveis ionizados na atmosfera. As bandas de frequências *VHF* e *UHF*, que são usadas para *TV*, difusão e comunicações móveis, pertencem a este grupo. Frequências acima de 3 GHz sofrem severas atenuações causadas por objetos (tais como construções) e portanto exigem linha de visada entre o transmissor e o receptor. Sistemas de *link* de rádio usam frequências entre 2 e 40GHz e sistemas de satélite normalmente usam frequências entre 2 e 14GHz. A capacidade é da ordem de 10 a 150 Mbits/s.

Na análise dos sistemas rádio é interessante que se apresente inicialmente a classificação dos mesmos segundo a faixa de frequência de operação. A Tabela a seguir mostra tal classificação.

<b>Faixa de Frequência</b>	<b>Designação Técnica</b>
300 Hz a 3 kHz	Extremely Low Frequency
3 kHz a 30 kHz	Very Low Frequency
30 kHz a 300 kHz	Low Frequency
300 kHz a 3000 kHz	Medium Frequency
3 MHz a 30 MHz	High Frequency
30 MHz a 300 MHz	Very High Frequency
300 MHz a 3000 MHz	Ultra High Frequency
3 GHz a 30 GHz	Super High Frequency
30 GHz a 300GHz	Extremely High Frequency

**Tabela 01: Classificação dos sistemas rádio**

A proporção que a frequência cresce a propagação das ondas de rádio se aproxima da luz, isto é, se processa em linha reta<sup>6</sup>. As ondas podem ser focalizadas por antenas e refletores convenientes, difratados por obstáculos ou difratores artificiais, refletidas, etc.

O interesse para telecomunicações inicia mais fortemente na faixa de *HF*, na qual foram estabelecidas as primeiras ligações a longa distância.

### **2.3.1. Sistemas rádio *HF***

Constituem sistemas de propagação por refração ionosférica<sup>7</sup>, apresentando baixa capacidade (tipicamente até 6 canais de voz), o que permite somente transmissão adicional, além de sinais de voz, de telegrafia e fac-símile.

A comunicação a longa distância é de baixa confiabilidade, devido a problemas de propagação.

Os equipamentos transmissores operam com potências na faixa de 1kW a 30kW. Se utilizados para a rádio difusão podem atingir potências bem mais elevadas como 100kW, 500kW ou mais. Foram os primeiros sistemas a serem utilizados, dando lugar atualmente aos maior capacidade e confiabilidade. Dada a capacidade de alcance mundial, não utilizam repetidoras.

Os sistemas em *HF* têm várias aplicações, destacando-se a utilização em radiodifusão local e distante, serviços de interligação terra-navio (estações costeiras), comunicações da rede militar e ligações de baixa capacidade a longa distância em geral.

### **2.3.2 Sistemas em rádio *VHF* e *UHF***

São sistemas de propagação em visibilidade, pois nessas faixas de frequência as antenas utilizadas já permitem focalizar as ondas, de modo a minimizar a influência do terreno na energia propagada. Utiliza-se também o fenômeno de difração, estabelecendo-se ligações mesmo onde existam obstáculos na linha de visada.

---

<sup>6</sup> A menos do fenômeno de refração. Ver Mauro S. Assis. "*Propagação e Desenvolvimento nas Ligações em Visibilidade*".

<sup>7</sup> Comumente designada reflexão ionosférica.



Esses sistemas são em geral utilizados com média capacidade. São normalmente empregados para comunicações a média distância, envolvendo poucas repetidoras<sup>8</sup>.

Apresentam confiabilidade elevada com relação ao *HF*, sendo de mais fácil operação, mas possuem menor alcance. São utilizados nas redes estaduais de telecomunicações, em sistemas particulares de empresas, sistemas de transmissão de *TV* (difusão em *VHF* e retransmissão na faixa superior), em serviços de segurança pública, etc.

### 2.3.3. Sistema rádio em *SHF*

#### a) Sistema em visibilidade

Esses são os sistemas rádio de maior aplicação nas telecomunicações a longa distância. Utilizam tipicamente a faixa de 2GHz a 15GHz, existindo ligações especiais em 20GHz.

Nessas frequências a focalização das ondas é feita em feixes muito estreitos, o que permite a utilização de transmissores de mais baixa potência (600mW a cerca de 12W) e alta qualidade no sinal recebido.

São sistemas de alta capacidade, sendo também utilizados para transmissão a longa distância de sinais de televisão a cores. As altas qualidade de transmissão e confiabilidade exigem estações repetidoras distanciadas de 50 a 60 km que se situam normalmente próximas a estradas, para maior facilidade de manutenção e obtenção de energia elétrica comercial.

#### b) Sistemas em tropodifusão

São sistemas que operam na faixa superior de *UHF* e inferior de *SHF* (900MHz e 2GHz), através da propagação por difusão na troposfera. Não exigindo visada direta entre as antenas, são normalmente usados para as comunicações a longa distância, em regiões inóspitas, onde seria impraticável a instalação de repetidoras espaçadas da ordem de 50km como exigem as ligações em visibilidade. Uma ligação em

---

<sup>8</sup> Normalmente de 2 a 4 repetidoras.

tropodifusão, sem uso de repetidoras, chega a atingir os 450 km, dependendo da configuração do terreno intermediário.

Utilizam transmissores com potência na faixa de 100W a 1kW.

### 3. Utilização dos Meios de Transmissão

Passaremos agora a analisar o uso dos meios de transmissão no mundo das telecomunicações. Para isso iremos fazer uma classificação em: meios de transmissão urbanos, interurbanos e internacionais.

#### 3.1. Meios de transmissão urbanos

Os meios de transmissão normalmente empregados na rede urbana são:

- Pares de fios: que interligam telefones à caixa de terminais. Esses pares são concentrados em feixes e seguem para a central local.
- Cabos Pares: utilizados para a entrada de linhas de assinantes na central e na interligação das centrais, através de cabos troncos.<sup>9</sup>
- Cabos Coaxiais: utilizados principalmente para a transmissão de dados.
- Sistema rádio SHF: pode ser utilizado para ligações urbanas entre centrais, via equipamentos multiplex.

#### 3.2. Meios de transmissão interurbanos

Os meios de transmissão mais utilizados pela rede interurbana são:

- Sistemas de rádio: têm características especificadas de acordo com a capacidade exigida em termos de canais de voz, localidades a serem atendidas e outras informações a serem transmitidas (por exemplo televisão, dados, etc.). Os rádio mais utilizados são os que operam na faixa superior de *UHF* e na faixa de *VHF*;

---

<sup>9</sup> Quando da interligação de centrais locais, pode-se otimizar a utilização dos pares do cabo através do emprego de equipamentos multiplex.

- Cabos coaxial de alta capacidade: são cabos coaxiais que operam em frequências até 60MHz e transmitem até 10000 canais.

### 3.3. Meios de transmissão internacionais

Basicamente existem dois meios de transmissão:

- Cabos submarinos: normalmente de fibra óptica ligando países e/ou continentes. Usado para transmissão de dados, voz, vídeo, etc.
- Satélites: podem ter órbita polar (altitude de 1000 km) ou geostacionária (altitude de 35.800km). Os primeiros são geralmente utilizados para fins militares ou meteorológicos. Os geostacionários são utilizados para telecomunicações, tanto para *link* nacionais quanto para internacionais. A transmissão apresenta poucos problemas, exceto o atraso<sup>10</sup> causado pela distância entre as estações.

## 4. Parâmetros da transmissão

Para se certificar de que as conexões na rede são de boa qualidade, a *ITU -T* elaborou recomendações nas quais estão especificados valores limites para um certo número de parâmetros importantes na transmissão.

A qualidade requerida para a transmissão é especificada no chamado *plano de transmissão*, o qual é sempre um compromisso entre alta qualidade e economia na transmissão. Isto tanto a nível nacional quanto a nível internacional.

A mistura de seções analógica e digital na rede impõe várias exigências sob a maneira de se definir as características dos sistemas de transmissão. Assim, precisamos de um conjunto de parâmetros para a transmissão analógica e um para a transmissão digital, como também um conjunto para a interface *A/D*.

---

<sup>10</sup> Normalmente de 240ms.

## 4.1. Transmissão analógica

### 4.1.1. Largura de banda

A largura de banda exigida para os equipamentos da transmissão analógica vai depender do serviço a ser atendido pelo *link* de transmissão. No caso de conexões de canais simples, a largura de banda é de 3,1kHz ( na faixa de frequência vai de 300 a 3400Hz). Um conexão multiplexação *FDM* com 2700 canais exige uma largura de banda de 12MHz, já uma conexão com 10800 canais exige 60MHz.

### 4.1.2. Atenuação

Atenuação é dependente da frequência. Com relação a cabos coaxiais, cabos pares e *link* de rádio, a atenuação aumenta com a frequência.

Um tipo de atenuação é o *fading*. O *fading*, um fenômeno que começa quando sinais de rádio são refletidos dentro de diferentes camadas da atmosfera e contra a terra, é um dos mais difíceis problemas nas comunicações de rádio. O efeito do *fading*, que dependente do tempo e da frequência, se traduz como variações na amplitude e fase do sinal.

As causas mais comuns de *fading* são:

- Deflexão anormal das ondas de rádio por causa da refração;
- Propagação por multicaminhos por causa de ondas de rádio refletida na terra ou nas camadas de ar com diferentes densidades;
- Atenuação causada por atenuação.

Para frequências acima de 10GHz, *fading* é principalmente causado pela interferência que surge dentre os sinais diretos e aqueles refletidos pela terra, ou entre diferentes caminhos de sinais através da atmosfera. Este tipo de propagação por multicaminhos é mais comum durante as noites de verão e manhã de outono.

O efeito da atenuação causado pela chuva se torna notável nas frequências acima de 10GHz quando a comprimento de onda é da mesma proporção que o tamanho das gotas da chuva.

#### 4.1.3. Ruído

O nível absoluto do ruído não é o fenômeno mais interessante. O que determina a audibilidade é o relacionamento entre o nível do sinal transmitido e o ruído, ou seja, a relação sinal ruído. O *ITU -T* apresenta nas suas recomendações valores limites aceitáveis para a relação sinal ruído nas transmissões.

#### 4.1.4. Crosstalk

O fenômeno de uma conexão estar sendo incomodada por uma outra linha é chamado de *crosstalk*. O fenômeno é notado com mais frequência nas conexões com cabos pares. No caso de cabo coaxial, *crosstalk* deverá ser considerado nas frequências abaixo de 60kHz. Acima de 60kHz, ele decresce com a frequência (o oposto do *crosstalk* em cabos pares) e é dificilmente medido em 500kHz.

Existem dois tipos de *crosstalk*: o perceptível e o não perceptível. O *ITU-T* recomenda um nível de espaçamento menor que 52dB entre o nível do teste do tom recebido e nível de *crosstalk*.

#### 4.1.5. Sidetone

Quando se conversa ao telefone e imaginamos se escuta a própria voz no receptor, se estar sob o efeito do chamado *sidetone*. O nível do *sidetone* não deve ser tão alto nem tão baixo.

É importante que exista um correto casamento entre os equipamentos da central telefônica e as linhas dos assinantes. Recomendações do *ITU-T* especificam dados e direções para este casamento nas centrais digitais.

*Sidetone* também ocorre na transmissão a dois e quatro fios.

#### 4.1.6. Tempo de propagação e distorção de atraso de grupo

Pelo fato do tempo de propagação ser muito dependente da frequência, distorção de atraso de grupo ocorre quando algumas frequências do sinal atinge o

receptor antes que outras. Para compensar Essas diferenças no tempo de propagação, equipamentos foram desenvolvidos para adicionar atrasos nas frequências mais altas. Todavia, o tempo de propagação total não deve ser longo. A *ITU -T* recomenda um máximo de 150ms entre dois assinantes. Um atraso de 400ms é admissível sob linhas internacionais para tráfego via satélite.

## 4.2. Transmissão Digital

### 4.2.1. Taxa de erro de bit

O mais comum parâmetro de qualidade em redes digitais é a taxa de erro de bit (*BER*). Enviando um sinal conhecido e contando o número de bit incorretos recebidos, nós podemos medir a qualidade da conexão, expressada como a média de incorretos recebidos sobre o número total de bits transmitidos. Se a taxa de erro de voz sob uma conexão digital de 64kbit/s é  $10^{-6}$  ou menos, durante um arbitrário período de tempo, o receptor não percebe qualquer degradação do sinal. Se a taxa de erro é de  $10^{-5}$ , a degradação de qualidade do sinal é perceptível; sob uma taxa de erro de  $10^{-4}$  o distúrbio é considerado algo como irritante; e se a taxa de erro é de  $10^{-3}$  a degradação de qualidade é severa. Veja a taxa de erro aceitável para outros serviços abaixo:

- Dados:  $10^{-7} - 10^{-8}$
- Telex:  $10^{-4}$
- Fax:  $10^{-5} - 10^{-6}$
- Mail:  $10^{-5} - 10^{-6}$

Na prática, os erros de bit podem ocorrer em rajadas, e o aspecto tempo deve ser levado em conta quando o nível de qualidade é estabelecida. Na recomendação *G.821*, a *ITU -T* define os seguintes parâmetros para uma conexão comutada de 64kbit/s entre dois assinantes:

- Minuto degradado: menos que 10% de um número de intervalos de um-minuto tem uma taxa de erro de  $10^{-6}$  ou pior;
- Segundo errado: menos que 8% de um número de intervalos de um-segundo são danificados por bit errados;

- Segundo severamente errado: menos que 0,2% de um número de intervalos de um segundo tem uma taxa de erro de bit de  $10^{-3}$  ou pior.

#### 4.2.2. Erro de Quantização

Toda transmissão de um equipamento analógico para um digital envolve conversão *A/D*, o que também significa também quantização. O processo de quantização apresenta um erro que pode ser entendido como a diferença entre o sinal antes da quantização e o sinal depois da quantização. A causa deste erro reside no fato de que o número de bits<sup>11</sup> utilizados para a quantização é limitado.

O erro de quantização afeta pouco a qualidade do sinal de voz na recepção, desde que esse erro não se acumule ao longo da transmissão. Ou seja, se durante a transmissão ocorrerem várias conversões *A/D* e *D/A*, existe o risco de que a qualidade da transmissão seja degradada consideravelmente.

A unidade *qd* é usada para medir o erro de quantização em uma conexão. Um *qd* é igual ao erro produzido por uma conversão *A/D*. O *ITU-T* recomenda uma máximo de 14 *qd* no tráfego internacional. O objetivo é que valores excedendo 5 *qd* jamais deveriam ocorrer na rede nacional. Entretanto, até que a rede tenha sido completamente digitalizada, um erro de 7 *qd* será permitido na interface internacional.

#### 4.2.3 Ruído

Ruído sob uma conexão digital é a predominante causa de erros de bits. A Figura 05 mostra exemplos de como distúrbios na forma de ruído podem ocasionar erros de bit. O sinal de dados transmitidos é somado ao ruído e o sinal resultante é então mal interpretado pelo receptor.

Ruídos têm muitas causas e comportamentos diferentes. Existem dois tipos básicos de ruído: o ruído branco (*white noise*) e o ruído *1/f*. O ruído branco é caracterizado por possuir a mesma densidade espectral de potência em todas as frequências<sup>12</sup>. Já o ruído *1/f* é caracterizado por ter sua densidade espectral de potência

<sup>11</sup> O número de bits determina o número de intervalos de quantização utilizados no processo.

<sup>12</sup> Deste fato surgiu o nome ruído branco, resultado da analogia com a luz branca que é a união de todas as frequências do espectro de luz ou de todas as cores.

variando de acordo com a curva  $1/f$ . Exemplos de ruídos brancos são o ruído *partition*<sup>13</sup>, o térmico e o ruído *shot*<sup>14</sup>. O ruído Flicker é um exemplo de ruído  $1/f$ .

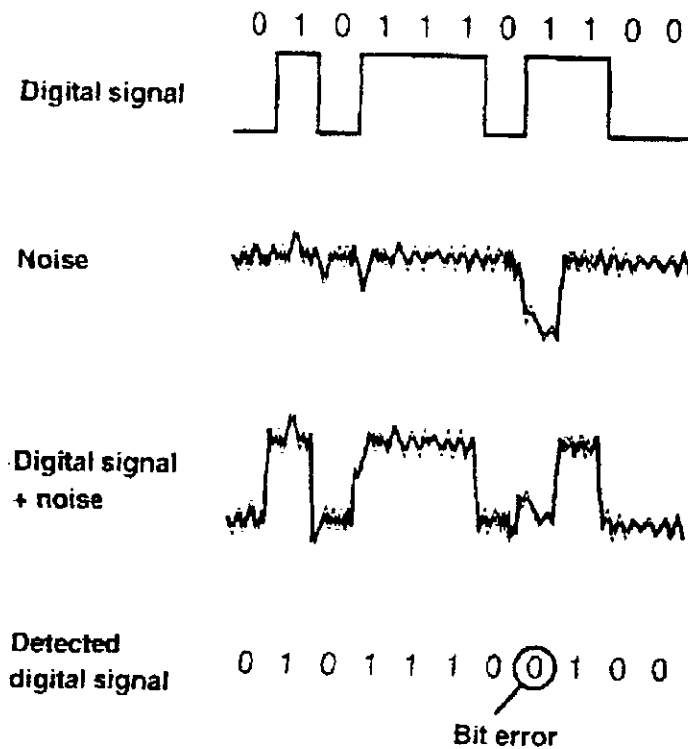


Figura 05: Ruído pode causar erros de bit

#### 4.2.4. Crosstalk

Em sistemas digitais existem dois tipos de *crosstalk*: *crosstalk* perto do fim (*NEXT*) e o *crosstalk* longe do fim (*FEXT*). O *NEXT* ocorre entre pares de fios que operam em direções opostas, enquanto que o *FEXT* ocorre entre pares de fios que transmitem na mesma direção.

<sup>13</sup> Num transistor bipolar, a corrente é distribuída para a base de uma maneira aleatória. O mesmo tipo de distribuição de corrente também se estende no gate do transistor de efeito de campo. A corrente de partícula indesejada é chamada ruído *partition*.

<sup>14</sup> Ruído *shot* surge em semicondutores e é causado por um portador de carga individual (elétrons ou lacunas) que caracteriza a corrente.



O *NEXT*, que é mais comum, é causado por um sinal de saída que é forte em relação ao sinal de entrada de um outro par de fios. Consequentemente o relacionamento entre o sinal importunado e o importunador é desfavorável. Em contraste, o *FEXT* nunca produz o mesmo nível de perturbação: o sinal importunador diminui em comprimento ao longo da linha.

#### **4.2.5. Eco**

Eco ocorre tanto em transmissões digitais quanto em analógicas. De fato, é a maior fonte de degradação nos sistemas digitais modernos com longos atrasos.

#### **4.2.6. Jitter**

Sistemas de transmissão pode causar constantemente ocorrências de mudança de fase chamadas de *Jitter*.

*Jitter* ocorre nas transmissões analógicas e digitais. Ele pode acontecer quando bits justificados são removidos na transmissão de um multiplex com taxa de transmissão mais alta para um de taxa mais baixa. A remoção dos bits cria ocorrências aleatórias de espaços vazios que devem ser suavizados para se evitar esta causa do *Jitter*.

### **5. Métodos de segurança e transferência da informação com confiabilidade**

Os problemas discutidos no item 4 deste Capítulo podem ser eliminados ou reduzidos. Para isso métodos apropriados e projetos hábeis são usados. Tudo isso deve ser descrito no plano de transmissão do projeto, o qual constitui a base para o planejamento da rede de transmissão com um nível de qualidade compatível com as normas e recomendações da *ITU-T*.

O campo deste assunto é extensivo e serão abordados apenas aqui alguns pontos importantes.

### 5.1. Tratamento da atenuação, *fading*, *crosstalk* e ruído

Em sistemas digitais, a taxa de erro de bit deve ser mantida baixa. Ordinariamente isto é feito assegurando que os bit possam ser regenerados<sup>15</sup>. Todavia, isto exige que o sinal digital não esteja repleto de sinais de interferências.

Para conter os efeitos do *fading* podem ser usadas a diversidade de frequência e a diversidade de espaço. Diversidade de frequência é baseada no fato que o *fading* é dependente da frequência. Duas portadoras diferentes levam a mesma informação: o receptor recebe ambas, compara as duas e escolhe a que o sinal está mais forte ou a que estiver menos degradada. Já a diversidade de espaço é baseada no fato de que o *fading* não se comporta de maneira igual em caminhos diferentes. Assim, é colocada duas antenas separadas alguns comprimentos de onda uma da outra e, por comparação, o melhor sinal recebido é escolhido.

### 5.2. Códigos de Linha

Utilizando-se Códigos de Linha eficientes a regeneração pode se tornar mais fidedigna e assim a distância entre os regeneradores pode ser aumentada. Além disso, para evitar que longas cadeias de "zeros" ou "uns" ocorram e quebrem o sincronismo entre o transmissor e o receptor, Códigos de Linha também são usadas. Em princípio, Códigos de Linha significam que o sinal original é modificado de acordo com um algoritmo que é conhecido tanto pelo transmissor quanto pelo receptor. Descrevera-se a seguir um tipo de Código de Linha que é utilizada pelos equipamentos multiplex *PCM* da planta da Telemar-SE: os códigos alternados.

#### 5.2.1 Códigos alternados

Invertendo-se todo segundo bit no sinal em movimento constante, converte-se longas seqüências de "zeros" ou "uns" (por exemplo, silêncio durante uma conversação telefônica) em trem de pulsos com "uns" e "zeros" alternados. Este método é o primeiro passo para um Código de Linha completo e é chamado de Inversão Digital Alternada (*ADI*). Todavia, o que acontece se o sinal original já está como um trem de pulso? Gera-se o que se esperava evitar: seqüências de "zeros" ou "uns". Juntando *ADI* com retorno

---

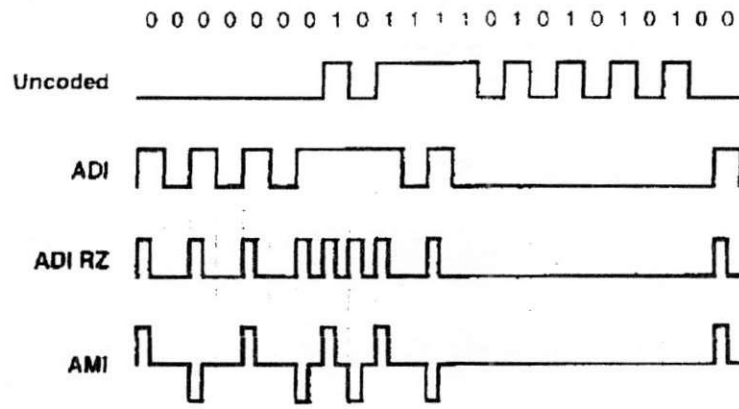
<sup>15</sup> Regenerar significa que toda a interferência da entrada do regenerador é retirada. A saída é completamente nova e idêntica ao sinal original. Erros ocorrem somente se um sinal está tão comprometido que um nível significativo não pode obtido para se distinguir entre o "zero" e o "um".

para zero (*RZ*), ou seja, cortar pela metade a duração do pulso "um", evita-se o problema de nível altos consecutivos.

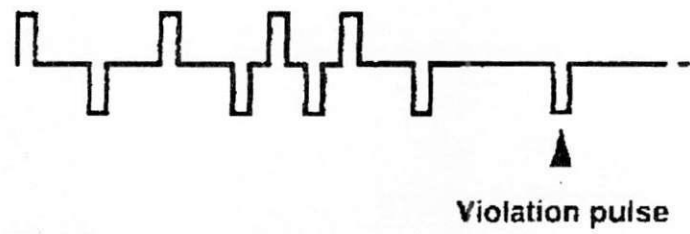
Invertendo-se a polaridade de todo segundo nível alto do *ADI RZ*, obtém-se uma linha de sinal bipolar com nível zero e duas polaridades +1 e -1. Este código, que é chamado de inversão de marca alternada (*AMI*), tem a vantagem que o valor médio de um longo período de tempo é zero. Outra vantagem do *AMI* é que requer menor banda comparado com o *ADI RZ*. O *AMI* é usado nas conexões *PCM* de 1,5Mbit/s nos *EUA*.

O *AMI* não fornece nenhuma garantia contra longas cadeias sem pulsos. Todavia o Código de Linha *HDB3* (*high density bipolar code with a maximum of 3 consecutive zeros*) fornece um sinal que não contém mais de três zeros consecutivos. *HDB3* trabalha como o *AMI* com poucas mudanças. Se três zeros consecutivos é seguido por um quarto zero, então o quarto é trocado por uma "pulso violado" com a mesma polaridade do pulso mais recentemente transmitido. Se o receptor recebe dois pulsos com a mesma polaridade, então o segundo pulso é trocado por um "zero". Para que o valor médio do sinal de linha permaneça em zero, todo segundo pulso violado deve ser positivo e todo segundo pulso deve ser negativo. Mas esta regra pode conflitar com a regra que diz que o pulso violado deve ter a mesma polaridade do pulso mais recentemente transmitido. Se tal conflito ocorre, o primeiro zero é trocado por um "um" com a mesma polaridade do pulso violado. Já que somente o "um extra" tem a mesma polaridade do terceiro (próximo) pulso, aquele pulso extra inserido pode ser detectado e retirado pelo receptor na decodificação do processo. O *HDB3* é utilizados nas conexões *PCM* de 2 Mbit/s.

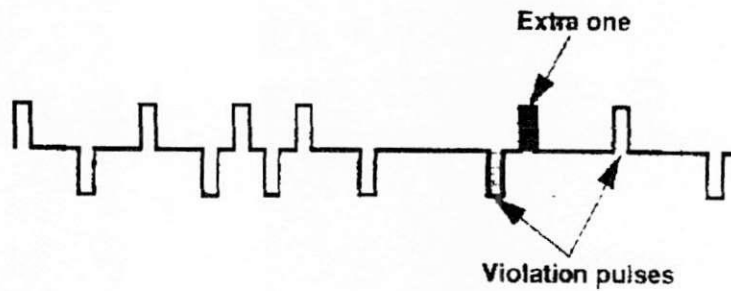
A Figura 06 a seguir mostra a construção de todas os Códigos de Linha vistos aqui, a Figura 07 mostra o código *HDB3* e a Figura 08 mostra o "um extra" usado pelo *HDB3*.



*Figura 06: ADI, ADI RZ E AMI*



*Figura 07: HDB3 - principio básico*



*Figura 08: O pulso extra do HDB3*

## 6. Métodos para um uso eficiente do meio de transmissão

Dentre métodos para um eficiente uso do meio de transmissão destacam-se a multiplexação e as técnicas de modulação.

### 6.1. Multiplexação

Como citado no Capítulo 1, a multiplexação é utilizada para reduzir o custo da transmissão, na medida que vários canais ao longo da mesma rota utilizam o mesmo meio de transmissão, como por exemplo a fibra óptica.

Existem dois sistemas bem conhecidos: as técnicas *TDM* e as técnicas *FDM*. Dentre das técnicas *TDM* tem-se:

- *PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy;*
- *SONET: Synchronous Optical Network;*
- *SDH: Synchronous Digital Hierarchy.*

Esses padrões são todos baseados sob canais de voz digitais de 64 kbit/s da técnica *PCM*.

Como não é objetivo deste relatório não se tratará das técnicas *PDH* e *SONET*, deixando a técnica *SDH* para ser tratada no próximo Capítulo.

### 3

## *A Hierarquia Digital Síncrona*

### 1. Introdução

A origem da hierarquia de multiplexação *SDH* é o resultado de exigências rigorosas sobre a transmissão. Nos anos 70, *PDH* representava um movimento revolucionário para a tecnologia digital. A introdução do *SDH* ditou a formação de um novo termo: rede de transporte, o qual denota o novo tipo de Rede de Transmissão Gerenciável.

Assim a mais importante característica do *SDH* é a introdução de gerenciabilidade, o qual facilita:

- Controle remoto centralizado de elementos de rede;
- Aumento do uso da rede física, tendo a fibra óptica como meio;
- Menor tempo para ocupação das linhas.

Centralizando o gerenciamento da rede e aumentando o uso da rede, o operador pode reduzir os custos de operação e manutenção. O *SDH* é uma hierarquia de multiplexação padronizada tanto para tributários plesiócronicos quanto para síncronicos que transportam, por exemplo, 2 ou 34 Mbit/s.

O *ITU -T* estabelece algumas recomendações para todo o funcionamento e implantação de uma rede *SDH*. A seguir estão listadas algumas recomendações e os assuntos relacionados:

- G.70X: Especifica o *Network Node Interface*;
- G.781: Estrutura as recomendações G.781, G.782 e G.783 e as operações nelas incluídas;

- G.782: Visão geral das características dos equipamentos síncronos através de blocos funcionais;
- G.783: Descrição completa dos blocos funcionais;
- G.784: Gerência de rede para *SDH*;
- G.957: Interfaces Ópticas;
- G.958: Sistemas de linha óptica para o *SDH*;
- G.803: Arquitetura das redes de transmissão baseadas no *SDH*;
- G.81s: Características de relógios escravos para operação em equipamentos *SDH*;
- G.773: Protocolos da interface Q;
- G.774: Modelo de informação para gerência do *SDH*.

As taxas utilizadas, bem como a hierarquia da rede para o sistema utilizado no Brasil são mostrados na Tabela a seguir:

<b>Nível <i>SDH</i></b>	<b>Taxas(kbit/s)</b>	<b>Hierarquia</b>
1	155.520	<i>STM-1</i>
4	622.080	<i>STM-4</i>
16	2.488.320	<i>STM-16</i>

***Tabela 02: Taxas e hierarquia utilizadas no Brasil***

As principais vantagens do *SDH* são:

- Técnicas mais simples de multiplexação/demultiplexação comparadas como *PDH*;
- Acesso a tributários de velocidade mais baixa sem necessidade de multiplexar/demultiplexar todo o sinal de alta velocidade.

- Canais para gerenciamento embutidos da rede que oferecem maiores capacidades de operação, administração e manutenção permitindo redes controladas com maior eficiência;
- Fácil desenvolvimento para níveis mais altos de multiplexação;
- Permite o transporte de sinais digitais nas taxas de hierarquia especificado na recomendação G.702 da *ITU-T* (exceto 8Mbit/s) e nas taxas de bit de canais de banda larga. Isto permite que o *SDH* seja inserido diretamente nas redes existentes, possibilitando também a introdução de uma ampla gama de serviços.

Serão abordados a seguir aspectos importantes sobre o principal meio de transmissão utilizado pelo *SDH*: a fibra óptica<sup>16</sup>.

## 2. A fibra óptica e as comunicações ópticas

Em 1870, um inglês, Tyndall, mostrou que a luz pode ser conduzida através de um jato inclinado de água. No final do século XVIII, Graham Bell desenvolveu um telefone óptico. A dificuldade em encontrar fontes de luz apropriadas, entretanto, estabeleceu a necessidade de se esperar 100 anos para que essa tecnologia pudesse ser implantada. O primeiro campo experimental com cabo óptico foi implementado em 1975 e, em 1980, o primeiro sistema comercial foi aberto para a telefonia.

A fibra óptica é usada em redes urbanas e para conexões de longa distância. Hoje existem sistemas de vários Gbit/s (2,5 Gbit/s)<sup>17</sup>. As limitações estão nos equipamentos terminais.

O emprego de fenômenos ópticos para comunicações é muito antigo. Na idade das cavernas o homem já utilizava de sinais de fogo e fumaça para a comunicação. Após o grande avanço da Física durante a Idade Média e a Idade Moderna, em meados do século passado alguns pesquisadores concluíram que a Óptica era uma ciência terminada, da qual se poderia esperar algum avanço dos conhecimentos já adquiridos, sem se conseguirem saltos significativos, nem novas descobertas ou desenvolvimentos muito acentuados. Nessa ocasião, os estudos e aplicações dos fenômenos luminosos em

<sup>16</sup> Embora possa se utilizar também *link* de rádio.

<sup>17</sup> Que corresponde a 32000 chamadas telefônicas de 64kbit/s simultâneas.



geral ficaram restritos aos que eram possíveis de usarem a Óptica Geométrica. Aperfeiçoaram-se lentes, espelhos e aparelhos ópticos com esses componentes, cujos efeitos eram interpretados a partir do estudo dos raios luminosos.

Evidentemente, a previsão de que a Óptica tinha se completado como Ciência falhou. Em primeiro lugar, houve o advento da Óptica Ondulatória, a partir da apresentação da Teoria Eletromagnética de Maxwell. Depois, em função das descobertas científicas do início do século XX, surgiu a Óptica Quântica. Dos novos conceitos, invenções e descobertas surgiram inúmeras aplicações para esta área do conhecimento.

### **2.1. Vantagens das comunicações ópticas**

O desempenho em um sistema de telecomunicações costuma ser avaliado principalmente em relação a dois parâmetros fundamentais: a atenuação, que define a distância máxima sem o uso de repetidores, e a largura de banda, que fixará a taxa máxima de modulação permitida sem necessidade de recuperar-se a forma dos pulsos. As fibras ópticas despertaram grande interesse para a modernização das comunicações por suplantarem os sistemas tradicionais nesse dois pontos e apresentarem outras vantagens.

Pode-se começar dizendo que, na situação atual, a fibra óptica apresenta uma perda de potência por quilômetro muito menor do que os sistemas com cabos coaxiais, guias de ondas ou transmissão pelo espaço livre. Para se ter uma idéia, um cabo coaxial operando em 5 GHz pode apresentar perda superior a 100 dB/km, incomparavelmente superior aos valores de 0,2 dB/km e 0,3 dB/km obtidos nas modernas fibras ópticas, operando em comprimentos de onda ao redor de  $1,3\mu\text{m}$  e  $1,55\mu\text{m}$ . Em termos práticos, isto significa uma quantidade bem menor de repetidores para a cobertura total do enlace. Nas comunicações por microondas através do espaço livre, as distâncias entre repetidores é da mesma ordem de grandeza dos sistemas ópticos atuais. Todavia, um enlace radioelétrico só pode alcançar grandes distâncias sem o uso de repetidores à custa de uma maior potência de transmissão e instalações de antenas parabólicas de grandes diâmetros em torres de dezenas de metros de altura.

Na transmissão por fibras ópticas as portadoras possuem frequências na faixa de infravermelho, valores da ordem de centenas de terahertz, fato que permite prever o

emprego de elevadíssimas taxas de transmissão, de até milhares de Mbit/s. Esta propriedade implica em significativo aumento na quantidade de canais de voz sendo transmitidos simultaneamente. Uma das limitações no número de canais fica por conta da interface eletrônica, necessária para imprimir a modulação e retirada da informação no ponto de chegada do sinal. A capacidade do sistema óptico pode ser aumentada, ainda mais, utilizando-se a técnica de multiplexação em comprimento de onda (*WDM*)<sup>18</sup>.

A transmissão por fibra óptica é imune às interferências eletromagnéticas externas. Isto permite sua instalação em ambientes ruidosos do ponto de vista magnético, sem que o sinal sofra com isso.

Como uma das conseqüências desta imunidade, os sistemas a fibra óptica garantem uma qualidade de transmissão melhor do que os enlaces de microondas cabos coaxiais e guias de ondas. O padrão em sistemas de comunicações digitais com fibra ópticas estabelece uma taxa de erro de bit de  $10^{-9}$ , sendo o valor  $10^{-11}$  ou mesmo melhor um objetivo possível de ser alcançado. É um valor significativamente superior à dos sistemas convencionais, nos quais se consegue 1 bit errado para cada  $10^5$  a  $10^7$  bits transmitidos.

Da mesma forma que o sinal óptico guiado não sofre interferências externas, não poderá também perturbar um sistema próximo, a não ser que haja um contato físico ou que a fibra tenha sofrido certo tipo de deformação. Em condições normais de propagação, a luz não é irradiada a partir da fibra óptica, não podendo ser captada por um equipamento externo. O resultado é a garantia de um sigilo quase absoluto para a informação transmitida. O sistema fica interessante para comunicações militares, transmissão de dados entre bancos e outras aplicações onde o sigilo seja de importância relevante para a eficiência do sistema.

Outra consideração importante é que as fibras ópticas modernas apresentam largura de faixa muito grande (multigigahertz x quilômetros) com baixa atenuação e pequena dispersão dos pulsos emitidos. Por Essas propriedades, os sistemas a fibra óptica são os que apresentam menor custo por quilômetro por canal instalado.

---

<sup>18</sup> Por este processo, diferentes comprimentos de onda são transmitidos pela mesma fibra óptica, cada um transportando muitos canais de voz como sinal de modulação.

Todavia, é bom ter em mente que a redução no custo de um sistema óptico só é sentida quando puderem ser aproveitadas sua elevada capacidade de transmissão e pequena atenuação. Ao se empregar uma fibra de baixa atenuação e grande largura de banda em um sistema de pequena distância e baixa capacidade, o custo pode ser superior aos que empregam cabos de cobre. Só se justifica quando outras propriedades do sistema forem exigidas, tais como a imunidade às interferências e a exigência de sigilo na comunicação.

### **3. Estrutura de Multiplexação do SDH**

A multiplexação do *SDH* não utiliza justificação de bits, o que faz o tributário individual visível e disponível na multiplexação *SDH*. Os níveis da hierarquia no *SDH* podem ser divididos em dois grupos: níveis de multiplexação e níveis de sinal de linha. Os níveis de multiplexação têm seus equivalentes que são chamados de container virtual (*VC*) e os níveis de sinal de linha são os Módulos de Transporte Síncrono (*STM*).

O primeiro nível do *SDH* é em 155.520 kbit/s e é conhecido como sinal do Módulo de Transporte Síncrono 1 (*STM-1*). Taxas mais altas são múltiplos inteiros na taxa de bit do primeiro nível e são designadas pelo fator de multiplicação correspondente da taxa do primeiro nível. A Tabela 02 apresenta as taxas da Hierarquia Digital Síncrona. A Figura 09 a seguir apresenta a estrutura de multiplexação generalizada do *SDH*.

Os elementos do *SDH* são os seguintes:

#### **a) Container ( *C- n* ), n = 1 a 4**

Este é o elemento básico do *STM* que consiste em um grupo de bytes alocados para transportar as taxas de transmissão definidas na recomendação G.702 da *ITU-T* (ou seja, hierarquias de transmissão de 1544 kbit/s e 2048 kbit/s).



## Structure du multiplexage SDH

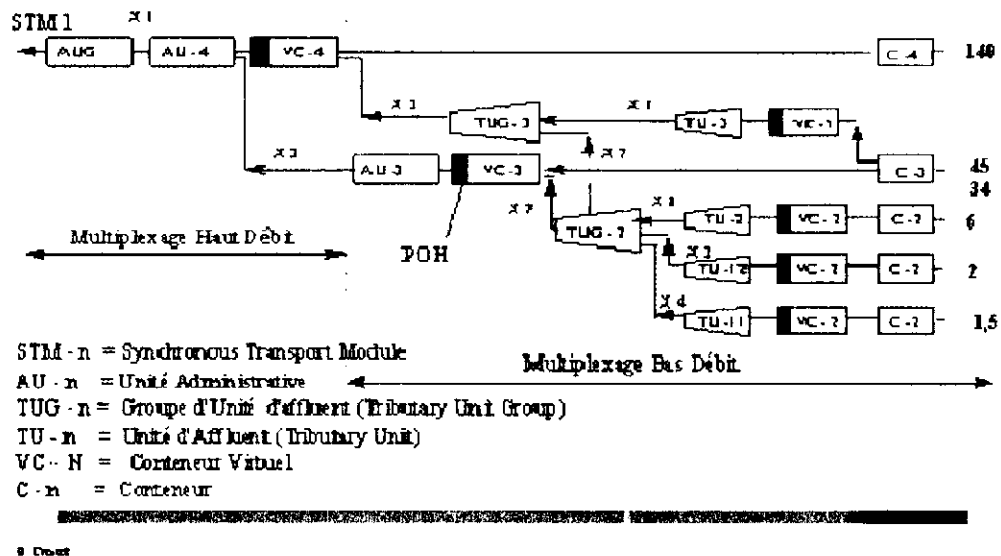


Figura 09: Multiplexação do SDH.

### b) Container Virtual ( $VC-n$ ), $n = 1$ a $4$

Os  $VC$ -ns de ordem inferior ( $n = 1$  ou  $2$ ) são formados pelo container básico ( $C-n$ ,  $n = 1$  ou  $2$ ) mais capacidade adicional de transporte de informações de overhead de rota ( $POH$ ).

Os  $VC$ -ns de alta ordem ( $n = 3$  ou  $4$ ) são formados por um container básico único ( $C-n$ ,  $n = 3$  ou  $4$ ), ou por conjunto de Grupos de Unidades de Tributários ( $TUG$ ) junto com as informações de  $POH$  apropriadas.

As informações de  $POH$  incluem monitoramento de desempenho de rota de  $VC$ , sinais para fins de manutenção e indicações do *status* de alarmes. As informações de  $POH$  para  $VC$ -ns de mais alta ordem também incluem indicações de estrutura multiplex que detalha a composição do  $VC$ .

**c) Unidade de Tributário (*TU-n*), n= 1 a 3**

Este elemento consiste em um *VC* mais um ponteiro de unidade de tributário e possibilita a adaptação entre a camada da rota de baixa ordem e a camada da rota de alta ordem.

**d) Grupo de Unidade de Tributário (*TUG-n*), n=2 ou 3**

Esse elemento é formado por um grupo de *Tus* e *TUGs* idênticos possibilitando a formação de cargas úteis de capacidade mista.

**e) Unidade Administrativa (*AU-n*), n= 3 ou 4**

Esse elemento é constituído de um *VC-n* (n=3 ou 4) mais um ponteiro *AU* e permite adaptação entre as rotas de alta ordem e a camada da seção de multiplexação. O valor do ponteiro indica o alinhamento de fase do *VC-n* em relação ao *STM-1*. A posição do ponteiro é fixa dentro da estrutura do quadro *STM-1*.

**f) Grupo de Unidade Administrativa (*AUG*)**

Esse elemento é formado por um grupo de *AUs* de bytes intercalados. O *AUG* tem uma posição fixa na carga útil *STM*.

**g) Nível 1 do Módulo de Transporte Síncrono (*STM-1*)**

Esse é o elemento fundamental do *SDH* e consiste em um único *AUG* e em informações de *overhard* de seção (*SOH*). A estrutura de quadro *STM-1* consiste em um conjunto de 270 colunas por 9 linhas de 8 bit como mostra a Figura 10.

**h) Nível N do Módulo de Transporte Síncrono (*STM-N*)**

Esse elemento define o nível enésimo do *SDH*. Um *STM-N* contém N *AUGs* junto com informações *SOH*. Os N *AUGs* são intercalados em um byte e possuem uma relação de fase fixa quanto ao *STM-N*.

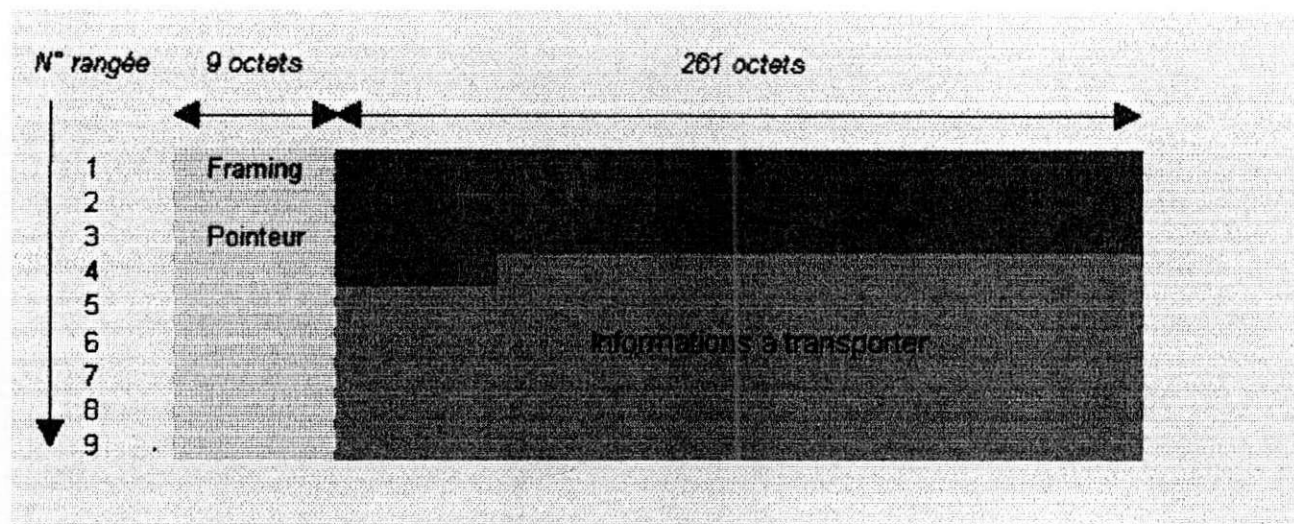


Figura 10: O quadro STM-1.

O comprimento do quadro *STM-1* é de  $125\mu s$ . A ordem de transmissão é da esquerda para a direita, e de cima para baixo. Em cada byte, o bit mais importante é transmitido primeiro.

A informação *SOH* inclui enquadramento *STM-1*, monitoramento de desempenho da seção e outras informações de manutenção e operação. Uma descrição mais detalhada do quadro *STM-1* está em anexo.

#### 4. A rede *SDH* e o gerenciamento

A rede física *SDH* é dividida em seções de repetição e seções de multiplexação. Já a rede lógica é dividida em caminhos de alta e baixa ordem. Um caminho representa a distância entre os pontos onde um *VC* é formado e onde ele é terminado. Uma seção é a distância entre dois elementos da rede.

Um caminho de alta ordem corresponde a um *VC* formado por um número de *VCs* de baixa ordem. Por exemplo, um *VC-4* formado por sessenta e três *VC-12s* comporta-se como um caminho de alta ordem. Todavia um *VC-4* que carrega

diretamente sinais *PDH* de comporta-se como um caminho de baixa ordem e nesse caso nenhum caminho de alta ordem é usado. Uma informação específica de gerenciamento é associada com cada subseção. Esta informação é chamada de *overhead* ou cabeçalho:

- *Overhead* de caminho, *POH*;
- *Overhead* de seção multiplex, *MSOH*;
- *Overhead* de seção de repetição, *RSOH*.

*POH* é encontrado nos níveis alto e baixo de *VCs*. *MSOH* é aceitável para todos elementos de rede exceto para regeneradores. *RSOH* é usado para todos os elementos da rede em uma rede *SDH*, incluindo os regeneradores.

Alguns exemplos da informação que é encontrada nos campos do *overhead* são dados a seguir:

a) *RSOH* contém:

- palavras de alinhamento de quadro, o qual indica quando um novo módulo de transporte inicia;
- bits de paridade, para medir bits errados. Em outras palavras a qualidade da transmissão;
- Canal de comunicação, para transferência de informações de controle para elementos da rede.

b) *MSOH* contém:

- Bits de paridade;
- Canais de comunicação;
- Informação para proteção automática de chaveamento.

c) *POH* contém:

- Informações sob a composição do *VC*;

- Bits de paridade;
- Informações de alarme.

Os elementos da rede *SDH* podem ser divididos em: conexões de passagem digital, multiplexadores e regeneradores.

Os regeneradores são os elementos menos complicados e são chamados de repetidores intermediários. O repetidor intermediário regenera a linha de sinal e pode receber e enviar informações via canais de comunicação no campo *RSOH* do sinal de linha.

Existem dois tipos de *SDH* multiplexadores: multiplexadores terminais (*TM*) e multiplexadores soma/goteja (*ADM*). Os primeiros multiplexa e demultiplexa tributários *SDH* e *PDH* e formam um *STM-N* comum. Por exemplo, 63 conexões de 2 Mbit/s podem ser multiplexados em um *STM-1*; similarmente, 3 *STM-1*s podem ser multiplexados em um *STM-4*.

Um *ADM* soma tributários para, e goteja tributários de, um *STM-N*. Um *VC* óptico pode ser conectado para cada porta conectada fisicamente (digamos de 2Mbit/s).

A conexão de passagem digital é o mais avançado elemento da rede *SDH*. É usado para rearranjo de conexões que encontram variações na necessidade para capacidade em operação normal e para proteção de performance de chaveamento no caso de quebra do canal. Uma conexão de passagem digital pode ter uma capacidade de conexão que é equivalente a centenas de *STM-1*.

Conexão de passagem digital significa que a conexão é estabelecida e desestabelecida pelo operador da rede, mas não através de sinalização com o assinante, como é o caso das conexões comutadas.

O desenvolvimento está se guiando na direção de elementos de rede que possam conter funções *ADM* e de conexão de passagem digital.

Basicamente, a gerência da rede *SDH* é feita da seguinte forma: todos os equipamentos *SDH* está ligada em rede, a qual utiliza para comunicação entre si, um protocolo de comunicação de redes de computadores (por exemplo, o *Ethernet*). Através



dessa rede, a estação de gerência monitora todos os elementos, ativando conexões, definindo hierarquia de sincronismo, visualizando alarmes e tratamento de falhas, dentre outras funcionalidades. Em outras, palavras a gerência de rede é feita em dois níveis: um *Mux* da rede funciona como *gateway* entre o elemento de gerência e as demais da rede. Sendo que a comunicação entre o *gateway* e o elemento de gerência é feita através de uma rede local *Ethernet*. O segundo nível é que o *gateway* retransmite mensagens de gerência e controle para os outros elementos.

O padrão *SDH* prevê a necessidade de gerenciamento reservando aproximadamente 5% da capacidade de transmissão para implementar facilidades de gestão, como por exemplo medição de taxas de erros em todo os níveis e dos canais exclusivos para dados e mensagens de gerenciamento.

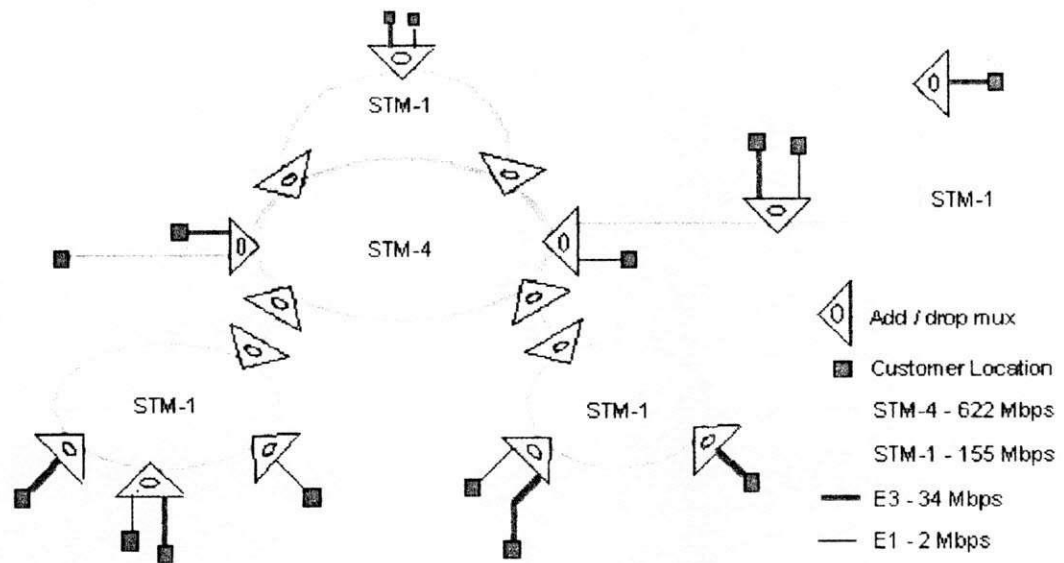
Finalmente, o sistema de gerência, controlado por um ponto central, vê a rede como uma arquitetura unificada, com endereços e rótulos associados a cada ponto e conhecendo as atributos de cada elemento e conexão.

A topologia da rede *SDH* segue o sistema de hierarquia *STM-1*, *STM-4* e *STM-16*, dependendo do tráfego a ser suportado pela mesma. Geralmente tem-se estruturas em anel. A Figura 11 dá uma idéia de como é a topologia. Na Figura 12 temos um exemplo de topologia onde sinais *PHD* se relacionam no sistema.

O padrão *SDH* prevê que o sincronismo deve seguir do nível mais alto para o mais baixo. O relógio pode ser escravizado a qualquer umas das fontes que se segue:

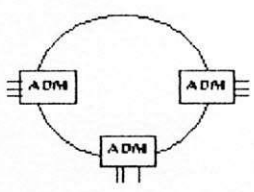
- Sinal de sincronização de tributário: sendo derivado de qualquer um dos sinais *STM-1* de entrada ou de qualquer tributário de entrada;
- Interface externa de 2048 kbit/s;
- Oscilador mestre interno.

Como medida de segurança, pode ser configurada uma base de prioridade para termos várias fontes de sincronismo (duas ou três). No caso de falha dessas fontes, o sistema recorre à fonte interna. Todavia, a falha de fonte ativa é submetida a uma verificação de persistência configurável antes de se realizar o chaveamento automático.



**Topologie de Réseau SDH**

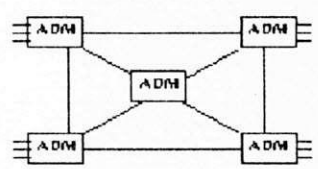
**Anneau**



**Bus**



**Etoile**



© Cross

Figura 11: A topologia da rede SDH.

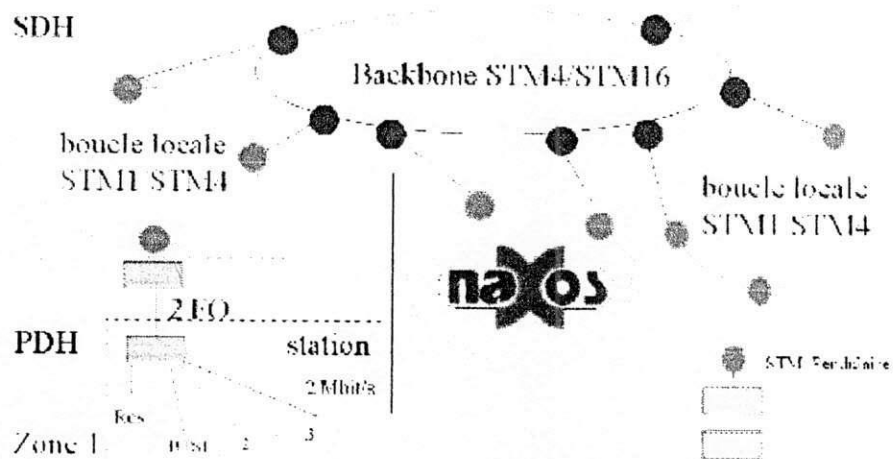


Figura 12: Rede SDH com sinais PDH sendo transportados.

## 4

### *Descrição das Atividades*

#### **1. Introdução**

Basicamente, o estágio foi dividido em duas etapas. Na primeira, o objetivo maior foi a familiarização com a planta, os equipamentos e setores da empresa. Na segunda e última parte, dirigiu-se as atenções para a análise e estudos dos aspectos da transmissão. Nesse ponto, balizou-se os trabalhos para o equipamento *SDH*. Por fim, ocorreu um contato com o projeto *SEFE* (Sistema de Engenharia e Facilidades de Equipamentos), que se encontra em fase de implantação.

#### **2. Descrição das atividades**

A seguir serão abordadas as atividades executadas no estágio, enfatizando as soluções apresentadas, bem como as suas respectivas justificativas teóricas.

##### ➤ 03 a 07/05/99:

Visitas de reconhecimento às instalações e estações da empresa. Nessas visitas foram apresentados os diversos equipamentos existentes na planta: tipos de centrais telefônicas, equipamentos multiplex, rádios, *modems*. Além disso, a topologia da rede começava a ser definida.

Essa primeira semana na empresa foi fundamental para o conhecimento de um outro aspecto de grande relevância em qualquer trabalho: a apresentação e início do convívio com a equipe de trabalho.

##### ➤ 10 a 28/05/99:

Dentre as atividades realizadas nesse período está o estudo das telecomunicações de um ponto de vista macroscópico. Isto foi feito por meio de leituras em manuais e livros,

sempre procurando confrontar os aspectos analisados com a realidade existente na planta. Nas dúvidas, discutia-se com os técnicos e engenheiros de maior experiência no grupo.

Em paralelo, acompanhou-se a resolução de falhas na rede *SDH*. Embora no início não fossem entendidos os problemas de forma completa, eles foram fundamentais para o estudo da *Hierarquia Digital Síncrona*, na medida que proporcionavam um caminho para a análise das abordagens teóricas. Nessas abordagens, chegava-se a conclusões que aos poucos iam contribuindo para o entendimento da rede *SDH*. Além disso, as soluções apresentadas para os problemas eram confrontados com a realidade da rede e com o que o encaminhamento acadêmico daria.

Passa-se agora a discutir alguns problemas com ocorreram na rede *SDH* nesse período.

a) **Teste de conferência da fonte de sincronismo do *SDH NEC*:**

Esse teste foi realizado em via do surgimento de problemas em um anel da rede *SDH NEC*. O problema existente era que os canais de uma estação estavam degradados e, em consequência, o tráfego estava apresentando índices a baixo do normal.

Depois de feito o estudo do problema, chegou-se a conclusão que o problema estava no sincronismo do anel. Restava saber em qual estação estava sendo originado. Feito o teste, percebeu-se que o relógio mestre do anel (estação centro) estava fora de sincronismo com o resto das estações. Assim bastou ajustar o mesmo e o problema foi sanado.

Basicamente, o teste de sincronismo é definido em etapas. Inicialmente verifica-se a hierarquia de sincronismo do anel *SDH* na estação de gerência da rede. Em seguida verifica-se o valor do relógio em todas as estações, através de uma leitura direta no equipamento *SDH* com um *Laptop*. Caso exista necessidade, o relógio pode ser reconfigurado e ter seu valor alterado<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> Em um caso extremo em que a fibra óptica é rompida, o relógio é perdido. Nesse momento cada estação do anel realiza um *Hold Over*: cada estação tira uma amostra do último sinal de relógio e armazena em uma memória. Quando o anel cai, um oscilador a cristal, baseado nessa informação armazenada na memória, passa a operar para garantir o sinal de relógio. O relógio interno do equipamento *SDH* é então definido com base nessa dado. O tempo de duração da operação do relógio interno nessas condições é de 24 horas. Caso o anel não seja consertado o equipamento para.

Um ponto importante é que a fonte de sincronismo do anel pode ser alterada a qualquer momento na estação de gerência. Isto pode ser feito em um caso extremo, quando uma fonte, definida como primária, apresentar problemas.

**b) Equipamento *SDH Nortel* do BANESE fora do ar**

O problema existente no BANESE (Banco do Estado de Sergipe) foi que a fonte de alimentação do equipamento caiu. A causa da queda da fonte foi um curto-circuito nas fases de alimentação. Esse curto-circuito fez com que o equipamento de proteção entrasse em ação ocasionado o desarme dos disjuntores. Nesse momento as baterias assumem como fonte de alimentação, todavia foi verificado (através de medições) que elas só garantiram 36 volts, enquanto que o equipamento precisaria de uma tensão *dc* entre 44 e 48 para operar normalmente<sup>20</sup>. A solução para o problema foi apenas seguir os procedimentos para religar a fonte de alimentação.

O ponto importante que se esconde por trás desse problema aparentemente simples é enfatizar a importância da fonte de alimentação de um equipamento. Por causa de uma falha no sistema de baterias, um cliente muito importante para a empresa ficou fora do ar por algum tempo. Em consequência, uma parcela da população também foi prejudicada por esse problema, já que o cliente era o Banco do Estado de Sergipe. Imaginando em uma escala maior e no mais novo panorama de concorrência nas telecomunicações, percebe-se que isso pode se transformar em perda de um cliente e conseqüentemente de divisas para a empresa.

Como sugestão fica o alerta para que sejam feitos testes para certificar quanto a garantia e qualidade do sistemas de baterias.

➤ **25/05 a 02/06/99:**

Nesse período foi realizada a atualização do *software Release 5.1* para a versão *7.1* do *SDH TN-IX Nortel*.

A mudança do *software* em condições normais iria significar simplesmente (com a estação de gerência já operando na versão 7) copiar a nova versão para uma memória auxiliar

<sup>20</sup> O equipamento *SDH NEC* apresenta maior robustez nesse ponto. A faixa de valores admissíveis para sua tensão de alimentação *dc* é 16 a 72 Volts.

e, através da estação de gerência, acessar cada estação, dando os comandos necessários para fazer a cópia.

As estações de cada anel são acessadas via canal reservado para comunicação através do protocolo de comunicação *Ethernet*. Todavia, inicialmente ocorreu problemas com a comunicação entre as estações. Elas não conseguiam ser acessadas. Analisando o problema descobriu-se que a causa estava no endereçamento das estações. Ou seja, como tratava-se do protocolo *Ethernet* os endereços tinham que ser definidos corretamente.

Contornado o problema de endereçamento, a atualização do *software* ainda não pôde ser feita. O problema agora era que: a versão 5 do *software* que estava para ser substituída não conseguia “enxergar” a versão 7. Ou seja, alguns comandos utilizados pelo último não eram aceitos pelo primeiro. Dentre esses comandos, estava o necessário para fazer a atualização via estação de gerência da rede.

Depois de analisado e estudado o problema, foi decidido que a única forma de se fazer a atualização era sair percorrendo as estações uma a uma, procedendo da seguinte forma: inicialmente era feito um *download* da versão 5<sup>21</sup>, isto era feito por medida de segurança, pois caso acontecesse algum problema no momento da troca do *software*, a versão 5 poderia entrar em atuação novamente. Em seguida a versão 7 era copiada e o equipamento passava a funcionar com a nova versão. Um ponto importante é que até esse momento a estação de gerência não estava conseguindo gerenciar as estações, pois já estava com a versão 7. Restava agora fazer uma cópia de todas as conexões existentes em cada estação do anel<sup>22</sup> para que elas pudessem ser configuradas na estação de gerência e portanto passarem a ser gerenciadas.

Feito o *download* e copiada a nova versão em todas as estações, a configuração das conexões podia ser feita agora via estação de gerência.

---

<sup>21</sup> Esse processo demorava cerca de 1 hora e meia.

<sup>22</sup> Existem três tipos de conexões: conexão protegida, conexão não protegida e conexão *pass through*. A conexão protegida apresenta-se caracterizada por ser definida em ambas as direções do anel, assim caso um lado do anel falhe os sinais são enviados pelo outro lado; a conexão não protegida é definida apenas em uma direção do anel; por fim a conexão *pass through* é apenas definida para dar continuidade a uma conexão que pretende ligar duas outras estações e que passa pela estação onde ela é definida.

Esse processo de troca de *software* causou alguns problemas que passamos agora a discuti-los.

**a) Loop de Sincronismo no SDH Nortel do BANESE e Petrobras**

Depois de realizado o processo de troca do *software* no anel que continha os equipamentos do BANESE e da Petrobras, ocorreu o que se denomina de *Loop* de Sincronismo.

O *Loop de Sincronismo* é caracterizado pela perda da referência de relógio pela estações do anel. Nessa perda de referência, antes que o equipamento mude o seu relógio para o segundo nível da hierarquia, ele fica tentando ajustá-lo pelo sinal de referência do equipamento *SDH* ao qual está ligado, que está em uma outra estação do anel. Quando consegue fazer tal ajuste, o sinal que agora é de referência já mudou, pois o equipamento que o fornece também está realizando o mesmo processo. Esse processo se repete e um *loop* é caracterizado. Assim as estações ficam fora de sincronismo e perdem o sinal de relógio, conseqüentemente o tráfego cai.

Voltando à descrição do problema, quando foi informada a perda do tráfego, iniciou-se a discussão para a detecção da causa do problema. Chegou-se a conclusão que estava caracterizado o *Loop* de Sincronismo. Foi sugerido inicialmente que a referência de relógio fosse tomada a partir de um tributário de uma estação que ainda não estava atingida pelo *Loop* e que também fosse configurado nas demais estações esta referência de relógio como mestre. Infelizmente, essa possibilidade foi descartada e optou-se por outros caminhos que não apresentaram os resultados esperados. Depois de algum tempo e tentativas, optou-se pelo caminho sugerido inicialmente e o problema foi sanado, fazendo voltar o tráfego do BANESE, em todo o Estado de Sergipe, e na Petrobras.

**b) Estação Siqueira Campos e Embratel fora do ar**

No momento da mudança do *software* na estação Siqueira Campos, o tráfego caiu fazendo com que alguns bairros ficassem sem fazer suas ligações por alguns minutos. A solução foi voltar a estação para operar na versão 5 novamente e fazer os ajustes que estavam faltando na configuração da versão 7, por exemplo a definição das fontes de sincronismo, para colocá-la novamente no ar.



No caso da Embratel, quando da mudança, o tráfego caiu e cerca de 8000 celulares ficaram mudos por volta de 15 minutos. Dessa vez, não havia problemas com a configuração de parâmetros na versão 7. Apesar de algumas discussões não se chegou à causa real da queda de tráfego.

➤ **07/06 a 09/07/99:**

Durante todo esse período foram realizados testes de alinhamento de canais *FDM* e *PCM*, onde eram monitorados: a sinalização trocada entre os assinantes no momento do estabelecimento da ligação, os níveis de potência do sinal de voz (para o caso dos canais *FDM*), o número de canais ocupados dentro dos tributários *PCM*, etc. Nesses testes podia-se ver e mapear para uma abordagem mais teórica aspectos da transmissão dos sinais telefônicos.

Nesse período também iniciaram-se os procedimentos para a retirada do equipamento *SDH Nortel* de algumas estações da planta de Aracaju. Esses equipamentos serão transferidos para o interior do Estado, quando a fibra óptica atingir essas localidades. Basicamente, a retirada do *SDH Nortel* foi dividida em três etapas: transferência do tráfego para o *SDH NEC*; configuração nas estações de gerência *NEC* e *Nortel* da inserção e retirada, respectivamente, de conexões; e retirada física do equipamento (que será realizada por uma outra equipe). Esse processo era um tanto quanto demorado, na medida que era preciso percorrer todas as estações da capital para efetivar a mudança do ponto de vista de cabeamento ou físico. Nesse ponto, uma interface física chamada de *DID* (Distribuidor Digital Intermediário) era fundamental. É nessa interface que os cabos são desconectados do *SDH Nortel* e conectados no *SDH NEC*. Infelizmente, a inserção desses equipamentos no interior no Estado não pode ser acompanhada, pois será realizada numa etapa posterior. Certamente ela será acompanhada de ricas experiências para o aprendizado, pois serão realizados os testes necessários para a inserção de um equipamento *SDH* em uma rede.

Finalizando a participação no estágio, teve-se uma participação inicial com o *SEFE* (Sistema de Engenharia e Facilidades de Equipamentos). O objetivo desse projeto é fazer um recadastramento da planta de todo o Estado, padronizando numeração de equipamentos, fileiras de blocos, etc., visando capturar o que foi chamado de Facilidades<sup>23</sup> que não estão

---

<sup>23</sup> Facilidade é todo meio que permite o fornecimento de um serviço ao consumidor. Por exemplo, um canal *FDM*, um canal para dados, um tributário de 2 Mbit/s, etc.

sendo usadas e/ou tendo sua tarifação realizada.

Um ponto importante a ser considerado é que esse projeto não é uma iniciativa da Telemar-SE de forma isolada, mas sim visa atingir todo os Estados cobertos pela Telemar. Na verdade, o seu objetivo principal é possibilitar o pronto atendimento ao cliente num futuro próximo. Ou seja, por exemplo, disponibilizar uma linha telefônica quatro, cinco horas depois da solicitação feita pelo consumidor. Com isso ganha-se em competitividade frente a nova realidade das telecomunicações e em divisas para a empresa.

O *SETE* terá como ponto apoio principal uma equipe específica para a implantação e continuidade do projeto e uma rede interna de computadores com 08 terminais. Nesses terminais estará instalado o *software SETE* que terá toda a planta detalhada, com equipamentos, facilidades disponíveis, etc.

Dentre as atividades realizadas nesse projeto estão: elaboração de listas com todas as localidades do Estado onde a Telemar-SE possui estações; verificação do *layout* de todas as estações de Aracaju e elaboração de um formulário padrão para ser utilizado em todas as solicitações de serviço dentro da empresa.

## 5

### *Conclusão*

O estágio na Telemar-SE pode ser considerado como proveitoso, na medida que, e de acordo com os objetivos da disciplina da universidade Estágio Curricular, forneceu aprendizado e experiências que serão importantes para o pronto e fiel exercício da profissão de Engenheiro Eletrônico. Dentre essas experiências e aprendizado pode-se destacar: a visualização de problemas práticos, nos quais foram utilizados conhecimentos adquiridos na universidade para a sua resolução; participação em projetos que forneceram noções de administração, embora que de maneira preliminar, mas que são de relevante importância para o engenheiro; e por fim, o trabalho em equipe que proporciona a descoberta e/ou aprimoramento de valores como liderança, espírito de corpo, responsabilidade e iniciativa, que são fundamentais para uma carreira com sucesso.

Como críticas pode-se colocar o fato da empresa não possuir um plano para treinamento de estagiários. A consequência mais imediata e lógica desse fato é que, certamente, o potencial do estagiário de engenharia não é utilizado na sua plenitude. Conseqüentemente, perde a empresa (que poderia lucrar se procedesse corretamente), perde o aluno (que deixa de obter mais conhecimentos) e, por fim, perde a própria sociedade (que deixa de ganhar um profissional com mais conhecimentos).

Como sugestões, pode-se colocar aspectos do ponto de vista administrativo e também técnico.

Na ótica administrativa, o acesso às dependências das áreas técnicas onde estão os equipamentos deveria ser mais rigoroso. Deveria existir um forte controle de acesso, com portas de acesso eletrônico por exemplo. A justificativa para isso não está apenas na segurança física, mas também na segurança das informações estratégicas que essas salas e equipamentos podem conter. Em outras palavras, trata-se de evitar a espionagem industrial.

Na ótica técnica, podemos destacar aspectos de manutenção nos bancos de baterias (para evitar problemas como o que ocorreu no BANESE); maior gerência e planejamento no modo de execução dos projetos (isto talvez possa tornar mais rápido a sua execução). Além

disso, é preciso padronizar e organizar a disposição dos equipamentos na transmissão (uma linguagem e procedimentos de execução de tarefas de forma padronizada pode melhorar o rendimento da equipe).

Por fim fica registrado que o Estágio Curricular não é apenas uma forma de se aprender novos conhecimentos e obter experiências, mas também é a porta de entrada do engenheiro para um mundo repleto de desafios, dúvidas e também vitórias: o mercado de trabalho. Nesse mundo é onde entende-se e sente-se o prazer de ter escolhido a Engenharia como o caminho para nossa vida.

## 6

**Bibliografia**

- [ 1 ] Anders Hellman(Ericsson Telecom AB) and Gudron Bager(Telia AB), © Ericsson Telecom and Studenlitteratur, *Understanding Telecommunication vol. 1*;
- [ 2 ] *Telecomunicações Vol. 1 e 2*, Revista da Inatel;
- [ 3 ] *Guias de Treinamento da Telebrás: Sinalização, SDH, PDH*;
- [ 4 ] *SDMS Transport Node 1X TN-1X release 2.6*, Manual do equipamento SDH Nortel;
- [ 5 ] Robert M. Gagliardi, *Introduction to Communications Engineering*, Second Edition, John Wiley&Sons;
- [ 6 ] B. P. Lathi, *Modern Digital and Analog Communications Systems*, Second Edition, Oxford University Press;
- [ 7 ] Richard C. Dorf e outros, *The Eletrical Engineering Handbook*, IEEE Press & CRC Press;
- [ 8 ] Marcelo Sampaio de Alencar, *Telefonia Digital*, Editora Érica Ltda.