

# **Curso Básico**

## **Rede Corporativa NetNorte**

**Fabio Montoro**  
**BSB, 17 março 1998**

**Prof. Fabio Montoro**  
**Carga horária: 16 horas**  
**Início: 17-março-1998**  
**Aula dias: 17 e 18**  
**Horário: 8:00-12:00; 14:00-18:00 horas**

### **Programa**

- 1 Introdução**
- 2 Redes LAN e WAN**
- 3 Protocolos de rede**
- 4 Interconexão de redes locais**
- 5 Frame relay**
- 6 Rede corporativa com Frame relay**
- 7 Digitalização e integração de voz**
- 8 Topologia da NetNorte**
- 9 Equipamentos da NetNorte**
- 10 Funcionamento da Netnorte**

## 1 Introdução

O objetivo deste curso é abordar os conceitos básicos das tecnologias envolvidas na rede corporativa da Eletronorte, descrever os equipamentos utilizados e como estão conectados.

As principais tecnologias envolvidas são: redes locais e corporativas, protocolos de comunicação com destaque para o Frame Relay, digitalização e integração de voz e vídeo.

Convém salientar que esta apostila de curso serve também como documentação do projeto da rede e, com esta ainda não foi totalmente implantada, poderão ocorrer pequenas alterações na conexão dos equipamentos durante as fase de avaliação inicial da performance e ajuste das configurações.

Tendo em vista a flexibilidade do projeto dessa rede, poderão ser implantadas mais facilidades que aquelas originalmente solicitadas. Por exemplo, como será visto adiante, a rede oferece mais portas seriais remotas que o solicitado - isso vai permitir oferecer serviços adicionais como canais virtuais entre localidades remotas, totalmente independente da rede corporativa básica.

Este curso faz parte do contrato de fornecimento da Zetha com a Eletronorte.

## 2 Redes LAN e WAN

As definições de rede local, LAN ("Local Area Network") e rede de longa distância, WAN ("Wide Area Network"), às vezes gera algumas divergências.

Vou utilizar a seguinte definição:

Uma rede local de computadores é aquela que abrange, no máximo, a área de um prédio ou um grupo de prédios.

Características da LAN:

- Utiliza velocidade de transmissão igual ou maior que 10 Mbps (hoje!)
- Não utiliza modems ou outros equipamentos de transmissão
- Pode utilizar enlaces de fibra ótica multimodo até 2 km
- Em geral utiliza equipamentos que manipulam os dados até a camada de enlace.
- Possui limitação de extensão geográfica

### Características da WAN:

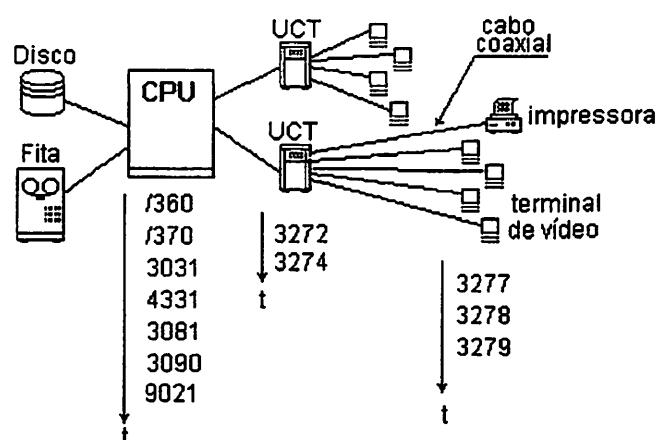
- Utiliza velocidades de 1200 bps a 2 Mbps (hoje!)
- Utiliza equipamentos de transmissão como modems
- Pode utilizar enlaces de fibra ótica monomodo acima de 2 km
- Em geral utiliza equipamentos que manipulam os dados acima da camada de enlace.
- Não possui limitação de extensão geográfica

## 2.1 Processamento local IBM

Tendo em vista que a rede corporativa atual da Eletronorte é baseada no Networking da IBM, resolvi incluir uma pequena discussão sobre essa tecnologia, a fim de analisarmos como ela vai conviver dentro da nova rede.

A próxima figura ilustra os elementos de um ambiente local de processamento da IBM.

A CPU, única CPU do ambiente, executa todas as tarefas de processamento. Na figura vê-se a nomenclatura da IBM para os diversos modelos de CPU, na ordem cronológica de seus lançamentos no mercado. Junto à CPU fica uma ou mais UCT (Unidade Concentradora de Terminais, modelos 3272, 3274, etc...) onde se liga, por meio de cabo coaxial, os dispositivos terminais do ambiente (terminais de vídeo e impressoras), que ficam distribuídos pelo prédio. Cada UCT pode receber até 32 dispositivos terminais.



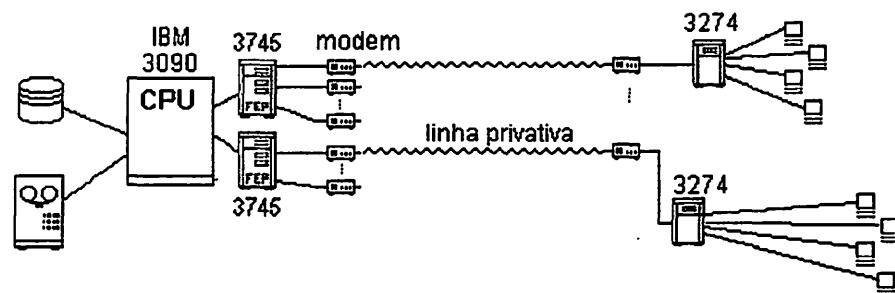
O ambiente onde ficam a CPU e as UCTs é o que se chama CPD - Centro de Processamento de Dados, conceito que hoje está englobando cada vez mais o suporte aos usuários da empresa.

Os terminais podem se espalhar pelo prédio.

## 2.2 Processamento remoto IBM

A próxima figura ilustra os elementos de um ambiente IBM onde a CPU fica em localidade diferente dos terminais.

Nesse caso, um dispositivo chamado UCC (Unidade de controle de comunicação) ou TCU ("Telecommunications Control Unit") ou ainda FEP ("Front End Processor"), que fica junto da CPU, se encarrega do processamento de linhas de comunicação seriais que possuem controladoras de terminais remotas.



Essa é a topologia básica da clássica rede de teleprocessamento com equipamentos IBM.

## 2.3 Networking IBM

A próxima figura ilustra uma rede IBM, com mais de uma CPU. As CPUs estão em locais diferentes, ligadas por linhas seriais. Várias UCTs estão ligadas a cada CPU por intermédio de seus FEPs.

Cada CPU tem vários aplicativos rodando (A, B, C, ...) e um terminal pode estabelecer conexão lógica com qualquer um desses aplicativos de forma transparente ao usuário. Por exemplo, o terminal 12 pode estabelecer uma sessão com a aplicação "B" em outro domínio. Para o usuário não importa onde está rodando a aplicação.

# **Curso Básico**

## **Rede Corporativa NetNorte**

**Fabio Montoro**  
**BSB, 17 março 1998**  
*fm*

**Prof. Fabio Montoro**  
**Carga horária: 16 horas**  
**Início: 17-março-1998**  
**Aula dias: 17 e 18**  
**Horário: 8:00-12:00; 14:00-18:00 horas**

### **Programa**

- 1 Introdução**
- 2 Redes LAN e WAN**
- 3 Protocolos de rede**
- 4 Interconexão de redes locais**
- 5 Frame relay**
- 6 Rede corporativa com Frame relay**
- 7 Digitalização e integração de voz**
- 8 Topologia da NetNorte**
- 9 Equipamentos da NetNorte**
- 10 Funcionamento da Netnorte**

## 1 Introdução

O objetivo deste curso é abordar os conceitos básicos das tecnologias envolvidas na rede corporativa da Eletronorte, descrever os equipamentos utilizados e como estão conectados.

As principais tecnologias envolvidas são: redes locais e corporativas, protocolos de comunicação com destaque para o Frame Relay, digitalização e integração de voz e vídeo.

Convém salientar que esta apostila de curso serve também como documentação do projeto da rede e, com esta ainda não foi totalmente implantada, poderão ocorrer pequenas alterações na conexão dos equipamentos durante as fase de avaliação inicial da performance e ajuste das configurações.

Tendo em vista a flexibilidade do projeto dessa rede, poderão ser implantadas mais facilidades que aquelas originalmente solicitadas. Por exemplo, como será visto adiante, a rede oferece mais portas seriais remotas que o solicitado - isso vai permitir oferecer serviços adicionais como canais virtuais entre localidades remotas, totalmente independente da rede corporativa básica.

Este curso faz parte do contrato de fornecimento da Zetha com a Eletronorte.

## 2 Redes LAN e WAN

As definições de rede local, LAN ("Local Area Network") e rede de longa distância, WAN ("Wide Area Network"), às vezes gera algumas divergências.

Vou utilizar a seguinte definição:

Uma rede local de computadores é aquela que abrange, no máximo, a área de um prédio ou um grupo de prédios.

Características da LAN:

- Utiliza velocidade de transmissão igual ou maior que 10 Mbps (hoje!)
- Não utiliza modems ou outros equipamentos de transmissão
- Pode utilizar enlaces de fibra ótica multimodo até 2 km
- Em geral utiliza equipamentos que manipulam os dados até a camada de enlace.
- Possui limitação de extensão geográfica

### Características da WAN:

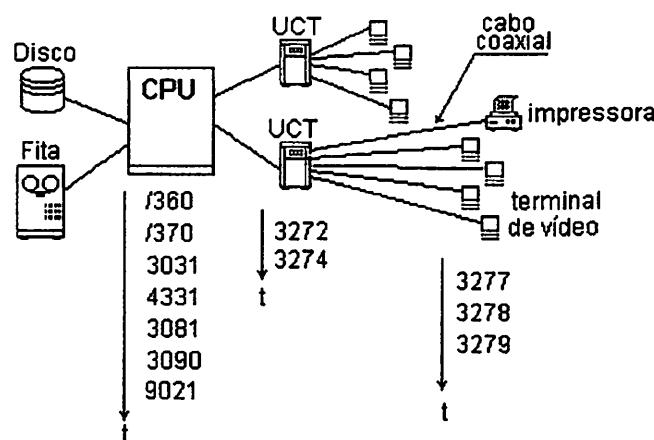
- Utiliza velocidades de 1200 bps a 2 Mbps (hoje!)
- Utiliza equipamentos de transmissão como modems
- Pode utilizar enlaces de fibra ótica monomodo acima de 2 km
- Em geral utiliza equipamentos que manipulam os dados acima da camada de enlace.
- Não possui limitação de extensão geográfica

## 2.1 Processamento local IBM

Tendo em vista que a rede corporativa atual da Eletronorte é baseada no Networking da IBM, resolvi incluir uma pequena discussão sobre essa tecnologia, a fim de analisarmos como ela vai conviver dentro da nova rede.

A próxima figura ilustra os elementos de um ambiente local de processamento da IBM.

A CPU, única CPU do ambiente, executa todas as tarefas de processamento. Na figura vê-se a nomenclatura da IBM para os diversos modelos de CPU, na ordem cronológica de seus lançamentos no mercado. Junto à CPU fica uma ou mais UCT (Unidade Concentradora de Terminais, modelos 3272, 3274, etc...) onde se liga, por meio de cabo coaxial, os dispositivos terminais do ambiente (terminais de vídeo e impressoras), que ficam distribuídos pelo prédio. Cada UCT pode receber até 32 dispositivos terminais.



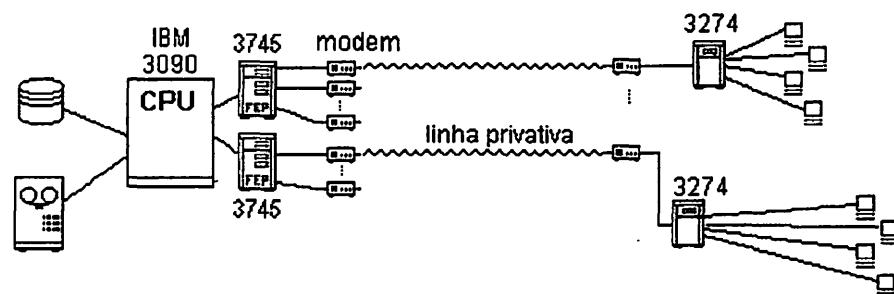
O ambiente onde ficam a CPU e as UCTs é o que se chama CPD - Centro de Processamento de Dados, conceito que hoje está englobando cada vez mais o suporte aos usuários da empresa.

Os terminais podem se espalhar pelo prédio.

## 2.2 Processamento remoto IBM

A próxima figura ilustra os elementos de um ambiente IBM onde a CPU fica em localidade diferente dos terminais.

Nesse caso, um dispositivo chamado UCC (Unidade de controle de comunicação) ou TCU ("Telecommunications Control Unit") ou ainda FEP ("Front End Processor"), que fica junto da CPU, se encarrega do processamento de linhas de comunicação seriais que possuem controladoras de terminais remotas.

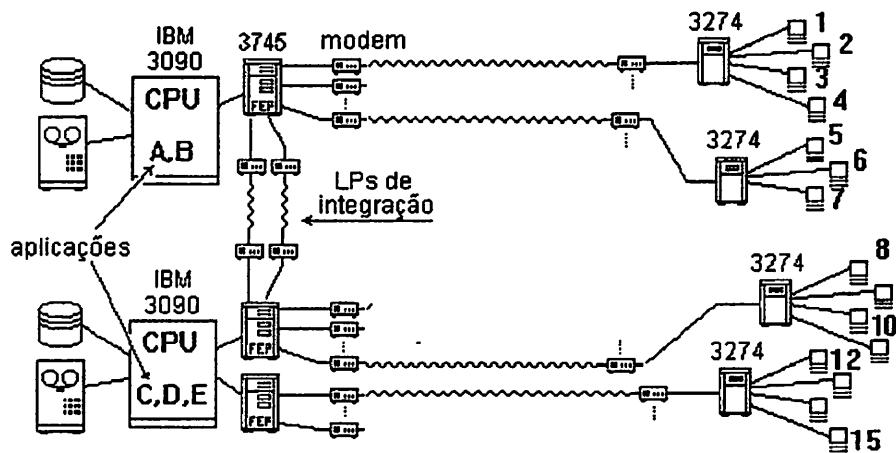


Essa é a topologia básica da clássica rede de teleprocessamento com equipamentos IBM.

## 2.3 Networking IBM

A próxima figura ilustra uma rede IBM, com mais de uma CPU. As CPUs estão em locais diferentes, ligadas por linhas seriais. Várias UCTs estão ligadas a cada CPU por intermédio de seus FEPs.

Cada CPU tem vários aplicativos rodando (A, B, C, ...) e um terminal pode estabelecer conexão lógica com qualquer um desses aplicativos de forma transparente ao usuário. Por exemplo, o terminal 12 pode estabelecer uma sessão com a aplicação "B" em outro domínio. Para o usuário não importa onde está rodando a aplicação.



Quando a IBM introduziu o SNA, apresentou os seguintes conceitos:

**Sessão:** é uma conexão lógica entre um terminal e um programa (aplicação).

**Estabelecer uma sessão:** quando um terminal inicia sua comunicação com o programa que está rodando em uma CPU.

**Domínio:** conjunto de recursos (equipamentos e softwares) sob controle de uma CPU.

**Networking:** integração de dois ou mais domínios.

A próxima figura mostra situações típicas existentes na rede IBM da Eletronorte.

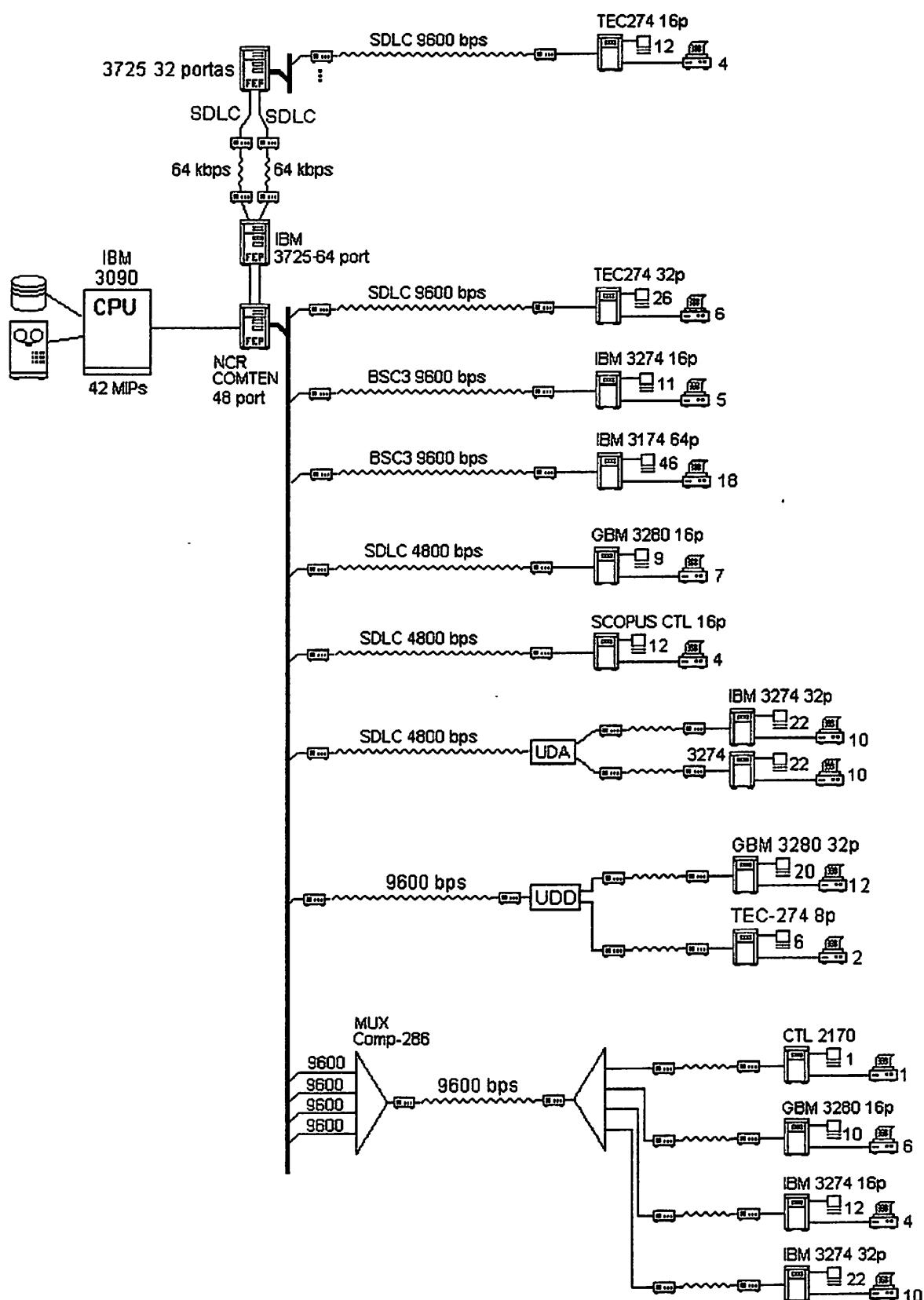
Note que há vários modelos de UCTs, de diversos fabricantes e com diferentes quantidades de portas.

A ligação tradicional é aquela onde a UCT se liga diretamente a uma porta da TCU por um enlace.

A próxima alternativa é uma linha multiponto que utiliza uma UDA (Unidade de Derivação Analógica) em uma localidade inetermediária, para derivar o mesmo sinal para outras duas localidades finais. As UCTs trabalham no sistema de polling, cada uma com seu endereço.

Outra alternativa é uma linha multiponto que utiliza uma UDD (Unidade de Derivação Digital) na localidade intermediária, com resultado semelhante ao que se obtém com a UDA.

A alternativa seguinte utiliza um multiplexador compressor de dados, que aproveita melhor o enlace até a localidade intermediária.



### 3 Protocolos de rede

Um protocolo é um conjunto de regras e formalidades que rege uma comunicação.

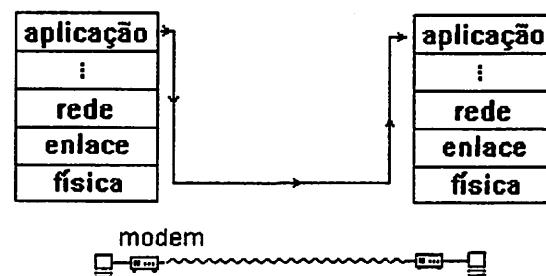
No entanto, uma comunicação, para se efetivar, pode precisar de um ou vários protocolos. Note que o protocolo é um conjunto de regras e a união de dois protocolos também pode ser vista como um protocolo, ou, ainda, um protocolo pode ser sub-dividido em dois ou mais sub-conjuntos.

A abrangência de um determinado protocolo em uma comunicação varia bastante. Em geral uma comunicação segue não só um, mas vários protocolos. A ISO definiu um modelo de relacionamento entre os diversos protocolos que regem uma comunicação, que ficou conhecido como modelo OSI ("Open Systems Interconnection"). Esse conceito define camadas com funções específicas. Cada camada tem um protocolo e uma forma de se relacionar com as camadas adjacentes. O modelo OSI possui 7 camadas.

Portanto, o conjunto completo de protocolos pode ser visto por camadas, segundo a idéia do modelo OSI.

Na prática, uma comunicação normalmente é regida por um conjunto de protocolos que não se situam exatamente dentro do modelo OSI, ou seja, um protocolo pode fazer a função de duas ou mais camadas, ou ainda executar parcialmente as tarefas de uma camada (na definição OSI).

O processo da comunicação inicia em uma camada mais alta (aplicação) e vai descendo até a camada mais baixa (camada física), que se encarrega de levar a informação de um ponto a outro, e depois sobe novamente para a camada de aplicação.



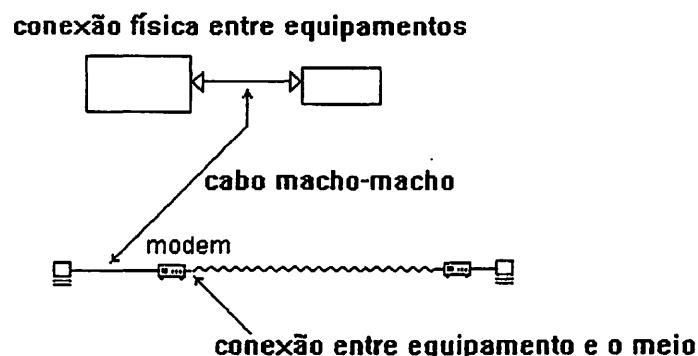
A seguir veremos com mais detalhes as duas primeiras camadas de protocolos de comunicação: física e de enlace.

#### 4.1 Camada física - Interfaces

A camada física, a mais baixa do modelo, é básica e fundamental para a comunicação: define a interface entre os dispositivos. Ela se preocupa com:

- Especificação mecânica da conexão
- Especificação elétrica da conexão
- Especificação lógica da conexão
- Funcionamento lógico da conexão

A próxima figura ilustra duas interfaces: uma entre o terminal e o modem e outra entre o modem e a linha telefônica. Ambas possuem seus protocolos de camada física. Os equipamentos devem seguir esse protocolo para passar o sinal elétrico entre os dois pontos.



#### 4.2 Camada de enlace

Se encarrega da transferência da informação binária (dados) entre dois ponto da rede, passando pelos equipamentos de transmissão e meio de comunicação. Ela se preocupa com:

- Agrupar os dados em quadros
- Detectar erros
- Corrigir erros
- Controlar fluxo

A primeira função dessa camada é agrupar os dados a transmitir em conjuntos (ou quadros, ou blocos, ou pacotes) de bits. Em geral os autores chamam esse conjunto de quadro, quando se trata da camada de enlace. Em

seguida, os quadros são passados para o protocolo da camada física para serem transmitidos.

O quadro, além dos dados propriamente ditos, possui campos com informações de controle, como por exemplo o campo de verificação de erros, normalmente chamado de FCS ("Frame Check Sequence"). O campo FCS é montado na origem e verificado no destino. Dessa forma o receptor pode saber se há erro no quadro.

#### 4.2.1 Controle de erros

Os mecanismos de detecção e correção de erros que surgem nos quadro recebidos, são funções típicas da camada de enlace.

Há basicamente dois tipos de erros:

- Quadros que não chegam
- Quadros que chegam com bits errados

A detecção de erros é feita pela verificação do campo FCS, normalmente uma sequência resultante de uma operação de redundância cílica (CRC) em cima da maioria dos bits do quadro. Uma vez detectado que há erro no quadro, o receptor deve, de alguma forma, receber novamente esse quadro.

Os três métodos mais comuns de correção dos erros são:

- Stop-and-wait: o transmissor transmite um quadro com dados e espera o aceite (ACK) do receptor. Somente transmite novo quadro se receber um ACK do receptor (sem erro). O receptor verifica a FCS; se não houver erro no quadro de dados, envia um ACK ao transmissor. Se o receptor receber um quadro com erro, pede uma retransmissão, enviando uma rejeição (NACK).
- Go-back-N: o transmissor pode enviar vários quadros de dados e o receptor vai aceitando cada um deles. Quando o transmissor recebe um NACK ele volta e retransmite todos os quadros a partir daquele que foi recebido com erro. Nesse processo deve haver uma numeração sequencial dos quadros.
- Selective-reject: similar ao anterior, porém somente os quadros rejeitados serão retransmitidos.

O transmissor normalmente tem um tempo máximo de espera (timeout) pelo ACK ou NACK, que é um parâmetro do protocolo a ser definido na instalação. Após o tempo de timeout o transmissor supõe que o quadro não foi recebido e o retransmite.

Nem todos os protocolos da camada de enlace implementam a correção de erros por retransmissão, mas todos implementam a verificação de erros.

Se o protocolo não implementa a correção de erros, o quadro com erros será passado para o protocolo da camada superior? Não. Normalmente o protocolo de enlace simplesmente descarta o quadro com erros, sem avisar o transmissor, e a camada superior deve cuidar do problema.

#### 4.2.2 Controle de fluxo

É um procedimento, normalmente implementado nos protocolos das camadas de enlace e rede, que tenta ajustar o fluxo de dados capacidade do receptor.

Normalmente o receptor possui uma memória para armazenar os quadros recebidos até conseguir processá-los (buffer de entrada).

Nem sempre o receptor tem capacidade para processar os quadros no ritmo em que estão chegando. De alguma forma o fluxo deve ser contido para não haver perda de pacote por falta de espaço no buffer de entrada.

O método mais simples, implementado na camada de enlace é o stop-and-wait. Nesse caso o transmissor só envia o próximo quadro quando receber o ACK do receptor, então, o próprio procedimento para correção de erros pode ser utilizado para controlar o fluxo. A deficiência desse método é que, por ser essencialmente semi-duplex, tem uma eficiência limitada.

Outro método é o da janela deslizante, que supera a limitação do método anterior pois permite a transmissão de vários quadros antes de receber alguma confirmação.

Nesse caso, se o receptor tem um buffer para "n" quadros, o transmissor pode, inicialmente, transmitir até "n" quadros sem receber confirmação. O transmissor mantém o controle de quantos quadros foram transmitidos e ainda não foram aceitos - deve ser no máximo, igual a "n". O receptor pode aceitar mais de um quadro de uma vez. Para isso, é preciso ter um campo no quadro para o número sequencial do quadro.

#### 4.2.3 Formação do quadro

A primeira função da camada de enlace é montar os quadros que serão transmitidos. A quantidade de bits (ou bytes) por quadro vai depender, inicialmente, do protocolo em questão.

Normalmente o campo de dados é variável.

A próxima tabela mostra o tamanho dos campos de dados e controle de alguns protocolos de enlace.

Nos bytes de controle estou considerando o preâmbulo inicial (um byte de flag no caso dos protocolos delimitados por flags).

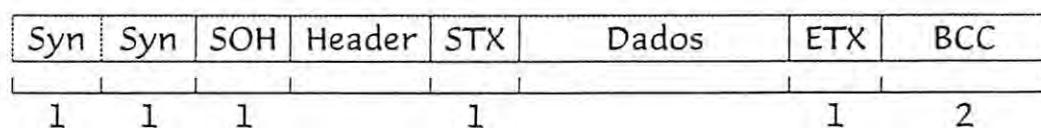
Protocolo	Dados [bytes]	Controle [bytes]
BSC (IBM)	0 a 254	6 a 15
SDLC (IBM)		5
HDLC (X.25)		5 ou 6
PPP	0 a 1500	4 a 7
Ethernet	46 a 1500	26
Frame Relay	1 a 4096 8192	5 a 7

Um protocolo pode executar, além da camada de enlace, outras camadas, de forma integral ou mesmo parcial. Por exemplo: o protocolo BSC somente executa funções da camada de enlace, mas o protocolo Ethernet também executa funções da camada física. O protocolo X.25 executa funções das camadas física, de enlace e de rede.

#### 4.2.3.1 BSC

Conhecido como BSC, "Binary Synchronous Control", ou Bisync, esse protocolo foi criado pela IBM por volta de 1960, como uma solução para as comunicações de dados (textos), semi-duplex, ponto-a-ponto e multiponto, orientadas a caractere, entre uma controladora de terminais, UCT, e uma controladora de comunicações, TCU.

Como o protocolo é orientado a caractere, para facilitar, a tabela anterior supõe que cada caractere tem 8 bits. Se, por acaso, for utilizado um código com 7 bits por caractere, por exemplo, a contagem por bytes fica prejudicada.



O procedimento básico desse protocolo, para transferir dados, é o stop-and-wait:

- "A" transmite um quadro com os dados
- "B" transmite um ACK se recebeu sem erros ou um NACK se recebeu com erros.
- "A" retransmite o quadro recusado, se for o caso.

#### 4.2.3.2 SDLC

Lançado pela IBM em 1973, o protocolo "Synchronous Data Link Control" é orientado a bit.

Flag	End	Cont	Dados	FCS
1	1	1		2

#### 4.2.3.3 HDLC

Publicado pela ISO em 1979, o protocolo "High-level Data Link Control" foi totalmente baseado no SDLC da IBM e possui um quadro similar a este.

Flag	End	Cont	Dados	FCS
1	1	2		2

É o protocolo de enlace mais popular dentre os utilizados em linhas seriais síncronas, utilizado, por exemplo no X.25 (chamado de LAP-B) e na RDSI ou ISDN (chamado de LAP-D).

#### 4.2.3.4 PPP

O protocolo PPP ("Point to Point Protocol") faz parte da comunidade Internet e é definido nas RFCs 1548 e 1332. Foi idealizado para encapsular pacotes IP (mas pode encapsular qualquer outro protocolo) e transmitir em um enlace serial, que pode ser assíncrono com caracteres de 8 bits sem paridade ou síncrono orientado a bit.

O quadro foi baseado no HDLC e também é delimitado por flags.

Flag	End	Cont	Dados	FCS
1	1	1		2

Possui um procedimento no estabelecimento da conexão, onde são negociados diversos parâmetros, tal como o supressão ou não dos campos "controle" e "endereço" a fim de aumentar a eficiência.

#### 4.2.3.5 Frame Relay

Esse protocolo tem uma abrangência bem maior que simplesmente um protocolo de camada de enlace. Tendo em vista sua importância nas redes corporativas e por ser o protocolo utilizado na NetNorte, dedicamos o capítulo 5 a ele.

#### 4.2.3.6 Ethernet

Esse protocolo foi desenvolvido na Xerox em 1972 para operar em redes locais com o meio de comunicação compartilhado, com acessos aleatórios. A camada de enlace do transmissor envia um quadro e não espera uma confirmação do receptor.

É um protocolo sem conexão. O quadro, também chamado de datagrama, é transmitido e pronto. Se houver erro na recepção o quadro é simplesmente descartado.

Preamb	DEST	REM	Tipo	Dados	CRC
8	6	6	2	46 a 1500	4

## 4 Interconexão de duas redes locais

Imagine duas redes locais, cada uma em uma cidade diferente, cada uma com um servidor de arquivos atendendo suas estações locais. Digamos que os usuários de uma rede precisem consultar arquivos que estão no servidor da outra rede. Devido à distância entre as redes, será preciso estabelecer um canal de dados de longa distância entre as duas localidades com equipamentos de transmissão de dados, como por exemplo, um par de modems operando a

28.800 bps, um enlace satélite operando a 64 kbps ou um canal digital de 2 Mbps com fibra ótica.

De qualquer forma, será preciso um equipamento que converta o protocolo Ethernet, que trafega na rede local, para um protocolo de interface serial, a fim de transmitir os dados pela rede de longa distância (WAN).

As interfaces de rede WAN mais comuns são EIA-232 e V.35.

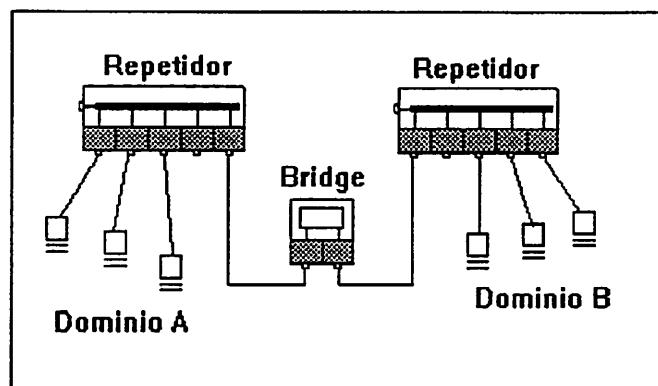
Há dois equipamentos que executam essa função: a Bridge e o Roteador.

#### 4.1 A Bridge

A bridge é um equipamento que separa dois segmentos de rede, por exemplo Ethernet, passando ou não os pacotes de um lado para o outro. A bridge, após uma fase de auto-aprendizado somente vai passar para o outro segmento os pacotes realmente destinados a ele. Dessa forma, se dividirmos uma rede com uma bridge, cada um dos segmentos ficará livre dos pacotes gerados e destinados ao outro segmento. Então, a eficiência geral da rede vai melhorar.

A bridge, portanto, separa dois domínios de colisão, e se comporta como estação para os dois segmentos.

Imagine uma bridge com duas portas. Cada porta se liga a um domínio da rede.



A primeira atividade da bridge é o aprendizado.

A bridge lê os endereços, destinatário e remetente, de todos os pacotes que circulam em cada um dos domínios, pois esses pacotes aparecem nas portas dos repetidores aos quais a bridge está ligada.

A bridge possui duas tabelas: uma para cada domínio, onde ela mantém o endereço das estações desses domínio.

No seu aprendizado a bridge lê cada pacote e extrai o endereço do remetente; coloca esse endereço na tabela do respectivo domínio, se ainda não constar.

A segunda atividade da bridge é filtrar ou transferir o pacote.

Digamos que a bridge recebeu um pacote na porta do domínio A.

A bridge lê o endereço do destinatário e procura na tabela do domínio B. Se essa estação constar como residente no domínio B, a bridge transfere o pacote; se o endereço constar da tabela do domínio A, a bridge filtra o pacote, ou seja, descarta o pacote.

A bridge pode ter várias portas, cada uma ligada a um domínio diferente. O procedimento da bridge será o mesmo, apenas terá que consultar várias tabelas para saber pra onde deve transferir o pacote; se o endereço do pacote constar na tabela do domínio remetente, a bridge filtra e se não constar em nenhuma tabela ela transfere para todos os domínios.

## 4.2 Bridge remota

Vimos como funciona a bridge que interliga dois segmentos de rede local. Essa bridge é também chamada de bridge local para diferenciar da bridge que veremos agora: a bridge remota.

Na configuração mais simples, possui uma porta LAN (Ethernet, Token Ring, etc) que se conecta a um segmento de rede, e uma porta WAN (interface serial), que se conecta a um equipamento de transmissão. Esse tipo de bridge adota um protocolo de enlace na porta serial para garantir a integridade dos dados, tipo HDLC, Frame Relay ou PPP, por exemplo.

A aplicação da bridge remota é conectar dois segmentos de rede, por exemplo Ethernet, distantes.

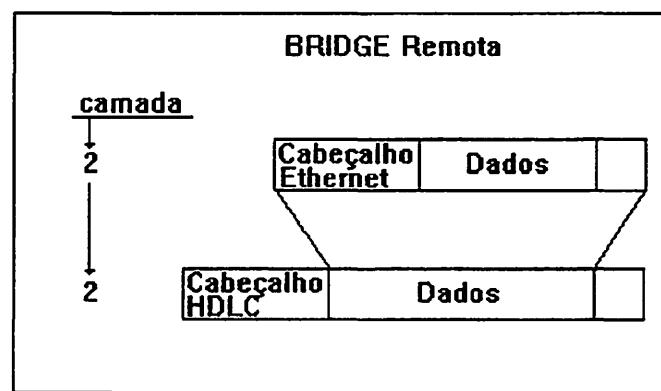
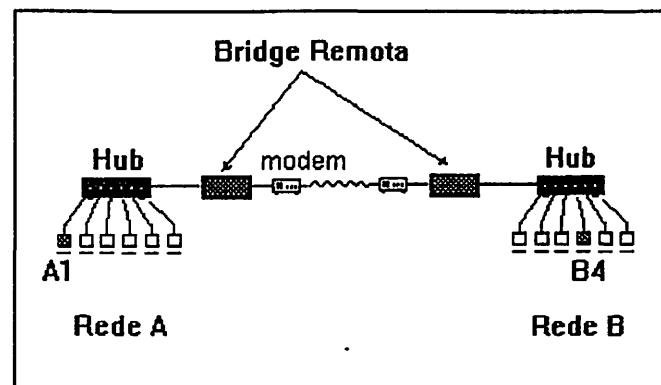
O funcionamento da bridge remota é similar ao da bridge local.

A bridge remota, após concluir que deve transferir o pacote Ethernet para a interface serial, utiliza o protocolo de enlace WAN para enviar os dados. Se a porta serial tiver uma velocidade muito baixa e a bridge não tiver capacidade de armazenar os dados a transferir, haverá perda de pacotes.

Da mesma forma que a bridge local, a bridge remota pode ter várias portas de LAN e WAN.

A bridge remota é simples de instalar e o efeito é que cada uma das redes passa a ter mais servidores disponíveis.

A bridge encapsula os pacotes Ethernet em pacotes do protocolo de enlace WAN, por exemplo, HDLC.



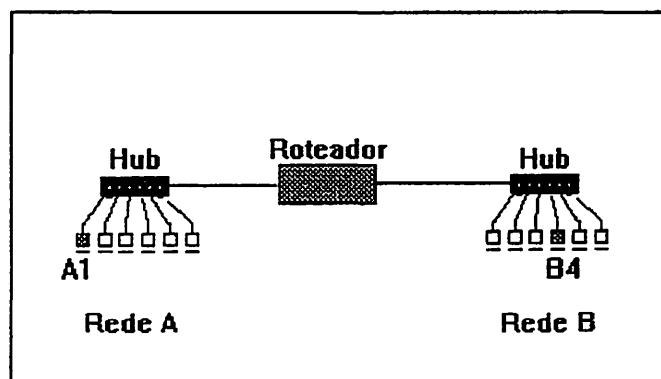
### 4.3 Roteador multiprotocolo

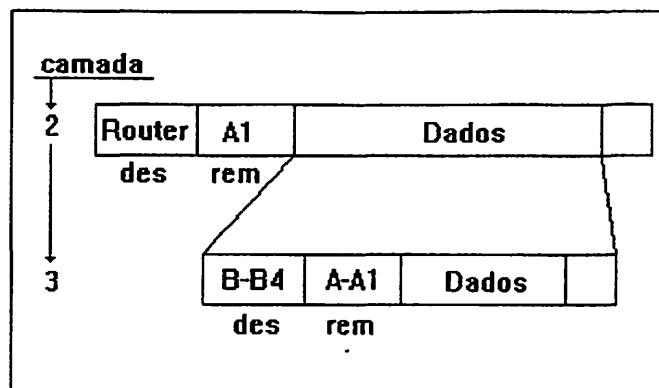
O roteador atua em uma camada superior, na escala hierárquica dos protocolos: a camada de rede.

O roteador analisa o campo de dados do pacote da rede local (pacote Ethernet, por exemplo) e verifica os endereços utilizados pelo protocolo de nível superior (IP, por exemplo).

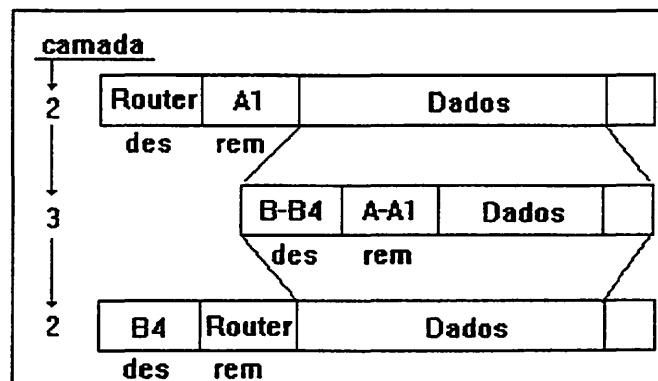
Imagine duas redes: A e B. Cada uma tem suas estações: A1, A2, A3..., B1, B2, B3....etc. As duas redes estão ligadas por um roteador "R".

Suponha que a estação A1 deseja enviar dados para a estação B4.



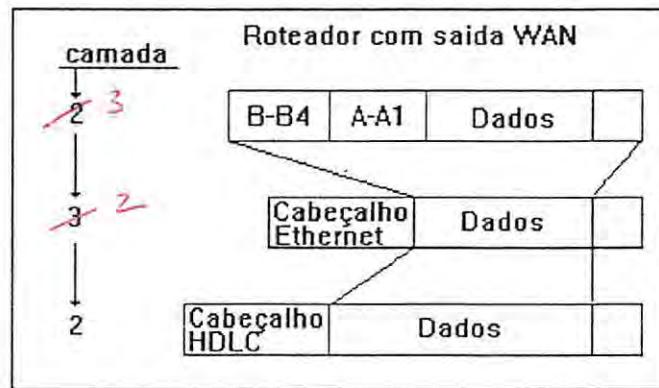


- 1) No protocolo da camada 3 (nível superior ao Ethernet), a estação A1 envia um pacote pra estação B4, colocando o endereço "B-B4" como destinatário e "A-A1" como remetente. Os endereços do protocolo da camada 3 possuem duas partes: endereço da rede (A e B) e endereço da estação dentro da rede (A1 e B4).
- 2) O protocolo da camada 3, sabendo que a estação B-4 fica fora da rede local, monta o pacote Ethernet direcionando-o para o roteador e coloca "A1" como remetente no pacote Ethernet.
- 3) O roteador recebe o pacote e remove as informações da camada 2 (MAC).
- 4) O roteador consulta sua tabela interna e define o melhor caminho para o pacote (em que porta deve sair).
- 5) O roteador monta o cabeçalho do pacote a transmitir, encaminhando-o ao próximo roteador ou para a estação destinatária.
- 6) Estação destinatária recebe o pacote, retira o cabeçalho da camada 2 e envia os dados para o protocolo da camada 3.



No caso de um roteador com saída WAN, que seria uma outra forma de ligar duas redes remotas, os dados da camada 3 são extraídos, analisados e encapsulados no pacote de enlace da porta WAN, sem precisar dos

campos de controle do pacote camada de enlace anterior (Ethernet). Note que a bridge remota não analisa os dados da camada superior e simplesmente encapsula o pacote Ethernet no pacote de enlace WAN - veja a figura da bridge.



## 5 Frame Relay

Frame Relay é um protocolo de comunicação por comutação de pacotes e, como tal, apresenta uma interface que define as regras de acesso rede. Por isso o Frame Relay é apontado por alguns autores como uma interface lógica, um protocolo de interface.

O Frame Relay oferece um serviço não confiável de transmissão de pacotes porque não possui correção de erros nem controle de congestionamento.

Surgiu da necessidade de um protocolo mais apropriado a canais que apresentassem baixa taxa de erro, como os que estavam surgindo, como os enlaces em fibra ótica, por exemplo, onde se pode transmitir em velocidades de 45 Mbps com baixa taxa de erro, contra o cenário anterior onde os canais operavam até 64 kbps com taxa de erro elevada. Naturalmente, sob alta taxa de erro, um protocolo robusto, com correção de erros, como o X.25, era o mais indicado. No entanto, em uma situação de baixa taxa de erro o X.25 apenas sobrecarrega a comunicação com controles dispensáveis, introduzindo excesso de "overhead".

O Frame Relay é bem mais simples que o X.25.

## 5.1 Comparando

Os três protocolos mais comuns para redes de comutação de pacotes são o X.25, o Frame Relay e o ATM.

Parâmetro	X.25	Frame Relay	ATM
Pacote	variável	variável	fixo
Campo de dados	até 4096 bytes	até 4096 bytes	48 bytes
Velocidade alvo	até 64 kbps	até 2 Mbps	até 1 Gbps
Correção erro	sim	✓ não	✓ não

45

## 5.2 Formato do pacote Frame Relay

Flag	Endereço	Dados	FCS	Flag
1	2-4	0-4096 8192	2	1

- Flag = sequência delimitadora de pacote = 0111110
- Endereço = contém o identificador do enlace e outras informações
- Dados = pode ter até 4096 bytes
- FCS = verificação de integridade (Frame Check Sequence) em geral é um CRC sobre os dados

## 5.3 Detalhamento do campo de endereço

O campo endereço pode ter 2, 3 ou 4 bytes. Seu tamanho é determinado pelos bits EA (último direita em cada byte).

- DLCI = Data Link Control Identifier (identificador do enlace)
- C/R = indicador Comando/Resposta
- EA = extensão do endereço (0 --> tem mais um byte)
- BECN = Backward Explicit Congestion Notification
- FECN = Forward Explicit Congestion Notification
- DE = Discard Elected
- D/C = os 6 bits são DLCI (D/C= 0) ou Controle (D/C= 1)

DLCI			C/R	0
DLCI	Fecn	Becn	DE	1

DLCI			C/R	0
DLCI	Fecn	Becn	DE	0
DLCI ou controle			D/C	1

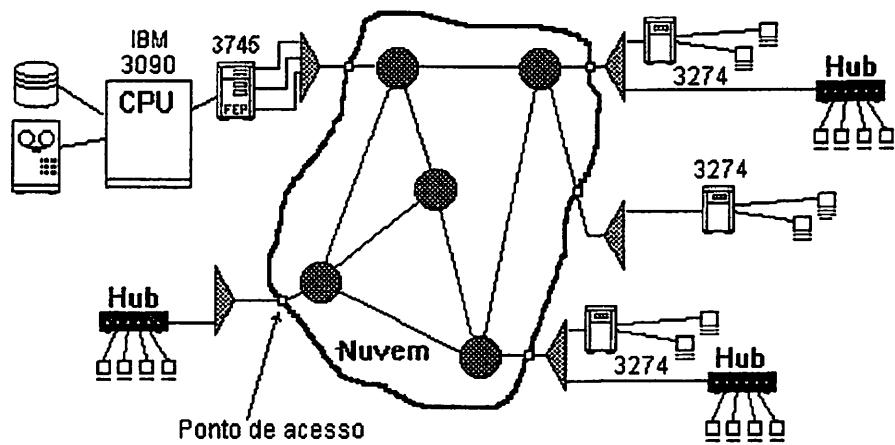
DLCI			C/R	0
DLCI	Fecn	Becn	DE	0
DLCI				0
DLCI			D/C	1

Notas:

- 1- Não há sinalização in-band. Não há campo de controle para isso.
- 2 - Só há um tipo de pacote: dados.
- 3 - O pacote de gerenciamento local (LMI) utiliza o endereço DLCI = 1023
- 4 - Não há número sequencial de pacotes. Portanto, não há controle de erros.
- 5 - Não há controle de fluxo.

## 5.4 Nuvem Frame relay

É um conjunto de equipamentos roteadores interligados entre si, onde qualquer acesso a essa nuvem deve ser feito utilizando o protocolo Frame Relay. Cada roteador é um nó da rede. O protocolo entre os roteadores não precisa ser, necessariamente, o Frame Relay, mas qualquer equipamento que fale outro protocolo nativo, como por exemplo, SDLC, HDLC, BSC, PPP, Ethernet, assíncrono, etc, vai precisar de um equipamento chamado FRAD ("Frame Relay Access Device") que recebe o protocolo nativo, de um lado, e fala Frame Relay do outro, para se ligar nuvem.



Pode-se definir um circuito privativo virtual (PVC) entre dois quaisquer pontos de acesso da nuvem. De um mesmo ponto de acesso podem sair vários circuitos virtuais, ou seja, esse ponto pode estar "ligado" a vários outros.

Uma vez estabelecido o circuito virtual, pode haver tráfego de dados entre os dois pontos. Esses dados serão roteados pelos roteadores intermediários até chegarem ao ponto destino.

A nuvem Frame relay, portanto, é um meio de transporte de dados, formatados segundo seus protocolos nativos, entre pontos diversos, chamados de pontos de acesso. Em cada ponto de acesso deve haver um FRAD.

A nuvem Frame relay é montada em cima de canais de dados transparentes, tipo canais digitais em fibra ótica ou enlaces rádio, que podem ser operados por empresas de transporte de dados transparentes (Embratel, Teles, etc).

A nuvem Frame relay também pode ser de propriedade da mesma empresa que opera o canal ou de uma prestadora de serviço de transporte em Frame relay, como uma operadora pública de telecomunicações (Embratel, Teles, etc), ou ainda, ser privativa, ou seja, ser toda de propriedade de uma empresa que a utiliza para transporte de sua rede corporativa.

Uma das vantagens do Frame relay é que uma nuvem privativa pode se ligar a uma nuvem pública

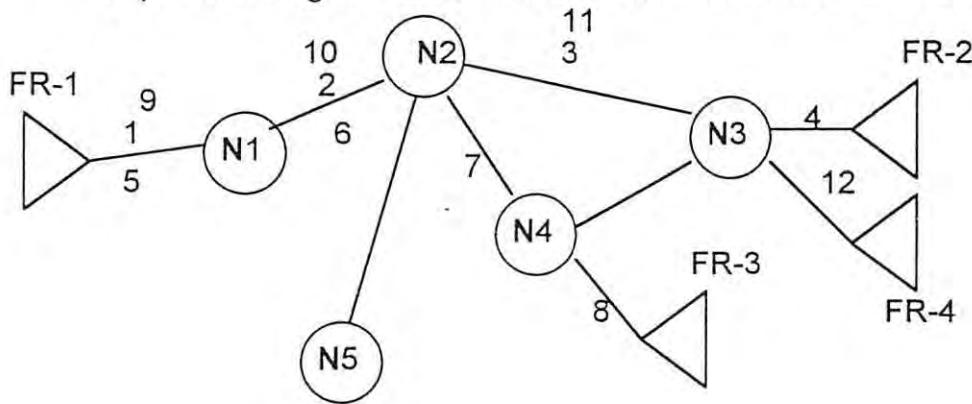
## 5.5 Roteamento no Frame Relay (Switching Frame relay)

Cada enlace lógico entre dois nós comutadores ou entre um nó e um equipamento FRAD, possui um número DLCI.

Cada ligação física entre esses dispositivos pode ter vários enlaces lógicos, portanto, vários DLCIs.

Cada nó comutador monta um tabela para cada porta física de entrada, que especifica em qual porta física e em qual DLCI deve sair o pacote.

A próxima figura mostra uma rede com 5 nós e 4 FRADs.



Vejamos as tabelas de roteamento dos nós:

PVC	Rota	N1	N2	N3	N4	N5
1	FR1-FR2	1-2	2-3	3-4	---	---
2	FR1-FR4	9-10	10-11	11-12	---	---
3	FR1-FR3	5-6	6-7	---	7-8	---

## 5.6 Capacidade de DLCIs

A capacidade de enlaces lógicos vai depender do tamanho do campo DLCI no pacote Frame Relay. Como o significado do DLCI é local, ou seja, para cada comutador, os numeros podem ser repetidos pela rede.

O DLCI pode ter:

10 bits ---> end = 2 bytes ou end = 3 bytes com D/C=1

16 bits ---> end = 3 bytes com D/C=0

17 bits ---> end = 4 bytes com D/C=1

23 bits ---> end = 4 bytes com D/C=0

A tabela a seguir ilustra as capacidades. *Note que para DLCI x de 10 bits, podem existir, no máximo, 975 DLCIs diferentes.*

10 bits	16 bits	17 bits	23 bits	Uso
1-15	1-1023	1-2047	1-131071	reservados
16-991	1024-63487	2048-126975	131072-4194303	DLCI
992-1022	63488-65534	126976-131070		reservados
1023	65535	131071		LMI

## 5.7 Controle de congestionamento

O objetivo de um controle de congestionamento é evitar que as filas, nos nós de comutação, ultrapassem determinados limites, a fim de evitar perda dos dados e um eventual colapso do nó.

O controle de congestionamento é um desafio nas redes Frame Relay porque esse protocolo é simples e possui poucos recursos para isso. Seu principal objetivo é ser eficiente na transmissão.

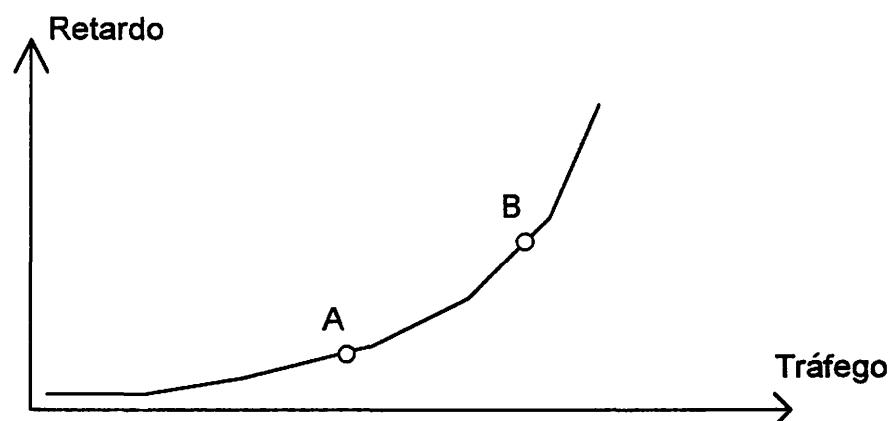
Um nó Frame Relay não executa controle de fluxo.

O controle do congestionamento tem que ser também assumido pelo usuário. O nó monitora o grau de congestionamento e informa ao usuário. O usuário limita o fluxo de seu tráfego da forma que achar melhor.

Há dois procedimentos básicos de controle de congestionamento:

- Prevenção de congestionamento
- Recuperação de uma situação de congestionamento

Veja a próxima figura. A prevenção deve ser disparada quando o retardo atinge o ponto A. No ponto B já deve-se usar o procedimento de recuperação.



## 5.8 Prevenção de congestionamento

No protocolo Frame Relay a prevenção do congestionamento ocorre por sinalização explícita, através dos bits BECN e FECN:

BECN = Um nó (sinalizador) envia um pacote com BECN=1 para notificar ao nó receptor do pacote (outro nó ou usuário) que pode iniciar seu procedimento de prevenção de congestionamento no sentido inverso do

Tanto o FECH quanto o BETN são marcados pelo nó da rede, mas pelo usuário, ~~deve~~

~~sempre~~ sempre que FRAD utiliza esses bits para controlar o fluxo de seus dados, mas nem sempre o faz.

Frequentemente esses bits são ignorados ou utilizados incompletamente controlados pelos FRADS a fim de fornecer ~~as~~ informações do nível de congestionamento da rede.

$$\text{Normalmente } T = \frac{B_c}{CIR} = 1 \text{ resaldo}$$

(um switch que recebe)

um quadro que ~~entra~~ em um switch FR excedendo

$B_c$  mas abaixo de  $B_c + B_e$ , marca o bit DE deixando o quadro ~~projetado~~ deitado para descarregar se encontram uma regra de congestionamento.

Se o sw receber um quadro excedente de  $B_c + B_e$  pode simplesmente descartar o quadro ou marcar seu bit DE (normalmente essa opção é configurada no switch)

pacote recebido. Ou seja, os pacotes que o nó sinalizado transmitir ao nó sinalizador podem encontrar congestionamento. Ao receber um pacote com esse bit marcado o nó receptor deve manter o bit marcado ao retransmitir o pacote.

FECN = Similar ao anterior, indica ao nó sinalizado que pode iniciar seu procedimento de prevenção de congestionamento no sentido do pacote recebido. Ou seja, o nó sinalizado vai receber pacotes que vem de uma área congestionada. Da mesma forma o nó receptor deve manter o bit marcado ao passar o pacote.

O nó de comutação Frame Relay fica monitorando suas filas, ou seja seus buffers de saída de pacotes. O processador do nó mede o comprimento de cada fila de saída e inicia o cálculo quando a fila fica vazia:

a - fila está vazia → ~~após um pacote~~ → ~~o endereço é marcado~~ → OK → very very

b - após um tempo T mede a fila = F1

c - após outro tempo T mede novamente = F2

$$d - \text{calcula: } \bar{F} = \frac{\sum_{n=1}^N T \cdot F_n}{NT}$$

e - se o valor encontrado ultrapassar um certo limite, marca o bit FECN ou BECN.

## 5.9 Frame Relay como um serviço

As normas sobre Frame Relay introduziram os conceitos de CIR, rajada de dados comprometida( $B_C$ ) e rajada de dados em excesso( $B_e$ ).

O CIR é a taxa de transmissão de informação comprometida com o usuário (FRAD) a ser transmitida pelo respectivo nó. A taxa que exceder ao CIR pode ser descartada se houver congestionamento. Apesar de estar comprometido com o CIR, o nó pode não conseguir dar vazão mesmo a essa taxa. Quando não conseguir dar vazão, o nó vai descartar primeiro os pacotes que excederem ao CIR e depois os eleitos pelo usuário.

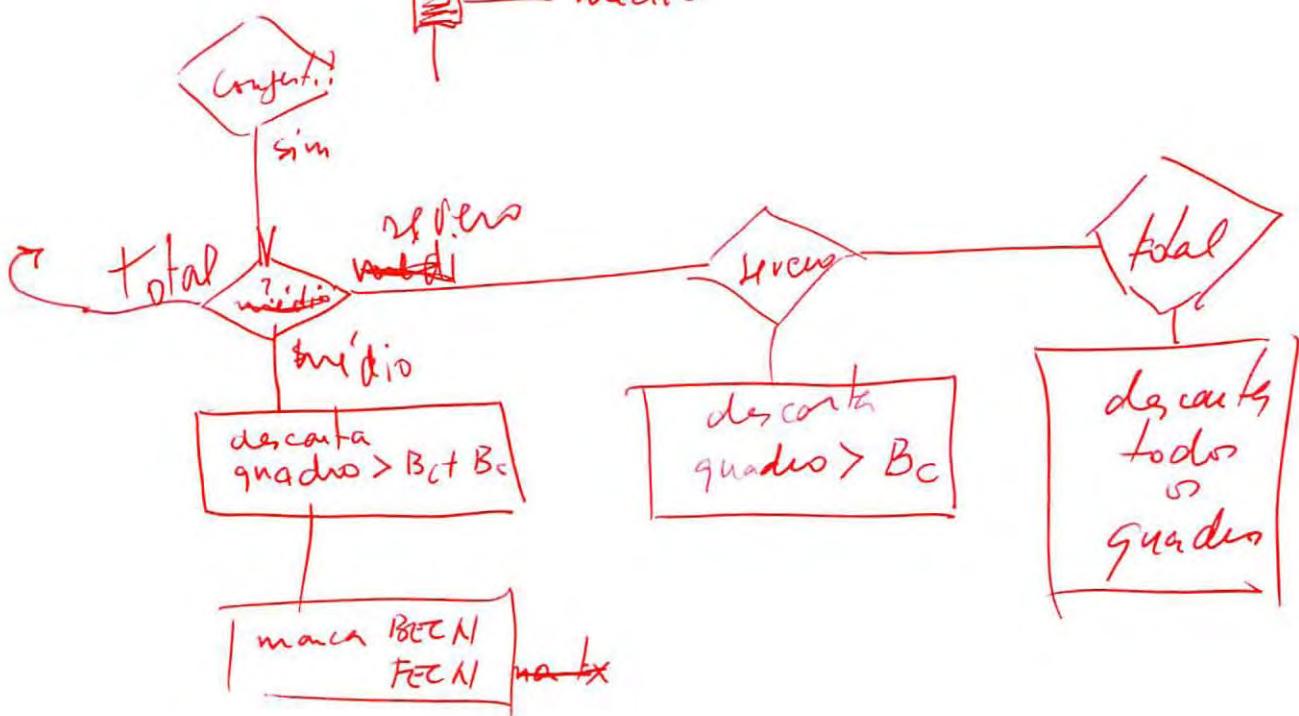
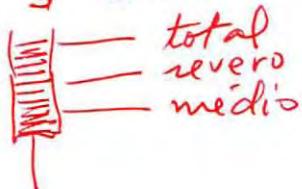
A rajada de dados comprometida ( $B_C$ ) é outro parâmetro do serviço Frame Relay, que define a quantidade máxima de dados que a rede suporta transferir, num determinado intervalo de tempo.

A rajada de dados em excesso( $B_e$ ) é a quantidade de dados que a rede vai tentar transferir, além do  $B_C$ , em condições normais, num determinado intervalo de tempo.

As próximas figuras ilustram 3 situações distintas. As figuras mostram a quantidade de bits transmitidos com o tempo. Indicam, também, que os parâmetros  $B_C$  e  $B_e$  são determinados no tempo "T".

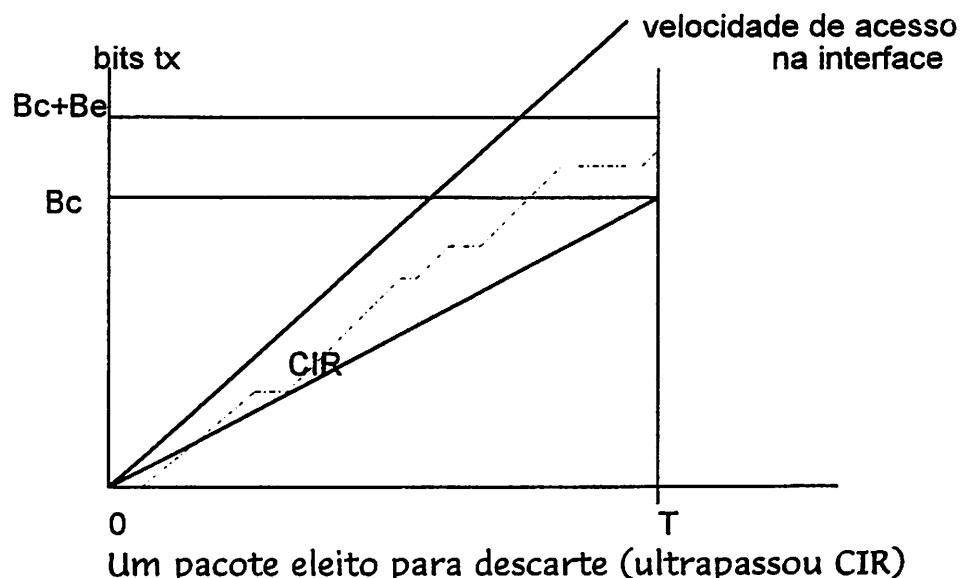
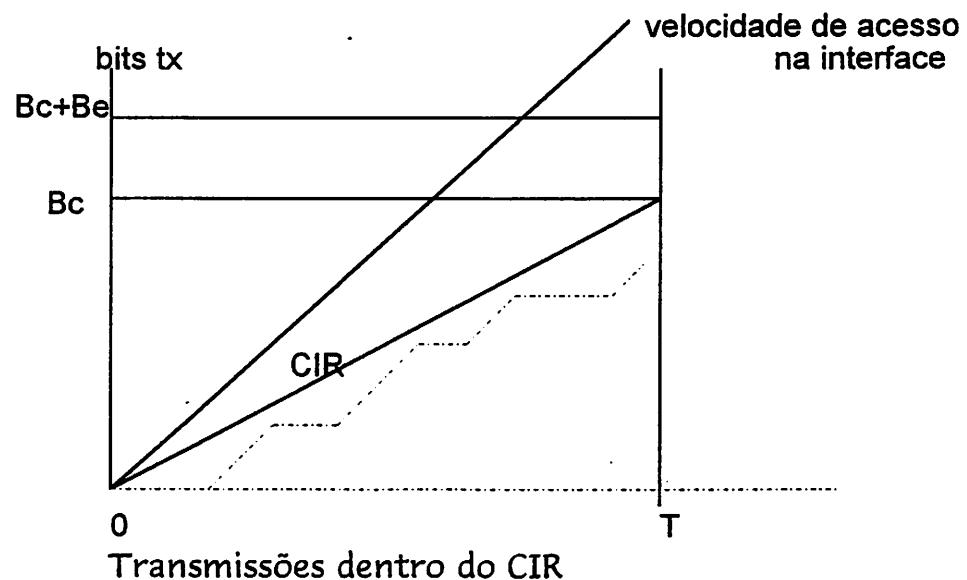
## Algoritmo do MS 2000

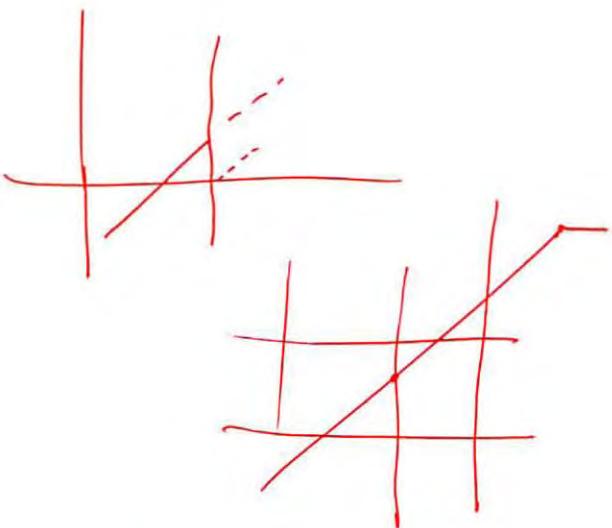
A fila tem 3 limites de congestionamento:



A linha tracejada indica os bits efetivamente transmitidos do FRAD para o nó da rede.

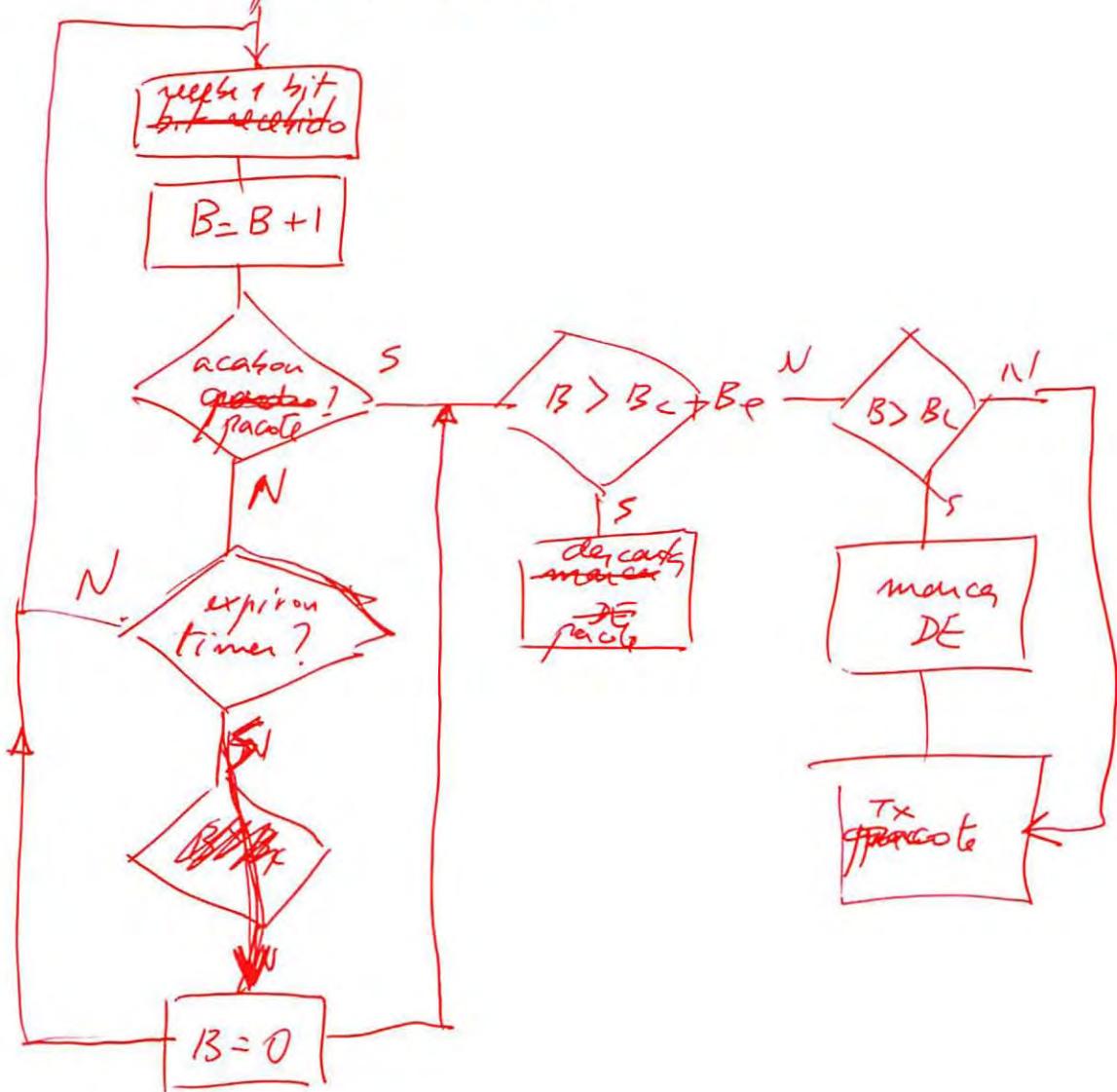
A primeira situação mostra que o FRAD transmitiu abaixo do CIR, a segunda mostra que o FRAD ultrapassou o CIR e o  $B_c$  e na terceira ultrapassou até  $(B_c + B_e)$  - nesse caso os pacotes que ultrapassaram serão descartados.

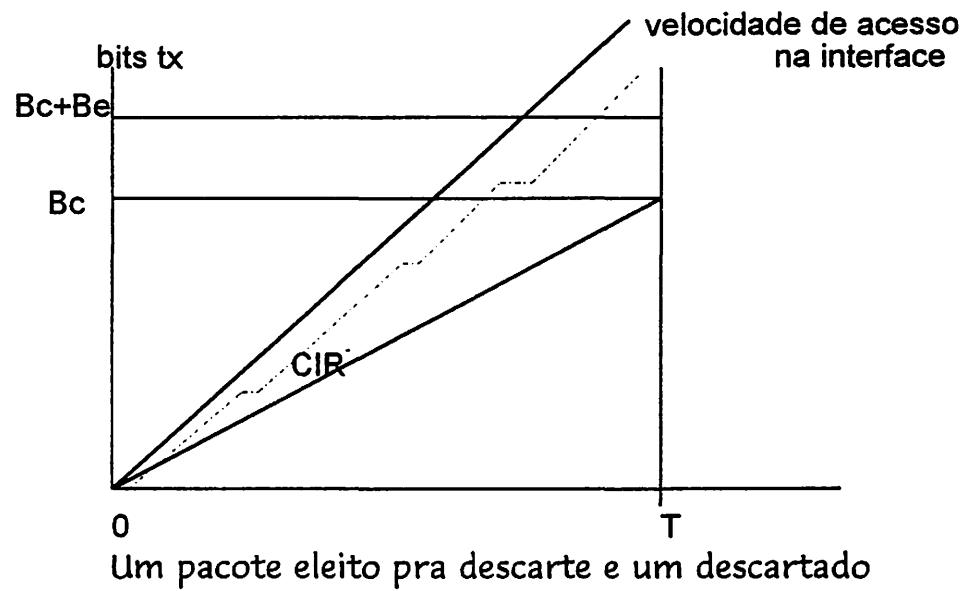




## Algoritmo

Inicia a cada segundo e vai contando os bits de cada pacote enviado





## 6

## Rede corporativa com Frame Relay

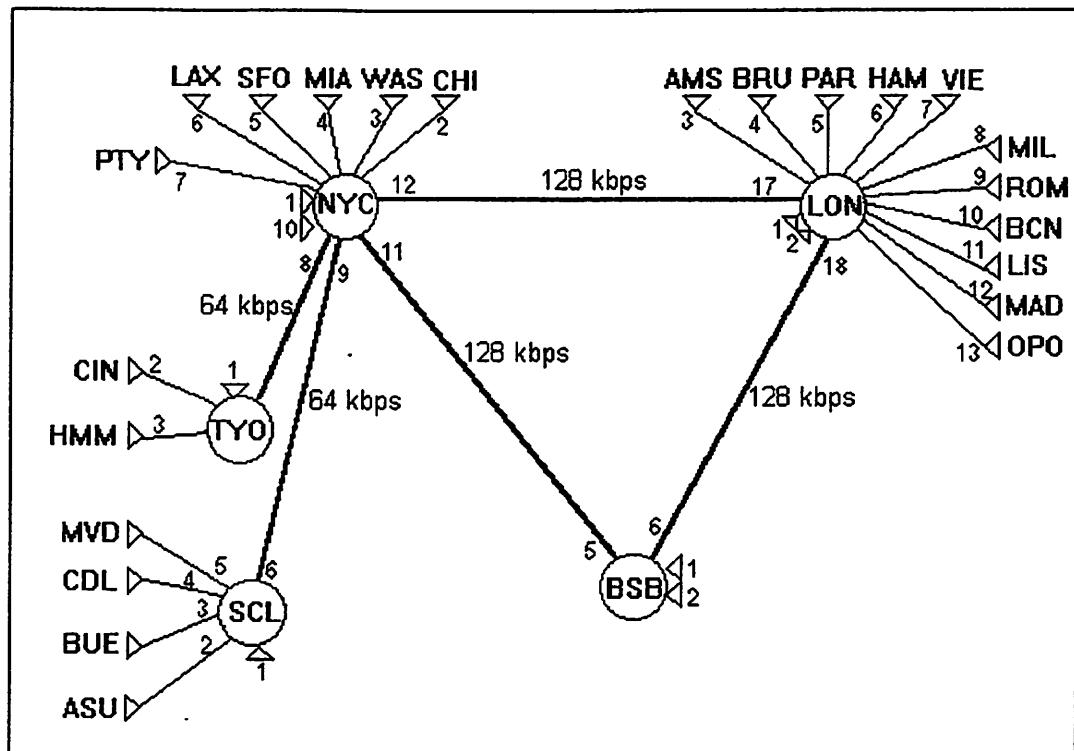
Atualmente, o Frame relay é uma excelente opção para protocolo de acesso a uma rede corporativa, por estar suficientemente amadurecido, permitir interconexão com redes públicas, aproveitar todo o potencial de banda dos canais disponíveis e permitir integrar tráfego serial, rede local e voz.

Esse é o protocolo de acesso utilizado na NetNorte.

A próxima figura apresenta um exemplo de rede corporativa, baseada no protocolo Frame Relay, com 31 multiplexadores FRAD, ligados a 5 roteadores Frame Relay. Os troncos principais, formando um triângulo, estão operando a 128 kbps, e os demais troncos e acessos dos FRADs estão operando a 64 kbps. Numa rede desse tipo, o triângulo principal pode garantir rota alternativa em caso de contingência.

Portanto, com canais de dados alugados de uma provedora (Embratel, MCI, BT, etc...) monta-se uma rede corporativa privativa. Os canais de dados da provedora devem ser transparentes ao protocolo da rede corporativa, oferecer baixa taxa de erro e pouco jitter.

Note que há FRADs locais, como por exemplo dois em Nova York, e remotos (FRAD de Miami ligado Nova York).

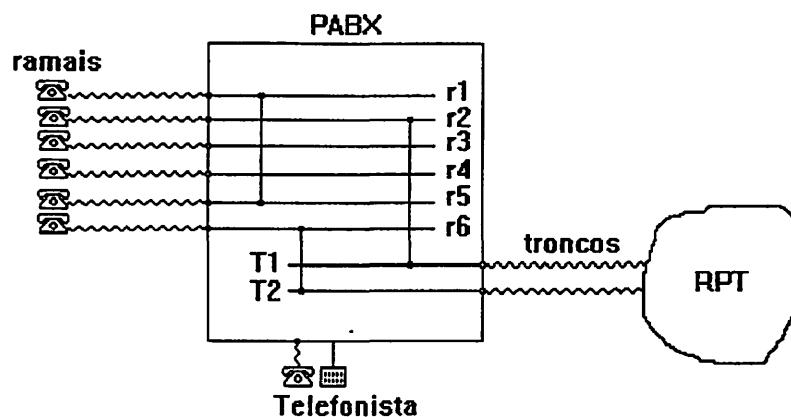


## 7 Digitalização e integração do sinal de voz

### 7.1 PABX e interfaces de linha comutada

A sigla PABX vem de "Private Automatic Branch eXchange" que significa comutação privada e automática de ramais. O PABX convencional interconecta ramais e troncos, por meio de matrizes eletro-mecânicas ou eletrônicas. O PABX foi idealizado para comutar sinais de voz, podendo passar sinais analógicos de um tronco ou ramal para outro. Os ramais são internos, e atendem as pessoas do local. Os troncos se ligam à central telefônica mais próxima, através da rede pública de telefonia. Cada chamada estabelecida entre um ramal e uma localidade remota ocupa um tronco. A quantidade de troncos, portanto, é definida em função do tráfego que entra e sai do local.

A figura abaixo ilustra um PABX com seis ramais e dois troncos, onde está havendo três conexões: uma interna entre os ramais r1 e r5 e duas externas dos ramais r2 e r6 com a RPT (Rede Pública de Telefonia). Quando um ramal quer pegar um tronco para ter acesso à RPT ele discia um número chave, normalmente 0 ou 9. Quando alguém liga para essa localidade, uma telefonista, em uma posição especial, atende a chamada e faz a transferência para o ramal solicitado.



## 7.2 Interface a dois fios com comportamentos OPX e SLT

O aparelho telefônico tradicional se liga central telefônica por um par de fios.

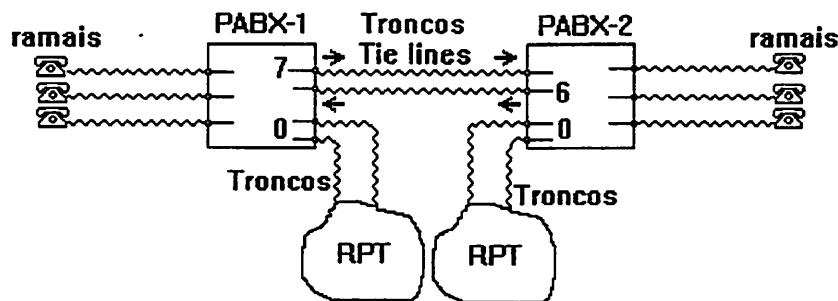
Essa ligação, feita a dois fios, utiliza sinalização por enlace de corrente, ou seja, a base da sinalização enviada pelo telefone é permitir ou não que uma corrente circule no enlace. As funções do telefone são: discar e receber sinal de chamada da central podendo se alimentar da voltagem da central. As funções da central são: fornecer uma tensão contínua de 48 Vdc para o aparelho telefônico, gerar tom de discar, gerar tom de ocupado, gerar sinal de chamada e interpretar a discagem do telefone. Os dois comportamentos da interface entre telefone e central são: o do telefone, chamado de SLT (Single Line Telephone) e o da central, chamado de OPX (Off Premisse eXchange). Dois comportamentos iguais não se comunicam (OPX com OPX e SLT com SLT). Na figura anterior, se a central é OPX, então o tronco do PABX tem que ser SLT, para operar como um aparelho telefônico para a central. Do outro lado do PABX, se o aparelho telefônico de cada ramal é SLT, então os ramais tem que ser OPX. E não poderia ser diferente: os ramais do PABX tem que gerar tom de discar, de ocupado e de chamada para os respectivos telefones.

## 7.2 Interligação de dois PABX

Imagine uma empresa que possui uma matriz e um escritório regional, em duas cidades diferentes. Em cada localidade ela possui um PABX ligado RPT. Nesse caso, bastante comum, todo o tráfego de voz entre matriz e filial vai utilizar a RPT, utilizando um tronco de cada PABX. A empresa vai

pagar a tarifa de DDD para chamada de longa distância. Se a tarifa de uma linha privativa for menor que a despesa com as ligações DDD, a empresa vai desejar conectar os dois PABX. Uma linha conectando dois PABX é chamada de "Tie line".

A interface de linha a dois fios, com sinalização por enlace de corrente e comportamentos OPX e SLT, é a mais comum entre telefone e central e entre telefone e PABX, mas não entre dois PABX. Se usarmos essa interface, devemos ter, no mínimo, duas ligações, tronco-ramal e ramal-tronco, para possibilitar chamadas originadas nas duas cidades. Observe, pela figura abaixo, que um ramal do PABX-1 deve discar "0" para pegar um tronco externo para a RPT e "7" para pegar o tom de discar de um ramal do PABX-2. O mesmo acontece no PABX-2, onde o ramal deve discar "6" para ter acesso ao PABX-1. Outra interface de linha comutada, chamada de E&M, é mais indicada para interligar dois PABX.



### 7.3 Interface E&M

Essa interface de linha, definida pela AT&T, empresa americana de telecomunicações, é chamada de E&M porque possui dois sinais com os nomes "E" e "M". Possui uma sinalização diferente da interface OPX/SLT, para dois fios. A vantagem da interface E&M é que ela é bidirecional, ou seja, uma tie line E&M pode ser utilizada para gerar ou receber uma chamada. A interface E&M pode utilizar 2 ou 4 fios para circuitos de voz e 3 ou 4 fios para sinalização. Então, uma interface E&M terá, no máximo, oito fios. A AT&T definiu cinco tipos de interface E&M: I a V. Os cinco tipos são baseados no mesmo princípio, com pequenas variações. A próxima figura mostra seus esquemas. Os tipos I e V são os mais comuns. Vamos descrever cada um deles.

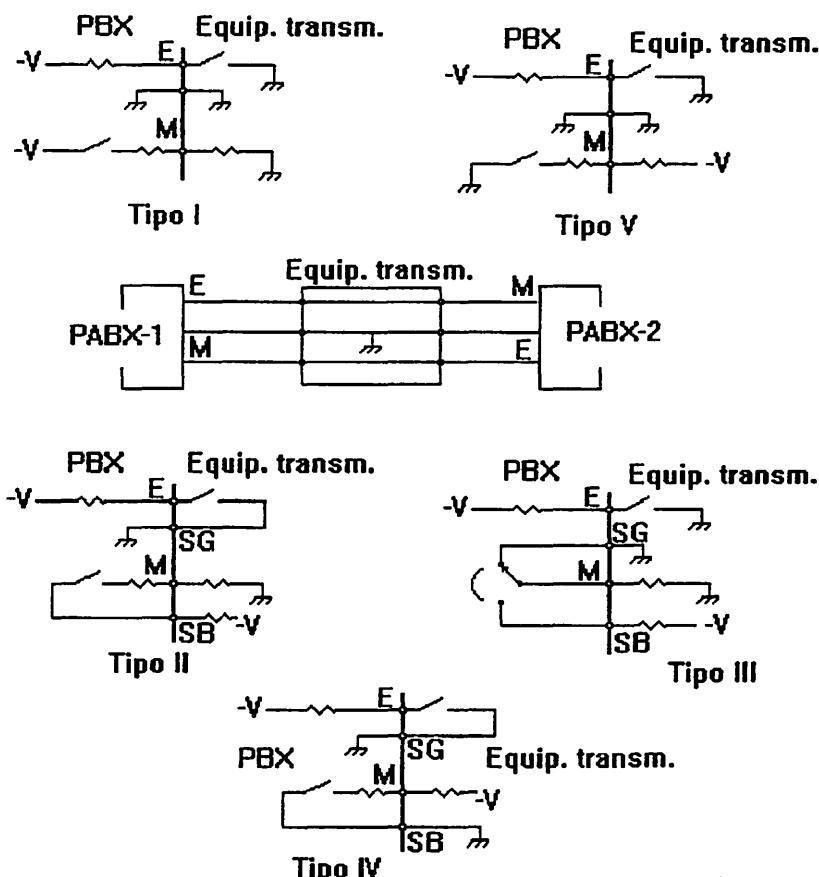
#### E&M Tipo I

A interface E&M supõe que um equipamento de transmissão, ou equipamento tie line, vai receber os sinais de comando e transmitir ao outro PABX. A interface, portanto, liga um PABX a um equipamento de transmissão.

Os dois sinais básicos são E ("Ear") e M ("Mouth"). Na condição de repouso o pino E possui uma tensão de -48 Vdc e o pino M está com voltagem baixa, teoricamente zero. Quando o PABX quer iniciar uma ligação ele gera o sinal M, fornecendo -48 Vdc no pino M, o que provoca uma corrente para o equipamento de transmissão. O equipamento de transmissão detecta em uma carga resistiva e responde aterrando o pino E. O equipamento de transmissão, para sinalizar que há uma chamada para o PABX, gera o sinal E, aterrando o pino correspondente na interface. O PABX responde gerando o sinal M. A desconexão segue o caminho inverso. Para iniciar uma desconexão, o PABX abre a chave do pino M e o equipamento tie line responde abrindo a chave do pino E. Esse tipo de interface pressupõe que PABX e equipamento de transmissão tenham o mesmo referencial de voltagem.

#### E&M Tipo V

Quando o PABX quer iniciar uma ligação ele gera o sinal M, aterrando o respectivo pino. Quando o equipamento tie line tem uma ligação para o PABX ele sinaliza no pino E, também aterrando o pino. Observe que essa interface é simétrica e também precisa de uma referência de tensão comum. Note que o equipamento tie line transforma o sinal E em M, e vice versa, na ligação entre dois PABX.



#### E&M Tipo II

Esse tipo de E&M dispensa o referencial comum. Cada equipamento pode ter seu próprio referencial de voltagem. Ao gerar o sinal M, o PABX fecha uma chave que ativa um circuito do equipamento tie line. Da mesma forma o equipamento tie line ativa um circuito do PABX ao fechar a chave correspondente ao E.

#### E&M Tipo III

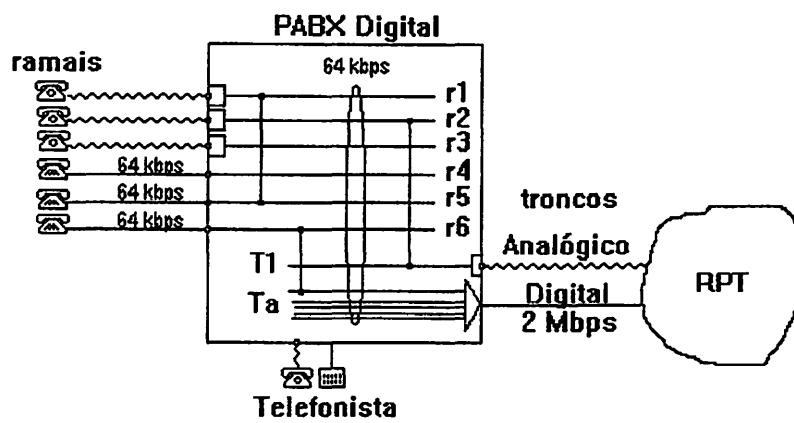
Para gerar o sinal M, o PABX muda a chave M da posição ligada ao referencial para a posição que ativa um circuito no equipamento de transmissão. O sinal E é gerado de forma similar ao tipo I. Note que essa sinalização exige referencial comum nos dois equipamentos, apesar de parecer uma variação do tipo II.

#### E&M Tipo IV

Essa sinalização é simétrica e também, dispensa o referencial comum. É semelhante ao tipo II.

## 7.4 PABX digital

Toda a filosofia do PABX convencional se mantém em uso até hoje, mas agora há um outro tipo de PABX, o PABX digital, que trabalha internamente somente com sinais digitais seriais a 64 kbps e comuta esses sinais eletronicamente. O PABX digital comuta dados seriais a 64 kbps que é a voz digitalizada, mas poderiam ser dados de outra origem. Hoje é um importante elemento de integração nas comunicações de voz e dados. O PABX digital opera com dois tipos de aparelhos telefônicos: o convencional, analógico, e o digital, que digitaliza a voz e se comunica com o PABX a 64 kbps. Veja a figura a seguir. Os ramais e troncos analógicos possuem um CODEC (COdificador e DECodificador) que transforma o sinal de voz de analógico para digital (entrada) e de digital para analógico (saída). Os troncos digitais de saída operam a 2.048 kbps (resumidamente citado como 2 Mbps) e podem carregar 30 canais de voz por multiplexação TDM. O fato de trabalhar multiplexando os sinais, no tempo (TDM), o PABX digital é também chamado de PABX temporal e o PABX convencional é chamado de PABX espacial, porque quando foi criado utilizava barras ("Crossbar") para estabelecer as conexões.



## 7.5 Digitalização do sinal de voz - PCM

O teorema da amostragem, um dos conceitos mais importantes em toda a teoria de comunicações, determina que a menor frequência em que se pode amostrar um sinal  $s(t)$ , de banda limitada, preservando todas as informações que esse sinal carrega, é o dobro da maior componente de frequência do espectro de  $s(t)$ .

O sinal de voz limitado de 300 a 3400 Hz, deve ser amostrado, teoricamente, em pelo menos a 6800 Hz para manter suas características. Na prática utiliza-se a frequência de 8000 Hz, para garantir as variações de filtros e outros circuitos envolvidos.

Para transmitir o sinal de voz amostrado, através de equipamentos digitais, é preciso transformar cada amostra  $s_a(nT)$ , que é o valor da voltagem no instante " $nT$ ", em um número binário, ou seja, é preciso transformar a amostra de analógico para digital. Essa técnica é chamada de PCM ("Pulse Code Modulation"). No processo de conversão para digital, escolhe-se uma quantidade "N" de bits a ser utilizada para codificar a amostra. O valor analógico será aproximado para o valor digital mais próximo, sendo que existe  $2^N = M$  possibilidades.

A codificação utilizada atualmente utiliza 8 bits para cada amostra.

Portanto, para digitalizar o sinal de voz precisamos de 8000 (amostras por segundo) vezes 8 (bits por amostra), ou seja, 64.000 bps.

A ITU-T publicou um padrão de PCM na norma G.711. Também publicou um padrão para uma codificação que mede as diferenças entre amostras adjacentes, chamada de ADPCM, que precisa de 32.000 bps para codificar o sinal de voz.

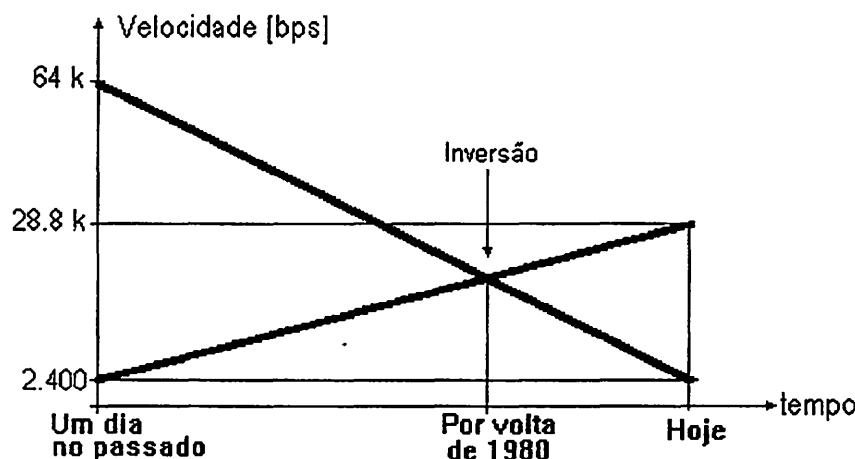
## 7.6 Digitalização do sinal de voz em baixa velocidade

O sinal de voz, analógico, uma vez digitalizado passa a ser um sinal digital serial e pode trafegar em uma rede corporativa como os demais sinais de dados, passando por multiplexadores, roteadores e outros equipamentos. Uma rede corporativa integrada possui sinais de voz, dados, fax e vídeo compartilhando os mesmos canais. O constante aumento na velocidade de transmissão dos modems e a queda na velocidade dos sinais de voz digitalizados, fez mudar o paradigma do projeto de redes integradas a partir do ponto em que um sinal de voz digitalizada passou a ocupar menos banda (em bps) do que a velocidade máxima conseguida por um modem em um canal de voz.

Hoje podemos transmitir 33.600 bps pela linha telefônica com um modem analógico V.34 e transformar o sinal de voz em um sinal digital serial de 2.400 bps! Houve uma inversão da situação em que se codificava a voz em 64.000 bps e só se conseguia transmitir dados a 2.400 bps pela linha telefônica. A próxima figura mostra a evolução e o ponto em que houve a inversão.

Estamos falando do sinal de voz confinado na faixa de 300 a 3400 Hz, tradicional canal de voz, suficiente para carregar a voz por toda a rede telefônica sem prejudicar a inteligibilidade. Esse sinal de voz, e não aquele de qualidade maior para transmissões via rádio-difusão AM, por exemplo, que ocupa uma faixa da ordem de 50 a 7000 Hz. Nas aplicações de redes corporativas, a voz com faixa até 3400 Hz é o suficiente.

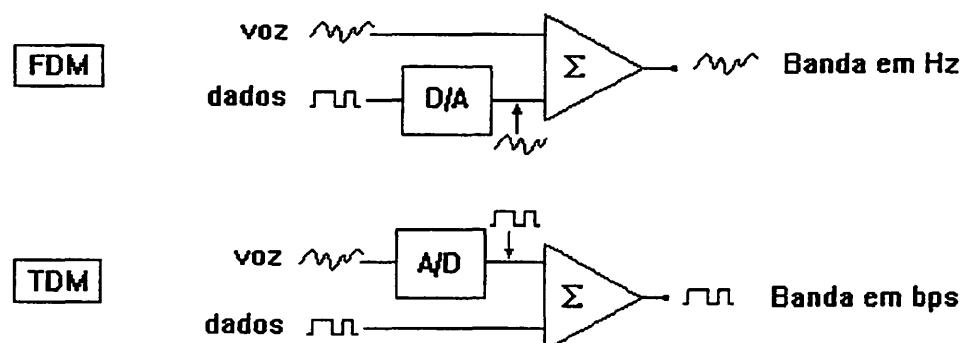
Vimos que, para digitalizar o sinal de voz de 300 a 3400 Hz, utiliza-se normalmente uma frequência de amostragem de 8000 Hz com quantização em 8 bits. Sem aplicar qualquer compressão, portanto, a taxa de transferência da voz digitalizada será 64 kbps. Claro que, se tivéssemos que digitalizar um sinal para reproduzir com alta qualidade, a frequência de amostragem deveria ser compatível, ou seja, pelo menos o dobro da maior frequência contida no espectro do sinal, conforme o teorema da amostragem. É o caso do CD, que para garantir alta qualidade com reprodução até 20000 Hz e baixo nível de ruído, amostra o sinal em 44,1 kHz (cada canal do estéreo), utilizando 16 bits para quantizar; então, a taxa de transferência no CD é  $2 \cdot (44,1 \text{ kHz}) \cdot (16) = 1,41 \text{ Mbps}$ , também sem compressão.



Evolução das comunicações de dados e voz

A relação entre as velocidades da transmissão pela linha telefônica e da voz digitalizada cresceu cerca de 370 vezes! Com um modem V.34, hoje, podemos transmitir 10 canais de voz com qualidade aceitável ou 5 canais de voz com alta qualidade, em uma linha telefônica.

A integração voz-dados, que era feita no domínio da frequência (FDM), passou a ser possível, e interessante sob os pontos de vista econômico e técnico, no domínio do tempo, na forma de multiplexação digital (TDM).



O paradigma voz-dados

A digitalização da voz em velocidades abaixo dos 32 kbps do ADPCM, visto anteriormente, é chamada de voz em baixa velocidade. Os três parâmetros básicos na digitalização do sinal de voz são:

- Qualidade da voz
- Taxa de digitalização
- Retardo do circuito

## 7.7 Qualidade da voz

Há vários métodos para se medir a qualidade de um sinal de voz que foi digitalizado, porém quatro são de maior importância: 1) medida da relação sinal-ruído, que não traduz bem as distorções causadas pela digitalização. 2) IA, índice de articulação, que mede a percentagem de palavras e sílabas entendidas corretamente por uma platéia que anota o que ouve do sistema sob teste. 3) DTR, "Diagnostic Rhyme Test", que mede a inteligibilidade da voz, pela capacidade de se distinguir palavras com fonemas parecidos. 4) MOS, "Mean Opinion Score" que é um método de avaliação da qualidade do sinal de voz, de forma subjetiva, baseado na opinião de uma platéia.

## 7.8 DRT

Esse teste concentra seu objetivo em levantar a inteligibilidade do sinal de voz. Uma contagem dos fonemas interpretados corretamente "C", de um total de fonemas ditados, certos e errados, "C+E", determina o escore de inteligibilidade:  $DRT = [C-E]/[C+E]$ . O resultado é definido como:

- excelente se  $DRT > 0,96$
- Muito bom se  $0,91 < DRT \leq 0,96$
- Bom se  $0,87 < DRT \leq 0,91$
- Moderado se  $0,83 < DRT \leq 0,87$
- Fraco se  $0,79 < DRT \leq 0,83$
- Ruim se  $0,75 < DRT \leq 0,79$

## 7.9 MOS

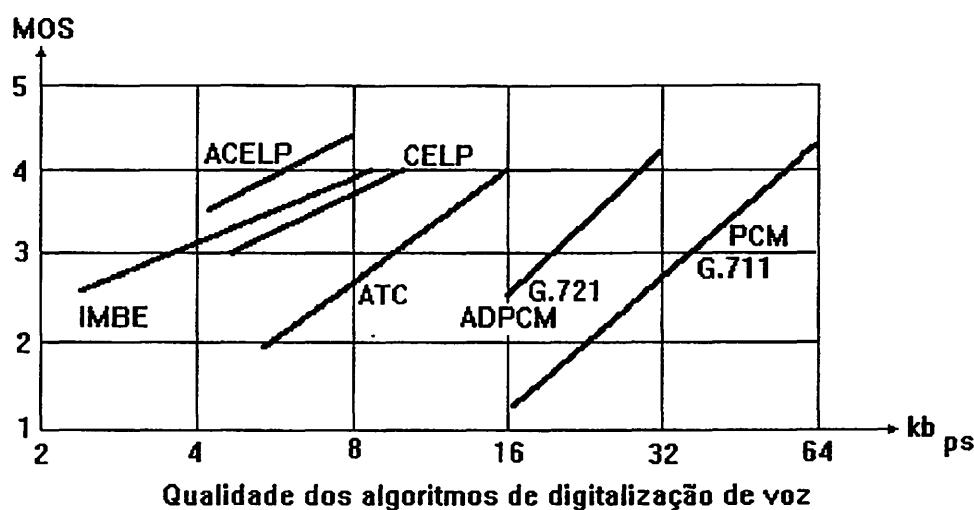
Esse método de avaliação se mostrou bastante eficaz, principalmente para voz digitalizada em baixa velocidade, e é bastante utilizado hoje, apesar de ser subjetivo. Um sinal de voz é digitalizado utilizando o equipamento a ser avaliado. Esse sinal é novamente transformado em sua forma analógica original e reproduzido para a platéia de ouvintes. Cada pessoa deve indicar sua opinião, baseada em uma escala com 5 notas:

- 5 - Excelente qualidade. Não há como notar qualquer distorção.
- 4 - Alta qualidade. Dificilmente se nota alguma distorção.
- 3 - Média qualidade. Há distorções perceptíveis no sinal, mas são bem aceitáveis.
- 2 - Baixa qualidade. Sinal distorcido, mas aceitável para comunicação de serviço.
- 1 - Má qualidade. Sinal de voz muito degradado, prejudicando a

inteligibilidade.

O resultado do teste é a média das notas dadas pelas pessoas da platéia. O escore 5 representa a qualidade perfeita e é raramente atingido. Entre 4 e 5 a qualidade é considerada excelente e o escore 4 corresponde a um sinal de alta qualidade. Um escore MOS igual ou maior a 4 indica que a voz reproduzida tem a inteligibilidade do sinal original, praticamente isento de distorções, e, nesse caso, diz-se que temos uma "toll quality". Para você ter uma idéia, a voz natural possui um escore MOS de 4,5 e o PCM µLaw a 64 kbps possui um escore de 4,3. Um sinal de voz, codificado a 16 kbps, pelo algoritmo ATC, possui um escore equivalente ao PCM, ou seja, alta qualidade. Escores entre 3 e 4 são considerados qualidade aceitável para a comunicação, significando que a inteligibilidade ainda é muito boa e se há distorções, não são totalmente perceptíveis. Veja abaixo uma relação de alguns algoritmos utilizados para digitalização de voz em equipamentos Mux voz-dados comercialmente disponíveis no mercado, com as respectivas velocidades para as quais foram desenvolvidos. A figura a seguir apresenta a variação do escore desses algoritmos com a taxa de digitalização.

Algoritmo	Descrição	velocidade [kbps]
PCM µLaw	Pulse-Code Modulation, CCITT G.711	64.000
ADPCM	Adaptive Differential PCM, CCITT G.721	32.000
LD-CELP	Low Delay Code-Excited Linear Prediction	16.000
TDHS	Time Domain Harmonic Scaling	9.600
ATC	Adaptive sub-band Transform Coding	8.000
V-SELP	Vector Sum Excitation Linear Prediction	8.000
CELP	Code-Excited Linear Prediction	4.800
ACELP	Algebraic Code-Excited Linear Prediction	4.800
IMBE	Multiband Excitation	2.400
LPC10E	Linear Prediction Coding	2.400



## 7.10 Taxa de digitalização

A taxa de digitalização do sinal de voz é um parâmetro, antes de mais nada, que reflete o aproveitamento da banda disponível. Quanto menor, melhor. Porém há que se manter uma qualidade mínima a fim de atender aos quisitos da aplicação. Nas redes corporativas hoje se usa voz ATC ou CELP a 8000 bps e a nova opção de voz ACELP a 4800 bps, com alta qualidade, foi apresentada ao mercado no inicio de 1995. Para aplicações especiais é possível utilizar voz IMBE a 2400 bps.

## 7.11 Retardo do circuito

Quanto maior o retardo do circuito melhor a qualidade da voz pois a estimativa dos parâmetros do sinal ficam mais exatas. Porém, um retardo maior que 150 ms já prejudica a qualidade geral do sinal digitalizado. Em equipamentos já disponíveis comercialmente, o algoritmo ATC provoca um retardo em torno de 120 ms, enquanto o IMBE provoca um de 90 ms. O novo algoritmo, que é um forte candidato a se tornar padrão e entrar para as normas internacionais, o ACELP, possui um retardo da ordem de 30 ms.

## 7.12 Multiplexador voz-dados

Disponíveis no mercado em vários modelos, esses equipamentos são a base da integração voz-dados. Há modelos TDM para uso em circuitos ponto-a-ponto e outros que falam o protocolo Frame Relay no tronco de saída,

permitindo formar redes multiponto com uma única digitalização do sinal de voz.

Nos circuitos ponto-a-ponto os mux voz-dados são normalmente ligados através de rádio digital, satélite a 64 ou 128 kbps ou via linha telefônica privativa com modems de alta velocidade V.34.

Nas redes multiponto, com protocolo Frame Relay, os multiplexadores também são chamados de FRAD ("Frame Relay Access Device").

Os multiplexadores possuem várias entradas para dados e outras tantas para voz. Normalmente são equipamentos modulares que recebem placas de expansão em seus slots, para montar a configuração desejada e expandir quando for desejado.

#### 7.12.1 Alocação dinâmica de banda, ADB, em mux TDM

É o ato de fornecer um sincronismo de transmissão na porta de dados, conforme a banda disponível no tronco de saída do mux.

Para que a ADB funcione, o sincronismo de transmissão (clock) deve ser fornecido pelo mux voz-dados.

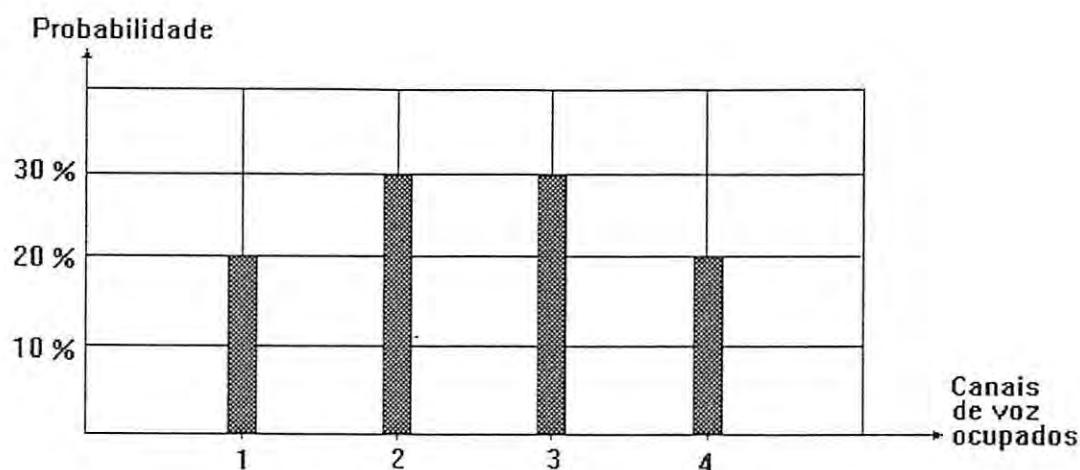
Quando nenhum canal de voz estiver sendo utilizado, toda a banda do tronco ficará disponível para dados. Conforme cada canal de voz vai sendo utilizado, o mux vai diminuindo a velocidade dos dados.

Como exemplo, vamos supor um mux com 4 entradas de voz e uma de dados com:

- tronco = 64 kbps
- banda de controle (TDM) = 800 bps
- 4 canais de voz @ 12 kbps cada
- 1 canal de dados a 14.400 bps no mínimo
- velocidades do mux: 14.4, 19.2, 28.8, 38.4, 48 e 64 kbps

Qual será velocidade média do canal de dados, supondo uma probabilidade de 20% de ocupação de 1 e 4 canais e uma probabilidade de ocupação de 30% de 2 e 3 canais de voz ?

A próxima figura mostra as probabilidades de utilização dos canais de voz.



A próxima tabela mostra as situações possíveis e o cálculo da velocidade média. Note que a banda disponível será:

$$\text{disponível} = 64000 - 800 \cdot n(12000) \text{ [bps]}$$

A banda alocada deve ser a próxima velocidade, imediatamente inferior à disponível na interface do mux.

Tráfego de voz		Banda		Ponderação	
probab	canais (n)	disponível [bps]	alocada [bps]	probab	parcela [bps]
20 %	1	51.200	48.000	.2	9.600
30 %	2	39.200	38.400	.3	11.520
30 %	3	27.200	19.200	.3	5.750
20 %	4	15.200	14.400	.2	2.880
				média=	29.760

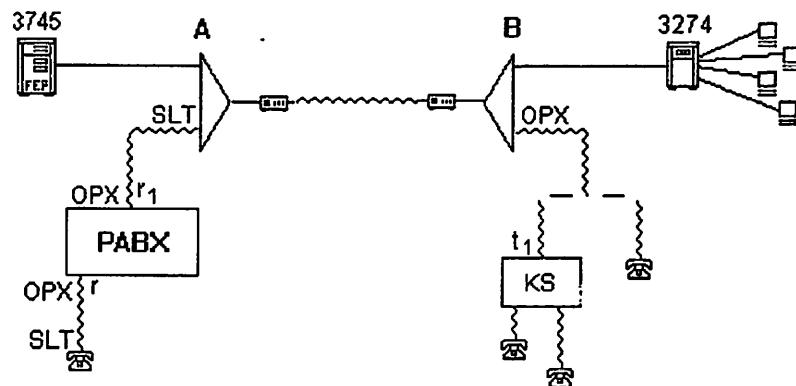
### 7.12.2 Alocação dinâmica de banda, ADB, em mux Frame Relay

Nesse caso, pela própria característica do protocolo Frame Relay, a alocação dinâmica de banda será automaticamente realizada pela transmissão dos pacotes no tronco de saída.

O mux vai montando pequenos pacotes com voz digitalizada, e os vai colocando em uma fila de saída para serem transmitidos pelo tronco. Os pacotes de dados vão também sendo encaixados na fila com prioridade menor, de forma que o resultado é semelhante ao caso anterior. Tendo em vista que a capilaridade é bem menor no Frame Relay, o resultado será melhor, ou seja, a banda será ocupada com mais eficiência.

### 7.12.3 Ligação PBX-telefone (ou KS)

Na localidade A liga-se um ramal do PABX numa interface SLT do mux. Na B liga-se o telefone ou o tronco do KS a uma interface OPX do mux.



#### a) Chamada de A para B:

Quando alguém de A disca para o ramal  $r_1$ , o ring chega ao mux de A, que o transfere para B, fazendo tocar o telefone ou o tronco  $t_1$  do KS.

#### b) Chamada de B para A:

Quando alguém tira o telefone do gancho (ou pega o tronco  $t_1$  do KS), o mux de A vai ocupar o ramal  $r_1$  e o mux de B vai fornecer um tom de discar. Então é só discar

### 7.12.4 Ligação PBX-telefone (ou KS) em rede Frame Relay

Numa rede Frame Relay, onde há mais de uma possibilidade para a conexão de saída, ela deve ser feita por uma porta OPX do FRAD ao invés de uma porta SLT, como foi visto no exemplo ponto-a-ponto.

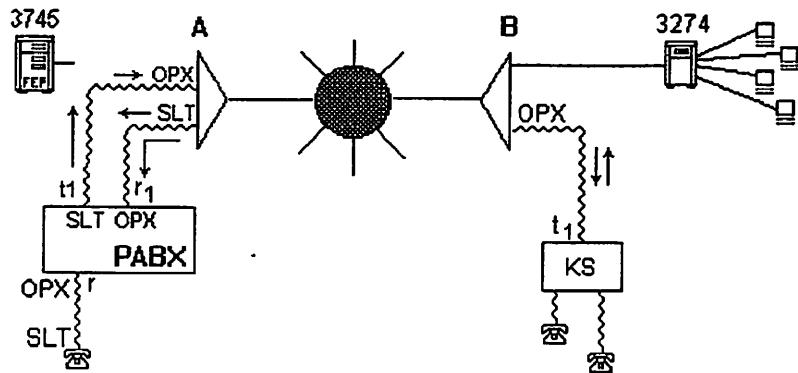
A próxima figura ilustra uma ligação de um FRAD com uma rede Frame Relay.

As ligações de voz saítes da localidade "A" devem ir de um tronco do PABX para uma porta de voz OPX.

As ligações entrantes vem de uma porta SLT para um ramal do PABX.

Essa dupla ligação pode ser substituída por uma única se as interfaces do FRAD e do PABX forem do tipo E&M.

O mesmo raciocínio pode ser extendido para a localidade "B" se ela também tiver um PABX.



a) Chamada de A para B:

- chamador em A disca o tronco t1 (digamos 9)
- FRAD em A fornece tom de discar
- chamador disca a localidade desejada, conforme o sistema de numeração estabelecido. Digamos 27 para a localidade "B".
- o tronco do KS vai tocar.
- alguém atende em B.

b) Chamada de B para A:

- chamador em B disca o tronco t1 (por exemplo, 9)
- FRAD em A pega o tom de discar do ramal r1
- FRAD em B passa o tom de discar pra t1
- chamador disca o ramal desejado em A

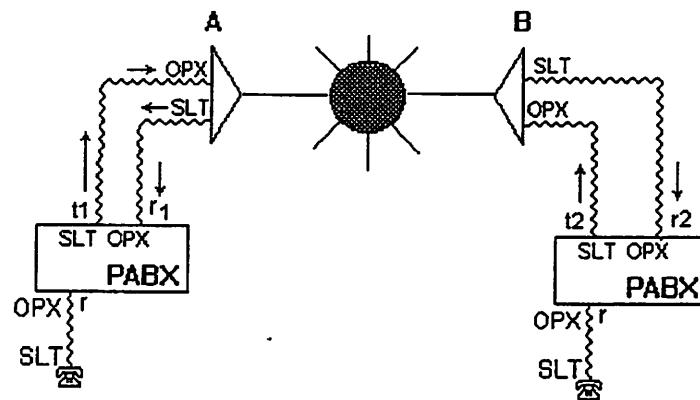
### 7.12.5 Ligação PABX-PABX em rede Frame Relay

a) Chamada de A para B:

- chamador em A disca o tronco t1 (digamos 9)
- FRAD em A fornece tom de discar
- chamador disca a localidade desejada, conforme o sistema de numeração estabelecido. Digamos 27 para a localidade "B".
- FRAD de B pega o tom de discar do ramal r2.
- chamador disca o ramal desejado da localidade "B".

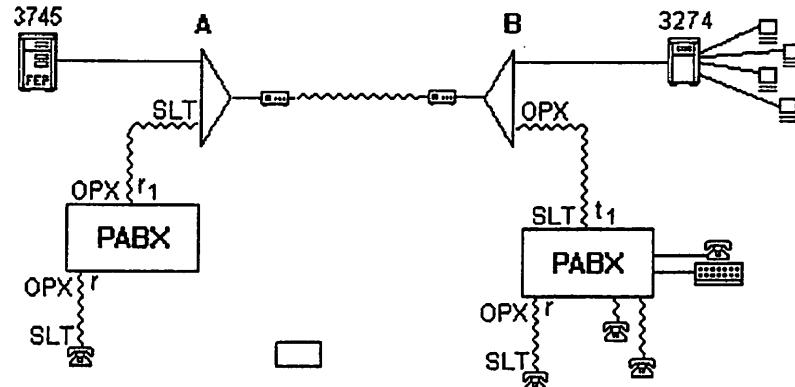
b) Chamada de B para A:

- similar ao descrito anteriormente



### 7.12.6 Ligação PBX-PBX ramal-tronco

Na localidade A liga-se um ramal ( $r_1$ ) ao mux. Na B liga-se um tronco ( $t_1$ ).



#### a) Chamada de A para B:

- chamador em A disca o ramal  $r_1$
- mux em A recebe o ring e passa para o tronco  $t_1$
- o tronco  $t_1$  está sendo chamado. A telefonista em B atende.
- telefonista transfere para o ramal desejado em B.

#### b) Chamada de B para A:

- chamador em B disca o tronco  $t_1$  (por exemplo, 9)
- mux em A ocupa o ramal  $r_1$
- mux em B gera tom de discar pra  $t_1$
- chamador disca o ramal desejado em A

Em geral essa configuração é utilizada no caso "b". Então, para se ligar as duas localidades com chamadas nos dois sentidos, pode-se configurar duas

rotas OPX-SLT: uma de A para B e outra de B para A. Dessa forma as ligações não precisam passar pela telefonista.

## 8 Topologia da NetNorte

A topologia da rede é uma estrela com um nó Frame Relay no centro. Cada uma das localidades remotas possui pelo menos um FRAD ligado ao nó. Brasília possui 6 FRADs ligados ao nó.

O nó central é um roteador Frame relay de alta capacidade de processamento, marca ACT modelo MS-2000, com 18 portas de alta velocidade instaladas e capacidade para mais 12, ou seja, a capacidade final de roteador central é de 30 portas seriais.

Todos os tráfegos de dados seriais IBM, dados de rede local e voz, estão ligados aos FRADs, que são de fabricação ACT, modelo SDM-9400.

Cada FRAD possui PVCs com os demais FRADs, estabelecendo circuitos virtuais entre as diversas localidades.

Entre Brasília e cada localidade remota há um circuito digital operado pela Embratel. Nesse circuito digital foi colocado um par de compressores de alta performance, marca Symplex, modelo HB-2000, com 6 portas que podem ser definidas como tronco ou acesso.

A próxima tabela ilustra o tipo e a quantidade de portas solicitadas pela Eletronorte para cada localidade da rede NetNorte.

Há portas seriais com três velocidades diferentes, para uso da rede SNA.

Há uma porta de rede local (LAN) em cada localidade, que executará a função de roteamento de pacotes entre as redes.

Há um total de 67 ramais e 14 telefones diretos, remotos, ligados à rede. Em Brasília, há 22 ramais ligados à rede.

Há uma porta serial de 384 kbps em cada localidade remota, para uso da video-conferência.

O total de banda remota ligada à Brasília é de 6,016 Mbps.

LOCAL	Portas Seriais			LAN	Voz		Video	Total
	9600	19200	64k		448k	Ramal	Direto	
Manaus	-	-	4	1	10	2	1	832
Belém	1	4	-	1	7	2	1	640
São Luiz	1	2	-	1	7	1	1	576
Cuiabá	1	2	-	1	6	1	1	576
Macapá	1	2	-	1	6	1	1	576
Tucuruí	2	2	-	1	6	2	1	576
P. Velho	2	2	-	1	6	2	1	576

Boa Vista	3	3	-	1	6	1	1	576
Rondonópolis	-	1	-	1	6	1	1	512
Rio Branco	-	2	-	1	7	1	1	576
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>67</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>6016</b>
Brasilia	11	20	4	1	22	14	10	6016

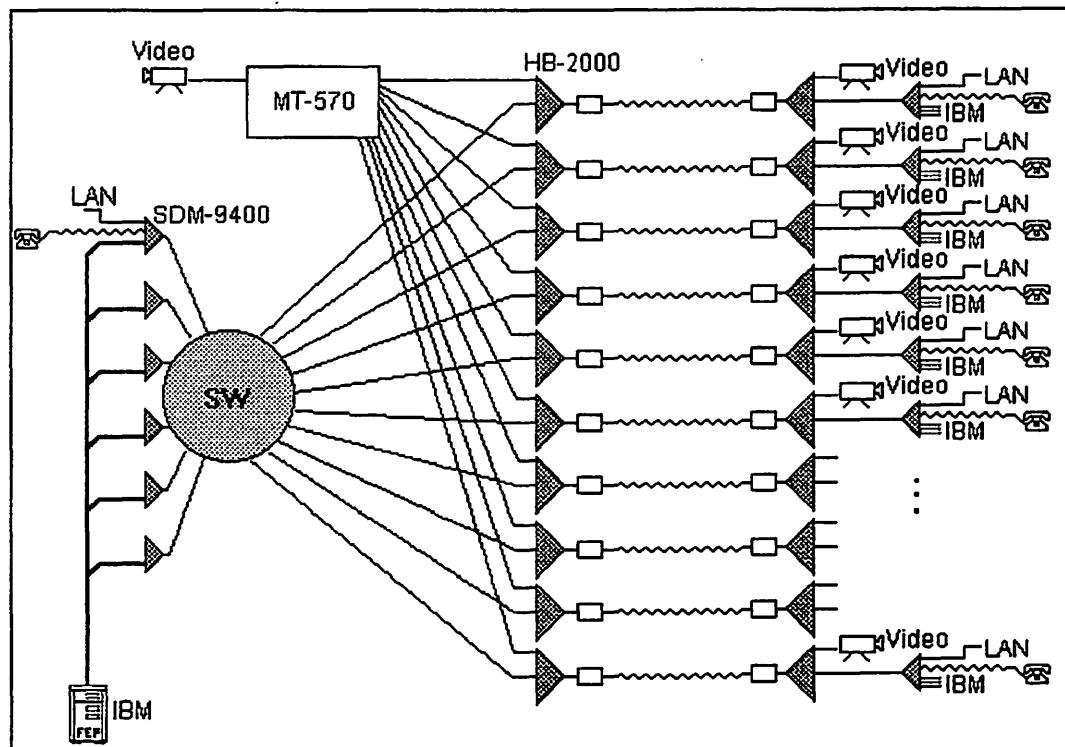
Bandas consideradas:

LAN = 448 kbps

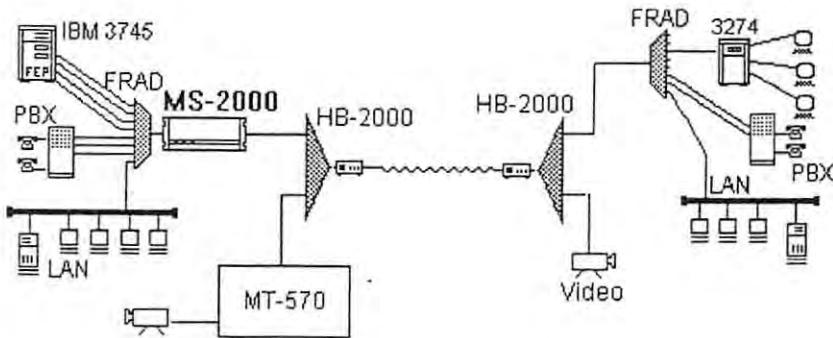
Voz = 8 kbps

Video = 384 kbps

Portas seriais (SNA) = vide tabela



A próxima figura ilustra os detalhes do centro em Brasília. O Roteador Frame Relay MS-2000 recebe todos os FRADs da rede, inclusive os localizados em Brasília. Todas as portas SNA de Brasília vão para portas de FRADs locais. Todas as ligações de telefonia em Brasília também saem dos FRADs locais.



## 9 Equipamentos da NetNorte

### 9.1 Compressor de dados HB-2000

Compressor de dados de alta performance, marca Symplex, modelo HB-2000. Opera aos pares.

Esse equipamento é um multiplexador com compressão de até 4:1, pode funcionar como multiplexador e como multiplexador inverso com banda sob demanda. As principais aplicações do Datamizer são: redução dos custos com linhas privativas, aumento da eficiência das linhas existentes, dar vasão a tráfegos de rede local e video-conferência. Todas as portas, podem ser configuradas como entrada ou saída(tronco). O equipamento vem configurado de fábrica com quatro entradas e dois troncos. Cada tronco pode funcionar como primário dedicado, no caso de operação constante, ou como no modo comutado. Quando ocorre uma falha (ou degradação) do tronco principal, ou há um aumento do tráfego, o tronco comutado inicia a transmissão automaticamente (banda sob demanda).

As 6 interfaces do HB-2000 ficam todas em um único módulo, intercambiável, que pode ser trocada no futuro, se houver necessidade. Há 7 modelos diferentes de módulos de interface.

O HB-2000 pode ser gerenciado de uma estação, instalada em uma rede local Ethernet, via SNMP ou Telnet. O HB2000S, conectado a uma rede local, se comporta como um agente SNMP, com endereço IP, que suporta o MIB-II e um MIB proprietário SYMPLEX-MIB, respondendo aos comandos da estação de gerenciamento, como Gets, Sets, etc.

## 9.2 Switch Frame Relay MS-2000

Switch (alguns fabricantes e autores chamam de roteador) Frame Relay, marca ACT, modelo MS-2000.

Switch Frame Relay para redes de longa distância, com capacidade para 30 portas seriais, é baseado em um processador RISC Intel i960 operando a 50 MIPS com um barramento interno de 800 Mbps. É capaz de processar até 12 Mbps de tráfego Frame Relay. O equipamento é modular e possui 6 slots para placas de expansão, sendo que um slot é usado para a placa processadora. Há dois tipos de placas de expansão para interfaces: V35 com 6 portas e E1, com uma porta 2 Mbps e 30 canais lógicos. A placa V35 suporta velocidades de 19.200 bps até 4.096 Mbps e possui 6 conectores V35 fêmea, conforme especificação ISO-2593.

A configuração fornecida pela Zetha, para a rede NetNorte possui 18 portas V.35 instaladas.

### 9.2.1 Estrutura de software do MS-2000

O switch possui uma memória flash interna onde fica residente o firmware do equipamento e 64 kbytes de memória RAM, mantida por uma bateria interna, para armazenar configuração e outros parâmetros.

A memória flash pode ser apagada e carregada com uma nova versão de firmware, se necessário. Há dois métodos para carregar nova versão de firmware:

a) Com o switch já operando e respondendo ao software de gerenciamento. Nesse caso o firmware é carregado diretamente da estação de gerenciamento.

b) Com o switch sem firmware ou sem comunicação com o gerenciamento. Nesse caso, o firmware, sob a forma de um arquivo, é carregado no switch via sua interface serial, utilizando o protocolo Xmodem de um software de comunicação tipo Terminal.exe, Procomm, etc...

## 9.3 FRAD SDM-9400

FRAD marca ACT, modelo SDM-9400. Possui 6 portas seriais instaladas. A quantidade de portas de voz instaladas vai depender da localidade, conforme tabela apresentada. Cada chassis SDM-9400 tem capacidade máxima para 8 portas de voz. (cada canal de voz é uma placa de expansão que deve ser instalada no equipamento). Cada localidade possui uma

porta Ethernet instalada em um dos FRADs (se tiver mais de um na localidade) que executa a função de roteamento do protocolo IP.

A fim de garantir que o jitter na recepção fique dentro de limites aceitáveis, o equipamento monta pacotes Frame Relay com os seguintes tamanhos máximos:

- pacotes de voz: 83 bytes
- dados assíncronos: 66 bytes
- dados síncronos: 65 bytes
- dados de fax: 58 bytes

O equipamento estabelece maior prioridade para o tráfego de fax, em seguida para o de voz e, por último, para o de dados.

A fim de controlar congestionamento, o FRAD diminui a taxa de digitalização da voz quando recebe indicação de congestionamento da rede.

A taxa de digitalização do sinal de voz aumenta 1200 bps a cada segundo de banda disponível.

## 10 Funcionamento da NetNorte

Os equipamentos de video-conferência, da PictureTel, se ligam diretamente a uma das portas de acesso do HB-2000 pois este possui capacidade de manipular o protocolo proprietário da PictureTel na velocidade de 384 kbps.

O HB-2000 faz uma alocação dinâmica das bandas de acesso na banda disponível em seu tronco. Tendo em vista que o HB-2000 processa a sequência de entrada, determinando seu grau de randomização, pode ocupar uma banda mínima se o canal estiver inativo ou transmitindo somente sequências de sincronismo repetidamente.

Os canais de video-conferência possuem um protocolo complexo com alto grau de randomização, mas nos instantes em que está inativo deixa banda para os demais acessos.

Os demais acessos seriais de menor velocidade, voz e Ethernet, são feitos nos FRADs.

Cada FRAD possui também a capacidade, de alocar dinamicamente as bandas no tronco de saída, que é Frame relay. Um dos acesso é o Ethernet, que vai funcionar basicamente por rajadas de duração dependente da figura dos aplicativos da rede. Alguns acessos são de voz, que somente oferecem tráfego quando há uma ligação telefônica em curso e alguns acessos seriais são para tráfego SNA da IBM.

Cada canal de voz está ligado a um PABX ou a um telefone direto e pode entrar em contato com qualquer outro da rede. A rede vai funcionar

como um grande PABX, ou seja, de qualquer ramal ligado rede, mesmo através de um PABX, pode-se discar para qualquer outro ramal ligado rede.

Pelo acesso Frame relay podem estar operando tantas ligações telefônicas quantas forem as placas de voz instaladas no respectivo FRAD. Se algum ramal da rede quiser falar com um ramal ligado a um FRAD que já está utilizando todas as suas placas de voz, esse ramal vai receber o sinal de ocupado.

Uma porta de dados, entrada dos FRADs, pode ser "ligada" a qualquer outra porta de dados da rede, e a comunicação será estabelecida pelo circuito PVC correspondente.

Todas as configurações podem ser feitas pela estação de gerenciamento, situda em Brasília.

## 10.1 Funcionamento do sistema de voz

A rede vai funcionar como um grande PABX, sob o aspecto lógico.

Um sistema de numeração vai permitir a discagem de qualquer ramal de qualquer localidade para qualquer localidade.

Os tipos de conexão possíveis já foram discutidos anteriormente.

Pode-se utilizar ligações OPX-SLT ou E&M.

De qualquer forma, podemos ter um sistema de numeração, digamos, de 2, 3 ou 4 dígitos, para pegar o tom de um determinado PABX da rede. A partir daí, disca-se o ramal desejado da localidade.

Em uma ligação entre quaisquer duas localidades, a voz é digitalizada somente uma vez, é roteada até a localidade destino, onde é transformada novamente em sinal analógico.

## Glossário

ANSI	"American National Standards Institute"
BNC	"Bayonet Neill-Concelman". Tipo de conector de encaixe.
CDDI	"Cooper Distributed Data Interface"
CRC	"Cyclic Redundancy Check". Verificação cíclica de redundância.
FDDI	"Fiber Distributed Data Interface"
LAN	"Local Area Network". Rede de área local. Rede local.
NEXT	"Near End cross(X) Talk"
PARC	"Palo Alto Research Center". Laboratório de pesquisas da Xerox.
STP	"Shielded Twisted Pair". Par trançado blindado.
UTP	"Unshielded Twisted Pair". Par trançado sem blindagem.
WAN	"Wide Area Network". Rede de longa distância.