

**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
REDES DE COMPUTADORES II**

TEMA: Frame Relay

Grupo Docente:

- **Regente:** Eng^o. Felizardo Munguambe
- **Assistente:** Eng^o. Délcio Chadreca

Tópicos da Aula

- ▶ Introdução
- ▶ Rede Frame Relay
- ▶ Estrutura do Quadro/Frame
- ▶ Circuitos Frame Relay
- ▶ Controlo de Congestionamento

Introdução

O Frame Relay é uma tecnologia de comunicação de dados de alta velocidade que é usada em muitas redes ao redor do mundo para interligar aplicações do tipo LAN, SNA, Internet e Voz

Frame Relay fornece um meio para enviar informações através de uma rede de dados, dividindo essas informações em frames (quadros) ou packets (pacotes). Cada frame carrega um endereço que é usado pelos equipamentos da rede para determinar o seu destino.

A tecnologia Frame Relay utiliza uma forma simplificada de chaveamento de pacotes, que é adequada para computadores, estações de trabalho e servidores de alta performance que operam com protocolos inteligentes, tais como SNA e TCP/IP. Isto permite que uma grande variedade de aplicações utilize essa tecnologia, aproveitando-se de sua confiabilidade e eficiência no uso de banda

Historia

No fim da década de 80 e início da década de 90, vários fatores combinados demandaram a transmissão de dados com velocidades mais altas:

A migração das interfaces de texto para interfaces gráficas;

O aumento do tráfego do tipo rajada (bursty) nas aplicações de dados;

O aumento da capacidade de processamento dos equipamentos de usuário (PCs, estações de trabalho, terminais Unix, entre outros);

A popularização das redes locais e das aplicações cliente / servidor;

A disponibilidade de redes digitais de transmissão.

Nessa época o Bell Labs (EUA) desenvolvia a tecnologia ISDN e o protocolo Frame Relay era parte desse conjunto. Entretanto, devido a suas características, o protocolo foi desmembrado e evoluiu como um serviço de rede independente, com padrões e recomendações elaborados por órgão internacionais de Telecomunicações.

Composição

Uma rede Frame Relay é composta por:

Equipamentos de usuários (PCs, estações de trabalho, servidores, computadores de grande porte, etc.) e suas respectivas aplicações;

Equipamentos de acesso com interface Frame Relay (bridges, roteadores de acesso, dispositivos de acesso Frame Relay - FRAD, etc.);

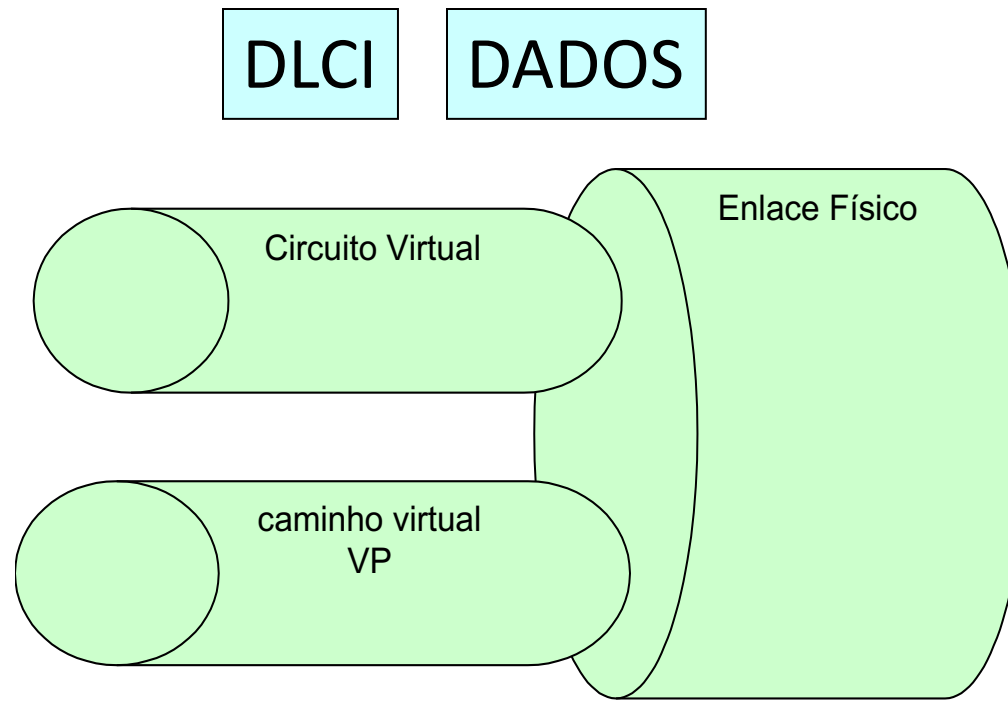
Equipamentos de rede (switches, roteadores de rede, equipamentos de transmissão com canais E1 ou T1, etc.).

A conversão dos dados para o protocolo Frame Relay é feita pelos equipamentos de acesso. Os frames gerados são enviados aos equipamentos de rede, cuja função é basicamente transportar esse frames até o seu destino, usando os procedimentos de chaveamento ou roteamento próprios do protocolo.

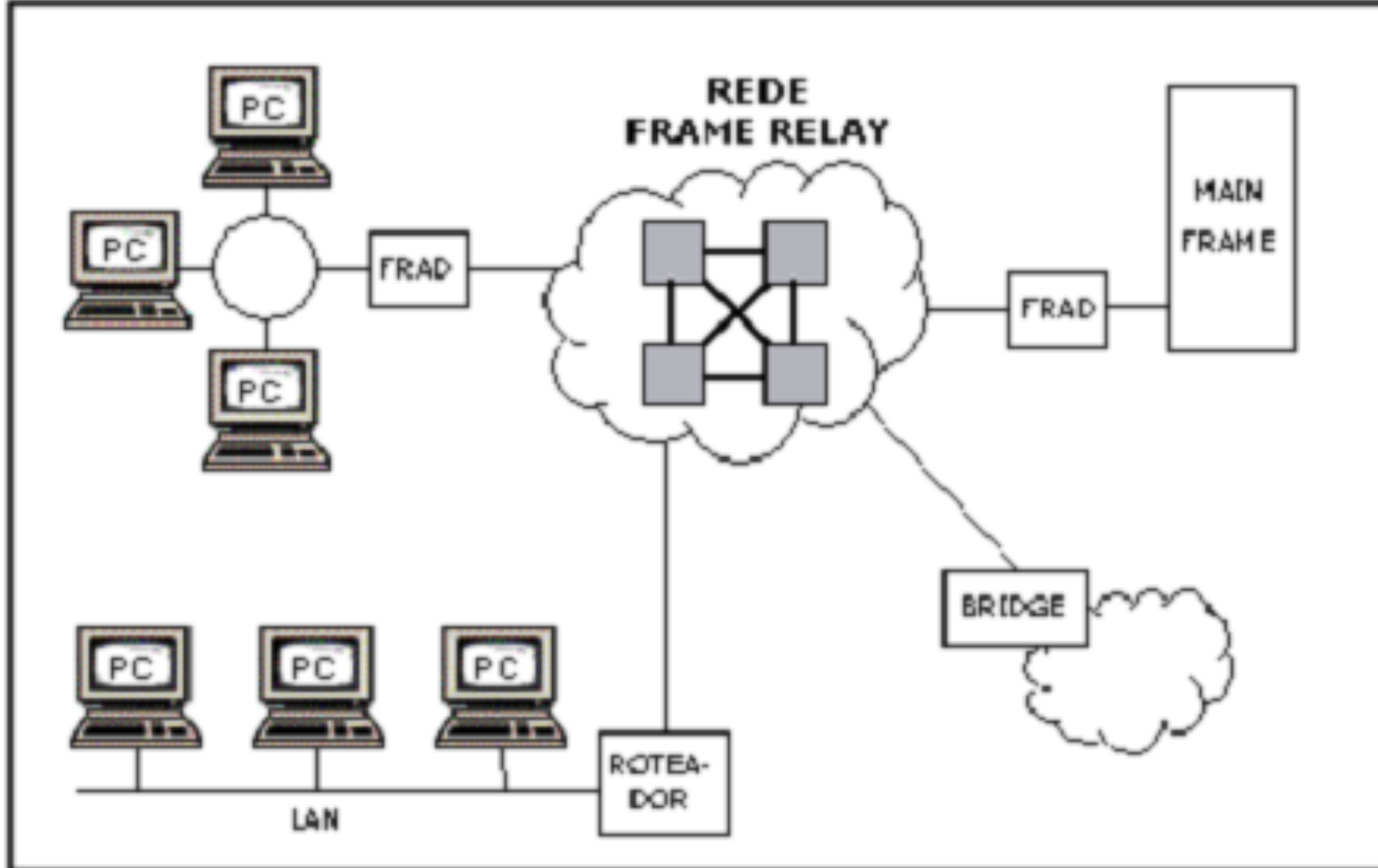
A rede Frame Relay é sempre representada por uma nuvem, já que ela não é uma simples conexão física entre 2 pontos distintos. A conexão entre esses pontos é feita através de um circuito virtual (virtual circuit) configurado com uma determinada banda. A alocação de banda física na rede é feita pacote a pacote quando da transmissão dos dados

Frame-Relay

Frame-relay utiliza uma estrutura simples para criação de circuitos virtuais.



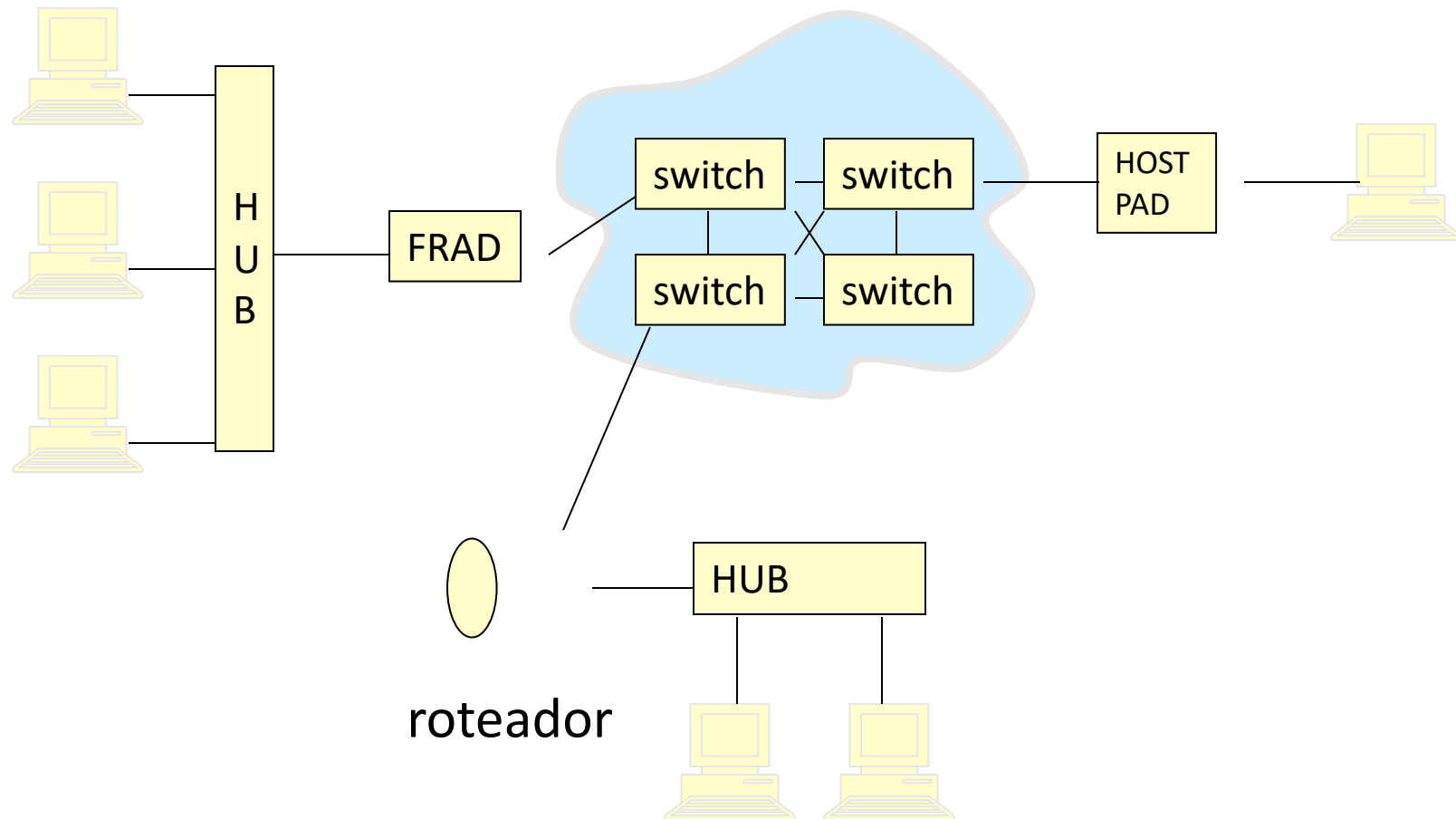
Rede Frame Relay



FRAD- Frame Relay Access Device

Rede Frame Relay

Rede Frame Relay



FRAD: Frame Relay Access Device

Dispositivo responsável pela integração do frame relay com o protocolo da camada 3, como o IP, por exemplo.

Na transmissão o FRAD:

- Formata as informações na forma de quadros frame relay antes de enviá-los para o switch

Na recepção o FRAD:

- Retira os dados dos quadros recebidos do switch e entrega para o dispositivo do usuário em seu formato original.

O FRAD pode ser implementado:

- Como um dispositivo *standalone* ou embutido num roteador, switch, multiplexador ou dispositivo similar.

Características

O protocolo Frame Relay é resultado da combinação das funcionalidades de multiplexação estatística e compartilhamento de portas do X.25, com as características de alta velocidade e baixo atraso (delay) dos circuitos TDM

O Frame Relay é um serviço de pacotes que organiza as informações em frames, ou seja, em pacotes de dados com endereço de destino definido, ao invés de coloca-los em slots fixos de tempo, como é o caso do TDM. Este procedimento permite ao protocolo implementar as características de multiplexação estatística e de compartilhamento de portas

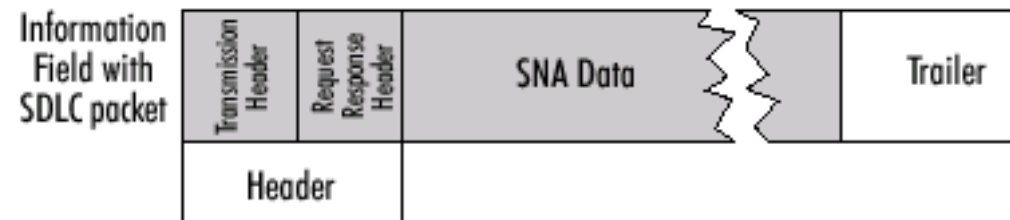
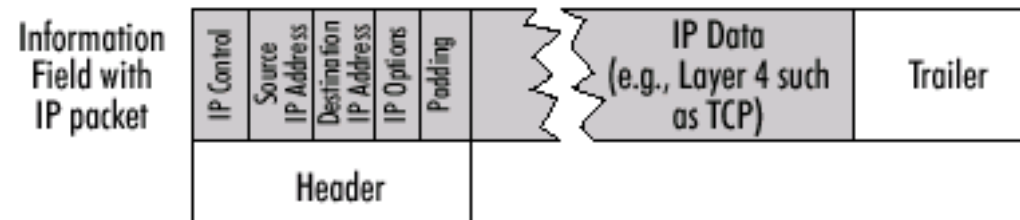
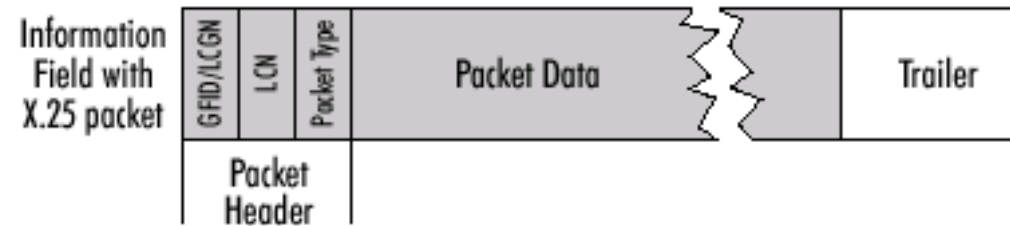
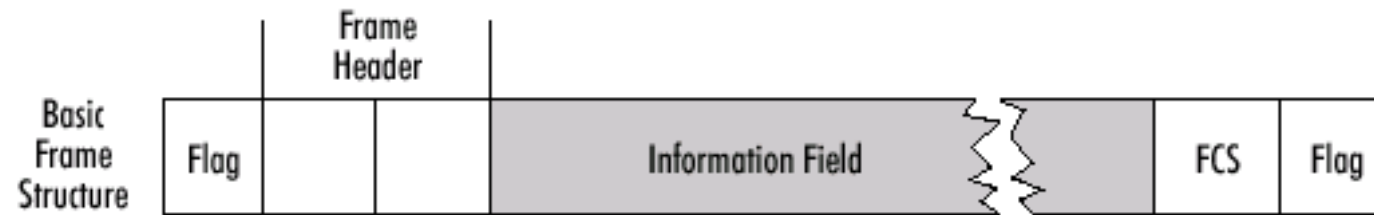
Considerando o modelo OSI para protocolos, o Frame Relay elimina todo o processamento da camada de rede (layer 3) do X.25. Apenas algumas funcionalidades básicas da camada de enlace de dados (layer 2) são implementadas, tais como a verificação de frames válidos, porém sem a solicitação de retransmissão em caso de erro.

Desta forma, as funcionalidades implementadas nos protocolos de aplicação, tais como verificação de seqüência de frames, o uso de frames de confirmações e supervisão, entre outras, não são duplicadas na rede Frame Relay

Comparação entre os circuitos TDM, o protocolo X.25 e o Frame Relay

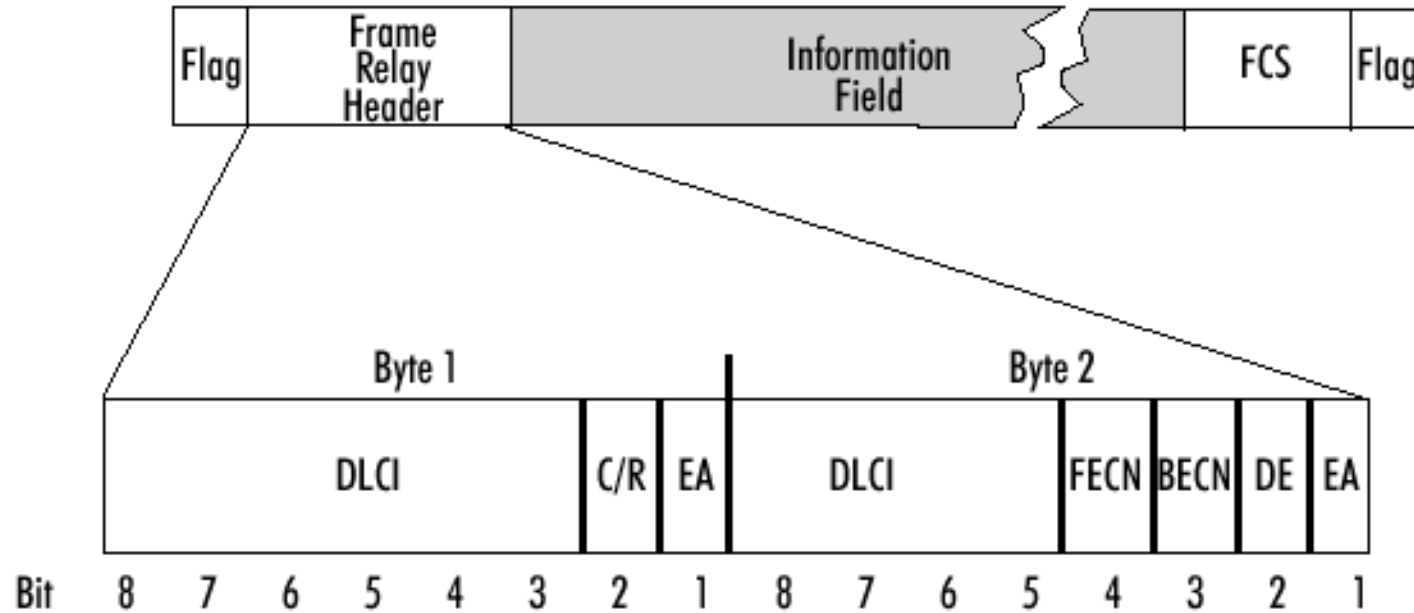
	TDM	X.25	Frame Relay
Multiplexação em Tempo	sim	não	não
Multiplexação Estatística (Circuito Virtual)	não	sim	sim
Compartilha portas	não	sim	sim
Alta velocidade (por \$)	sim	não	sim
Atraso (delay)	muito baixo	alto	baixo

Estrutura Geral de Quadros



*Figure 3:
Basic frame
structure
for several
popular
synchronous
communications
protocols*

Estrutura do Quadro Frame Relay



DLCI = Data Link Connection Identifier

C/R = Command/Response Field Bit (application specific - not modified by network)

FECN = Forward Explicit Congestion Notification

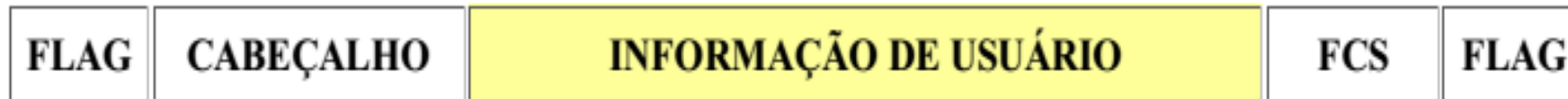
BECN = Backward Explicit Congestion Notification

DE = Discard Eligibility Indicator

EA = Extension Bit (allows indication of 3 or 4 byte header)

Estrutura do frame

Estrutura do frame



Estrutura do cabeçalho

Byte 1						Byte 2									
DLCI						C/R	EA	DLCI			FE CN	BE CN	DE	EA	
8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1

Cont.

Flags Indicam o início e o fim de cada frame.

Cabeçalho Carrega as informações de controle do protocolo. É composto por 2 bytes com as seguintes informações:

DLCI (Data Link Connection Identifier), com 10 bits, representa o número (endereço) designado para o destinatário de um PVC dentro de um canal de usuário, e tem significado local apenas para a porta de origem (vide figura abaixo);

C/R (Command / Response), com 1 bit, é usado pela aplicação usuária;

FECN (Forward Explicit Congestion Notification), com 1 bit, é usado pela rede para informar um equipamento receptor de informações que procedimentos de prevenção de congestionamento devem ser iniciados;

BECN (Backward Explicit Congestion Notification), com 1 bit, é usado pela rede para informar um equipamento transmissor de informações que procedimentos de prevenção de congestionamento devem ser iniciados;

Cont.

DE (Discard Eligibility Indicator), com 1 bit, indica se o frame pode ser preferencialmente descartado em caso de congestionamento na rede;

EA (Extension Bit), com 2 bits, é usado para indicar que o cabeçalho tem mais de 2 bytes, em caso especiais;

Informação de usuário Contém as informações da aplicação usuária a serem transportadas através da rede Frame Relay.

FCS O FCS (Frame Check Sequence) representa o CRC padrão de 16 bits usado pelo protocolo Frame Relay para detectar erros existentes entre o Flag de início do frame e o próprio FCS, e pode ser usado apenas para frames com até 4096 bytes.

Quadro Frame-Relay

DLCI: Data Link Connection Identifier

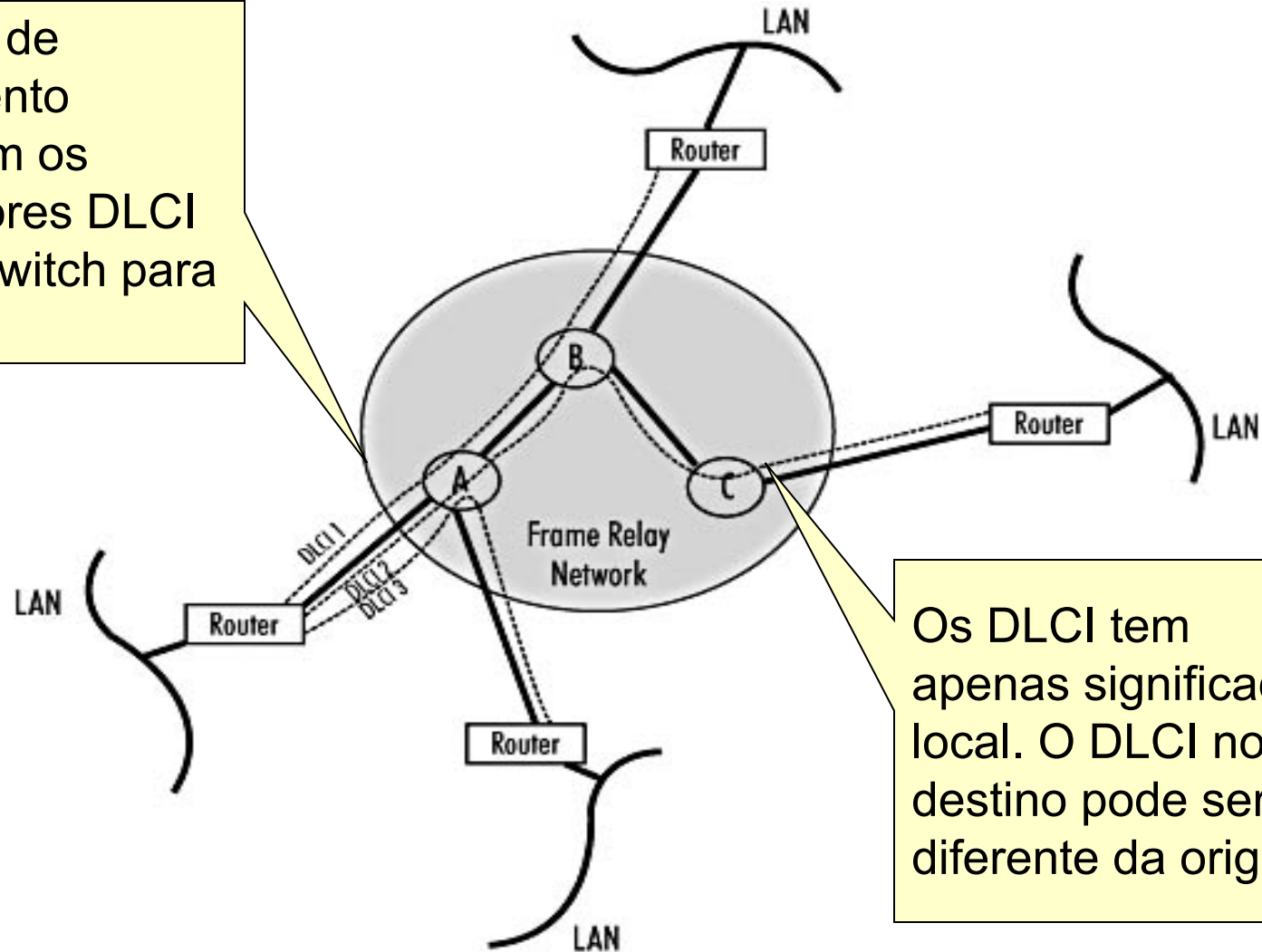
- Número de 10 bits
- DLCI indica a porta em que a rede de destino está conectada.

Normalmente o termo “porta” refere-se a porta física de um roteador.

Todavia, as redes frame-relay podem ser implementadas também em switches ou bridges.

Circuitos Frame-Relay

Tabelas de roteamento
Mapeiam os indicadores DLCI de um switch para outro



Os DLCI tem apenas significado local. O DLCI no destino pode ser diferente da origem

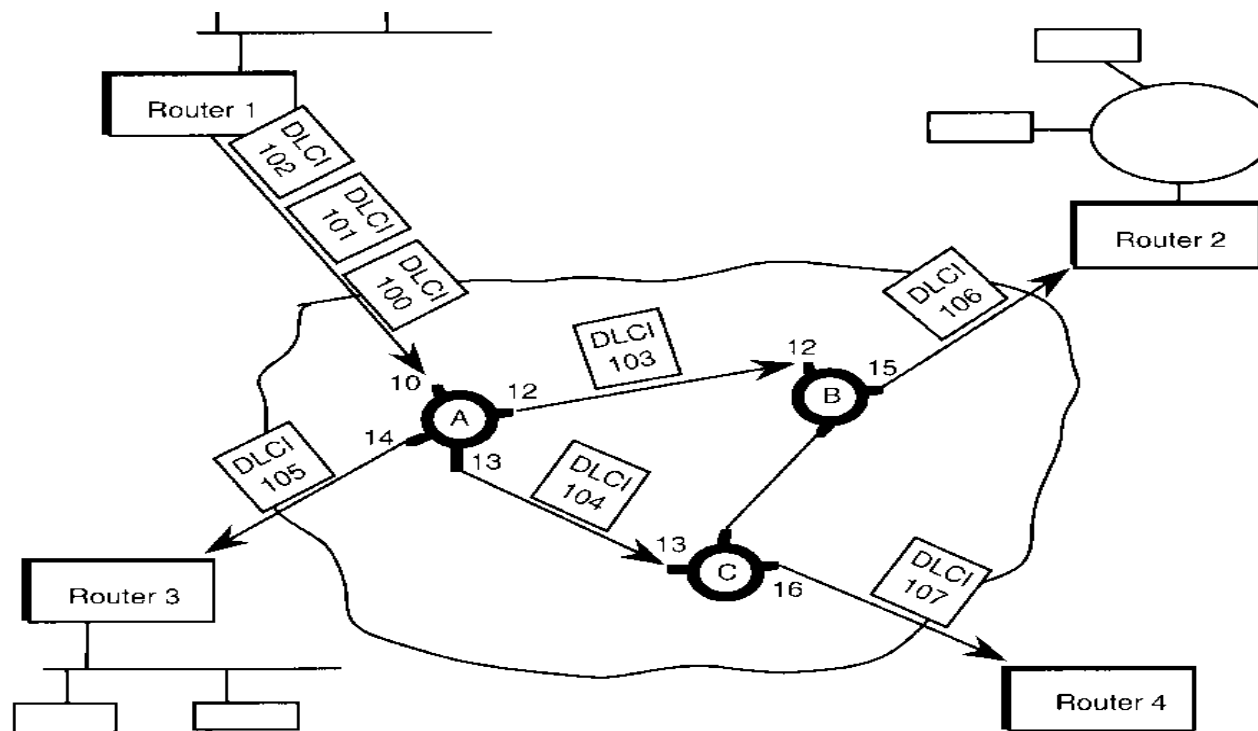
Operação do DLCI (exemplo)

Roteador 1 envia tráfego para três LANs conectadas aos roteadores 2, 3 e 4.

O tráfego consiste de três quadros com os seguintes destinos:

- DLCI 100: roteador 2
- DLCI 101: roteador 4
- DLCI 102: roteador 3

Operação do DLCI (exemplo)



Partial routing table at switch A

Line In	DLCI	Line Out	DLCI
10	100	12	103
10	101	13	104
10	102	14	105

Partial routing table at switch B

Line In	DLCI	Line Out	DLCI
12	103	15	106

Partial routing table at switch C

Line In	DLCI	Line Out	DLCI
13	104	16	107

Princípios do Frame-Relay

PRINCÍPIOS

- Não aloca banda dos circuitos até que os dados sejam realmente enviados pelo meio físico.
- Se houver algum erro num quadro recebido, então o quadro é descartado.
- Não tenta retransmitir informações.
- Não tenta corrigir erros.

BAIXO DELAY DE PROPAGAÇÃO

- Utiliza a banda disponível de maneira eficiente
- Não perde tempo na entrega dos quadros.

Velocidade do Frame-Relay

O serviço frame-relay é oferecido normalmente como:

- Frações de canais T1/E1
- Taxas completas de T1/E1

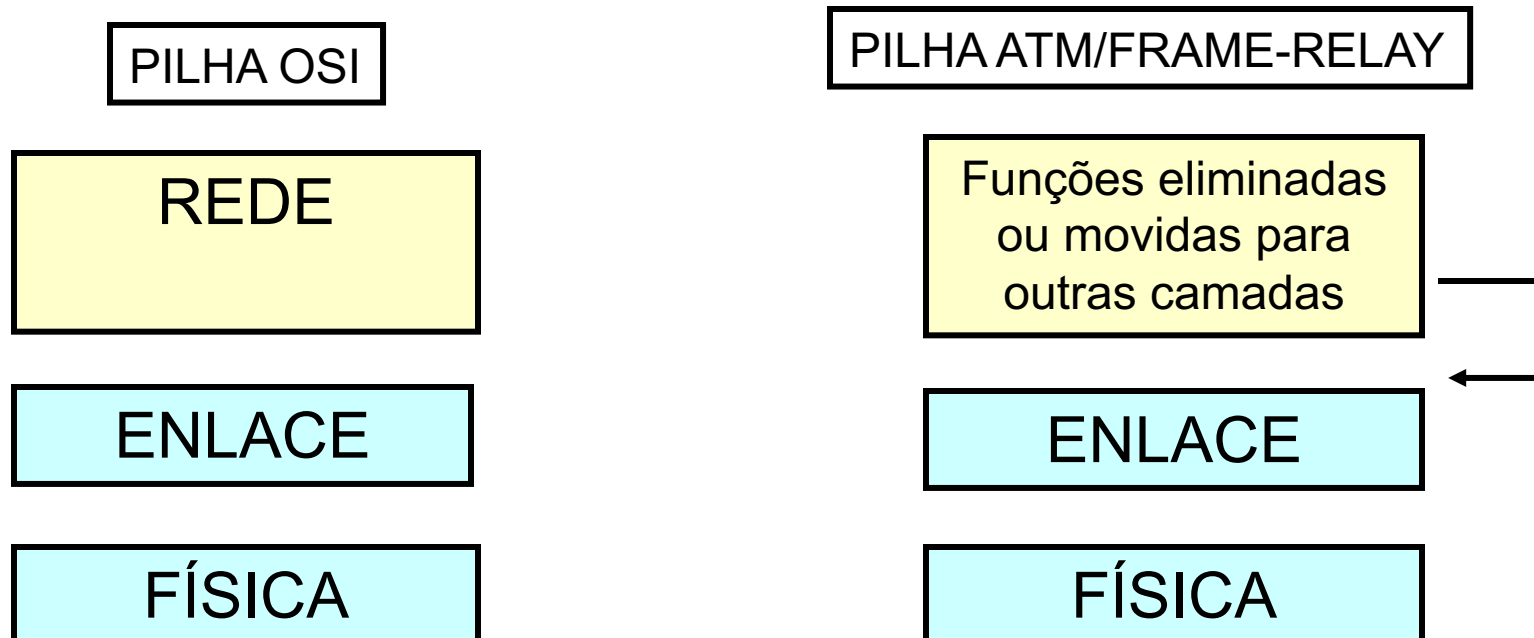
Alguns vendedores oferecem frame relay até taxas T3:

- 45 Mbp.

Pilha ATM/Frame-Relay

Princípio:

- Concentrar as funções nas camadas físicas e de enlace



Estratégia de Roteamento Frame-Relay

Princípio:

- Se houver um problema, descarte os dados.

Cada nó da rede frame-relay (switch):

1. Verifica a integridade do quadro através do campo FCS (Frame Check Sequence). Se houver um erro, descarta o quadro.
2. Procura o DLCI do quadro na sua tabela de roteamento interna. Se não encontrar, descarta o quadro.
3. Envia o quadro para a porta do próximo nó frame relay, conforme definido na tabela de roteamento interna.

Princípios do Frame-Relay

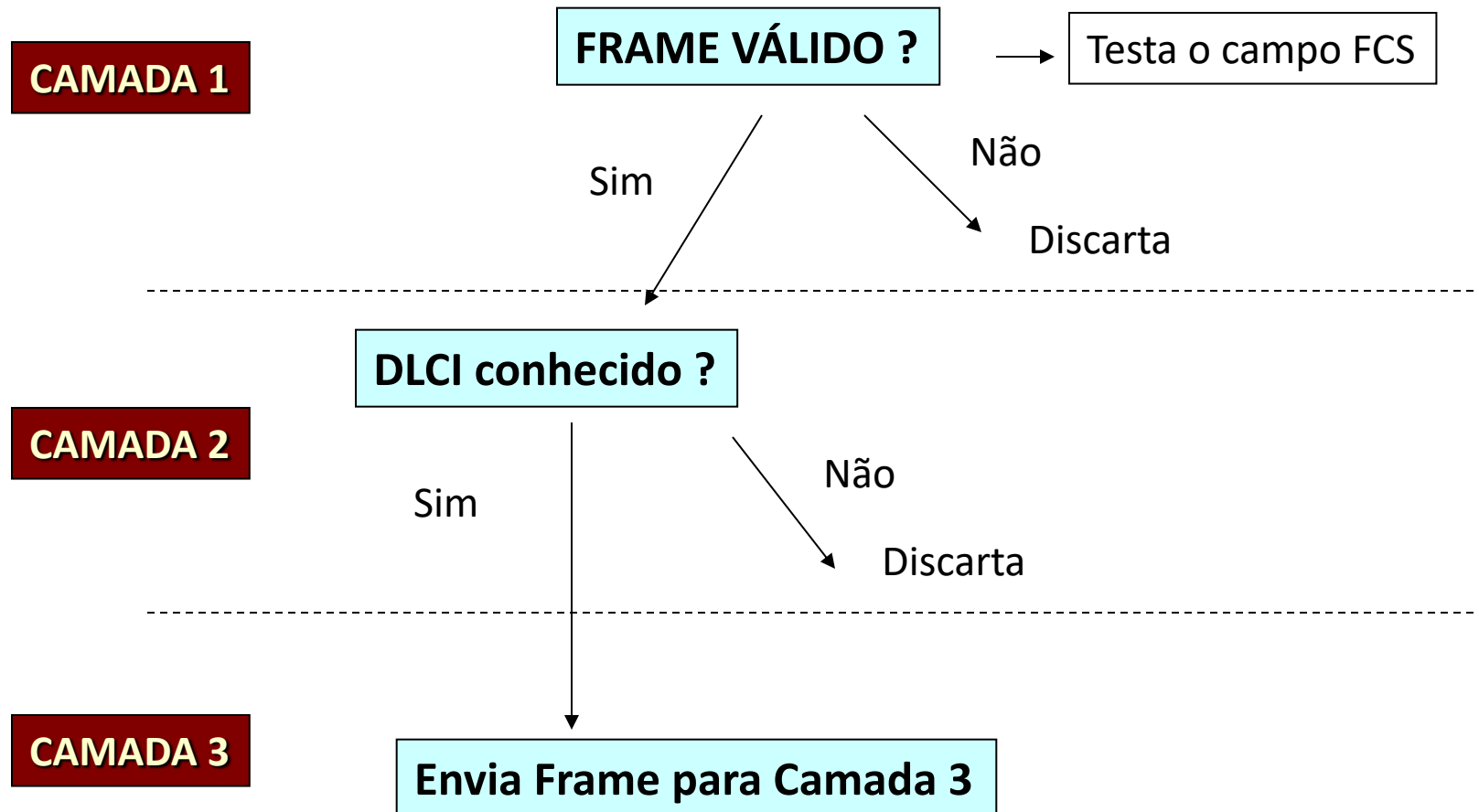
PRINCÍPIOS

- Não aloca banda dos circuitos até que os dados sejam realmente enviados pelo meio físico.
- Se houver algum erro num quadro recebido, então o quadro é descartado.
- Não tenta retransmitir informações.
- Não tenta corrigir erros.

BAIXO DELAY DE PROPAGAÇÃO

- Utiliza a banda disponível de maneira eficiente
- Não perde tempo na entrega dos quadros.

Protocolo Frame-Relay



Circuitos Frame Relay

Frame Relay trabalho com Circuitos Virtuais (VC).

- Um VC é um caminho bidirecional entre dois pontos, construído por software, que simula uma linha física.

Os circuitos virtuais podem ser de dois tipos:

- PVC: Permanent Virtual Circuits
 - Caminhos fixos configurados pelo operador do sistema.
- SVC: Switched Virtual Circuits
 - Caminhos criados automaticamente por um protocolo de sinalização (Q.933).

PVC: Permanent Virtual Circuits

Caminhos fixos configurados pelo operador do sistema.

Os caminhos são definidos pelos pontos de origem e destino.

O trajeto exato pode variar de tempos em tempos se for adotada uma estratégia de reroteamento automático.

A definição dos caminhos é feita através de uma análise global do tráfego e da banda disponível na rede.

SVC: Switched Virtual Circuits

Caminhos criados automaticamente por um protocolo de sinalização (Q.933).

Os SVC são criados dinamicamente, baseados na requisição feitas por vários usuários.

A rede se encarrega de avaliar o uso de banda gerado por cada usuário e cobrar de acordo.

A implementação de SVC é mais complexa que PVC, e não foi suportada na primeira geração de equipamentos frame-relay.

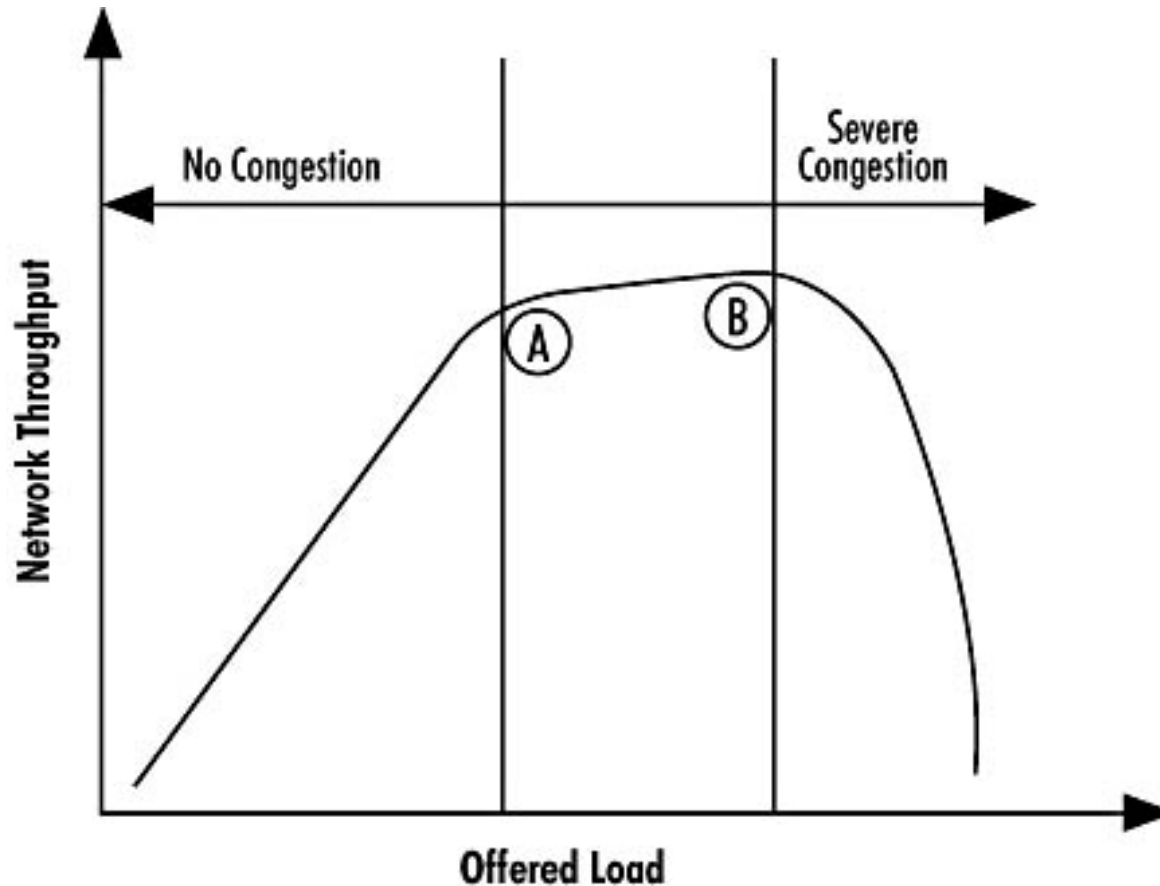
Controle de Congestionamento

Implementação opcional no Frame-Relay

Necessidade do controle de congestionamento:

1. Quando ocorre descarte de quadros devido ao congestionamento, os computadores poderão retransmitir os dados perdidos.
2. A retransmissão aumentará o congestionamento da rede.
3. A rede entra num estado de redução de “throughput real”, pois parte significativa do tráfego que circula na rede é retransmissão.

Controle de Congestionamento



A) Fase em que deve ser iniciado o controle de congestionamento

B) Nesta fase a rede não pode mais garantir a banda dos circuitos virtuais.

Controle de Congestionamento

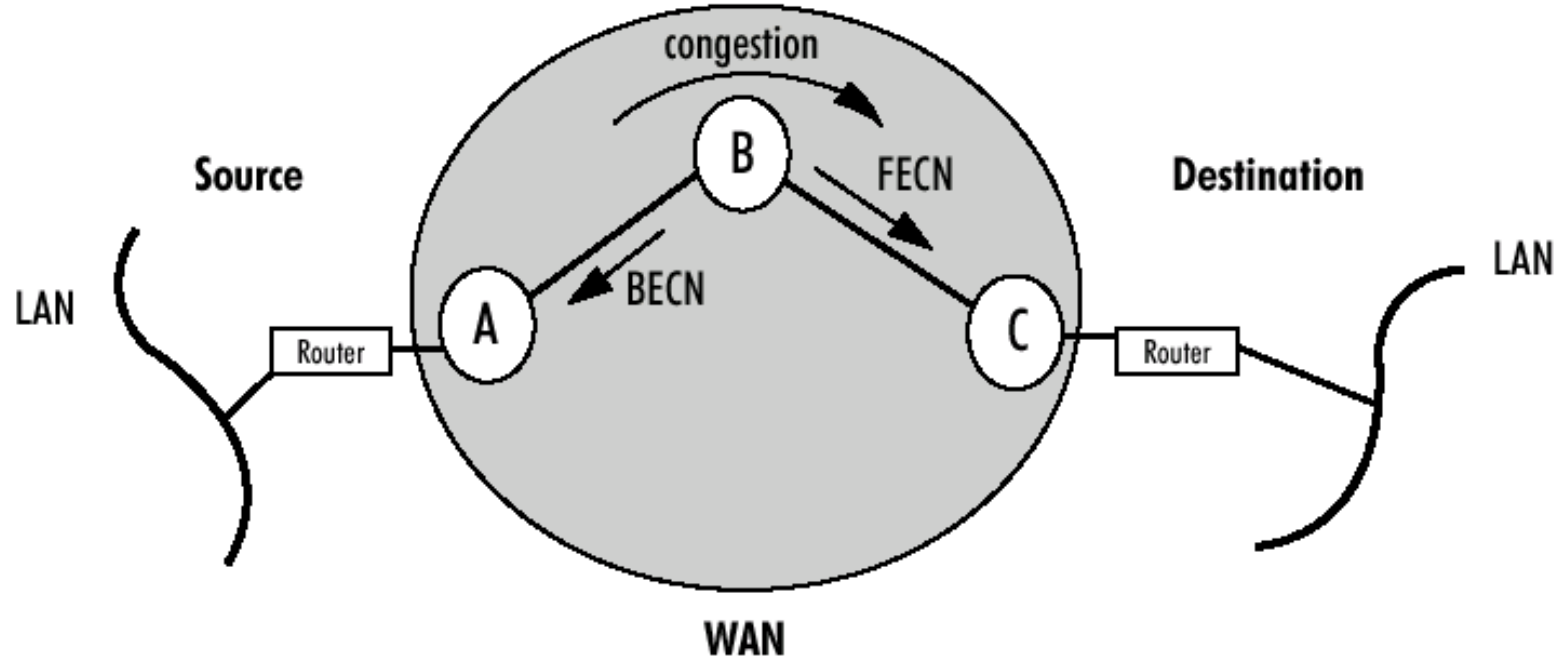
Mecanismos associados ao controle de congestionamento:

- Explicit Congestion Notification
- Implicit Congestion Notification
- Discard Eligibility

Explicit Congestion Notification

Utiliza os bits:

- FECN (Forward Explicit Congestion Notification)
- BECN (Backward Explicit Congestion Notification)



Controle de Congestionamento

Suponha que o nó B está entrando em congestionamento:

1. O nó B determina que está entrando em congestionamento
 - seu buffer está ficando cheio.
 2. O nó B informa ao nó C que está entrando em congestionamento
 - setando o bit FECN dos quadros que são enviados na direção de C.
 3. O nó B informa ao nó A que está entrando em congestionamento
 - setando o bit BECN dos quadros que são enviados na direção de A.
- O bits FECN e BECN são setados nos quadros de todas as DLCI's que estão passando pelo nó saturado.

Implicit Congestion Notification

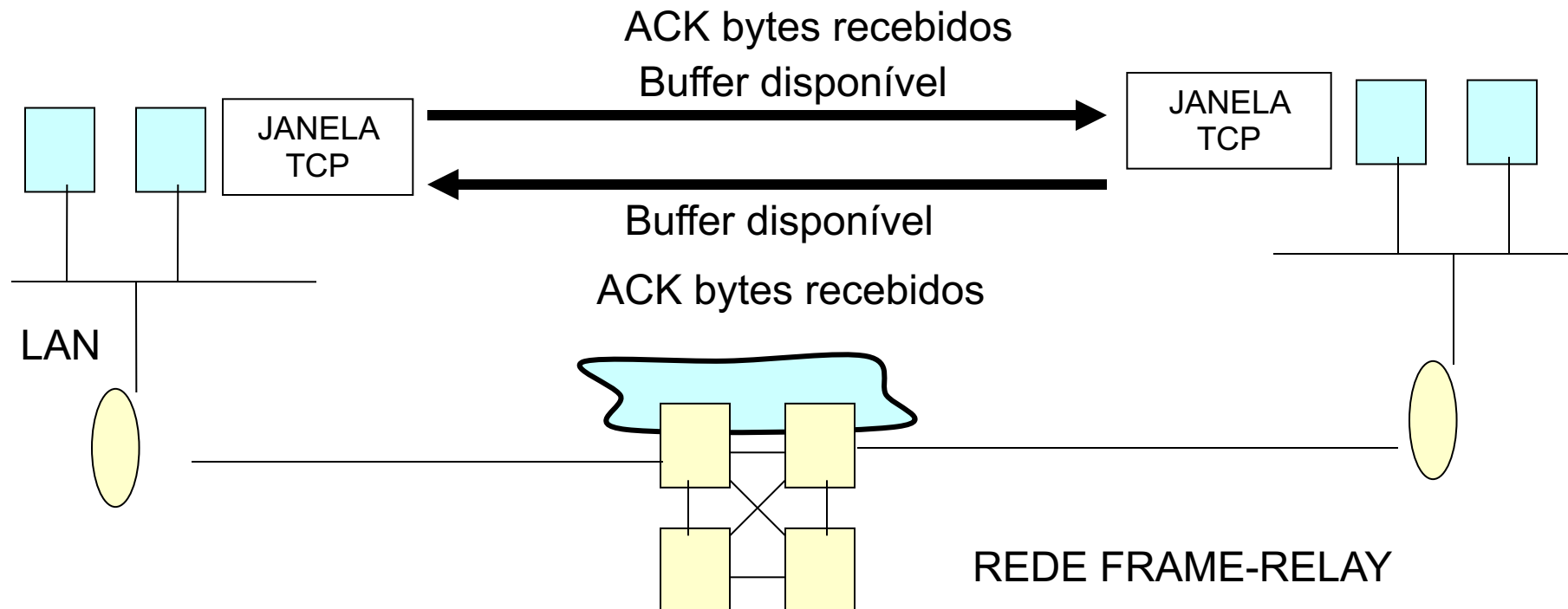
Ao receber as mensagens FECN e BECN:

- Todos os dispositivos de rede deverão reduzir a geração de informações para evitar o congestionamento.
- Os equipamentos terminais deverão reduzir a geração de tráfego para evitar congestionamento na rede local.

Os equipamentos terminais que não falam Frame-Relay diretamente, reduzem seu tráfego por um controle de congestionamento implícito, implementado por protocolos de alto nível, como o TCP.

Implicit Congestion Notification

No TCP os computadores podem transmitir apenas uma quantidade limitada de dados sem receber confirmação. Quando a confirmação não é recebida, o emissor assume que o buffer do receptor está cheio e reduz a velocidade de transmissão.



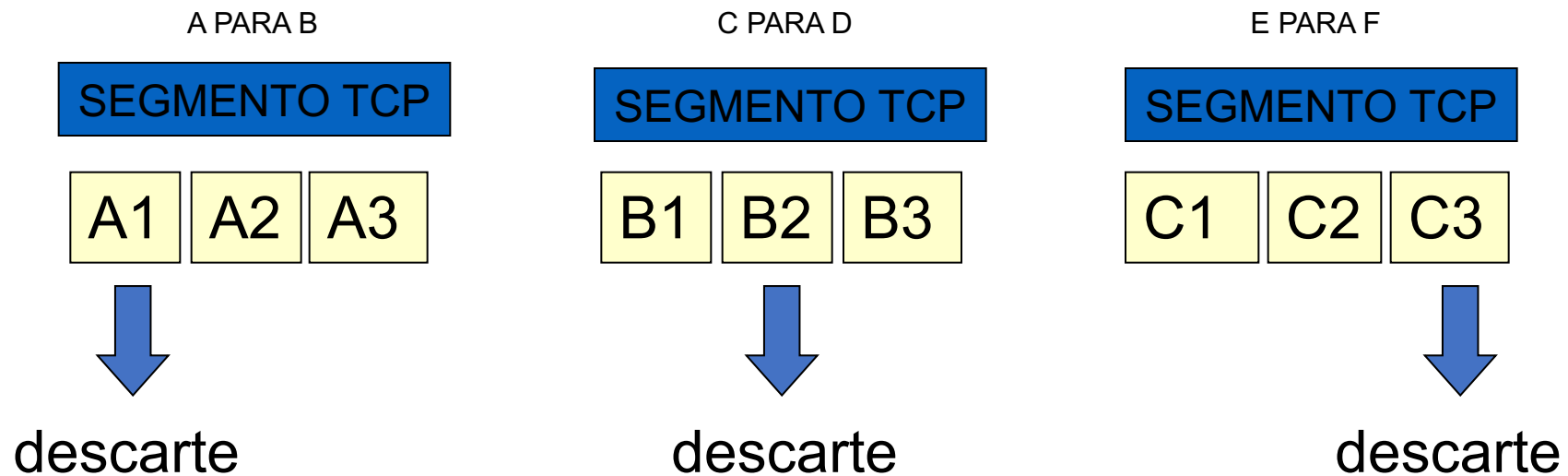
Controle de Congestionamento

Se os terminais dos usuários não reduzirem o tráfego gerado durante o período de congestionamento:

- Seus quadros deverão ser DESCARTADOS.

PROBLEMA:

- Uma estratégia de descarte aleatório não é adequada pois pode levar a retransmissão de muitos dados.



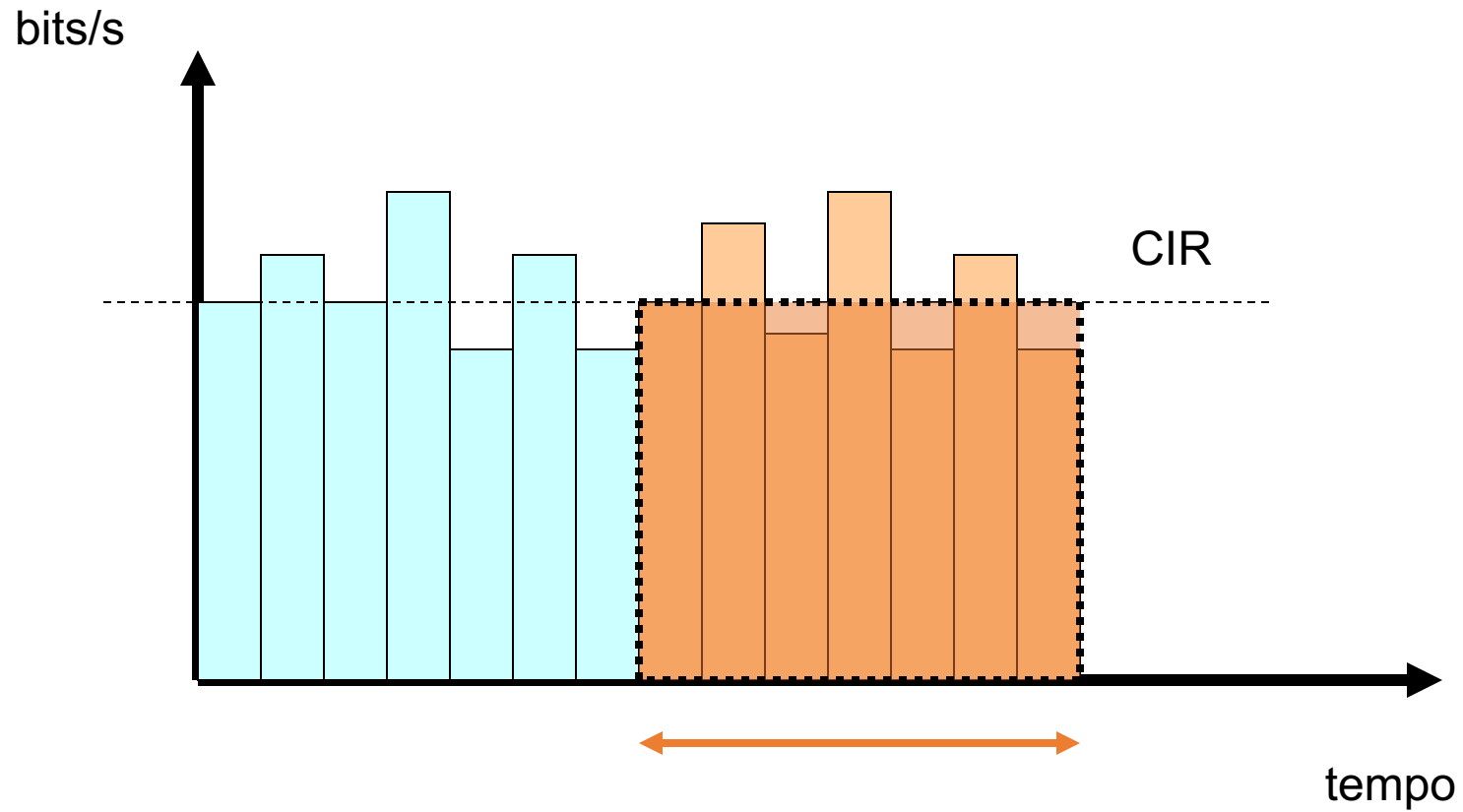
CIR - Committed Information Rate

Para determinar quais quadros devem ser descartados utiliza-se o CIR (Committed Information Rate).

- O CIR é a informação da capacidade média do circuito virtual em bits por segundo.
- A média é calculada num intervalo mínimo T_c .

Quando um usuário contrata um canal junto a um provedor de serviço frame relay, ele especifica um CIR dependendo da capacidade de rede que ele estima precisar.

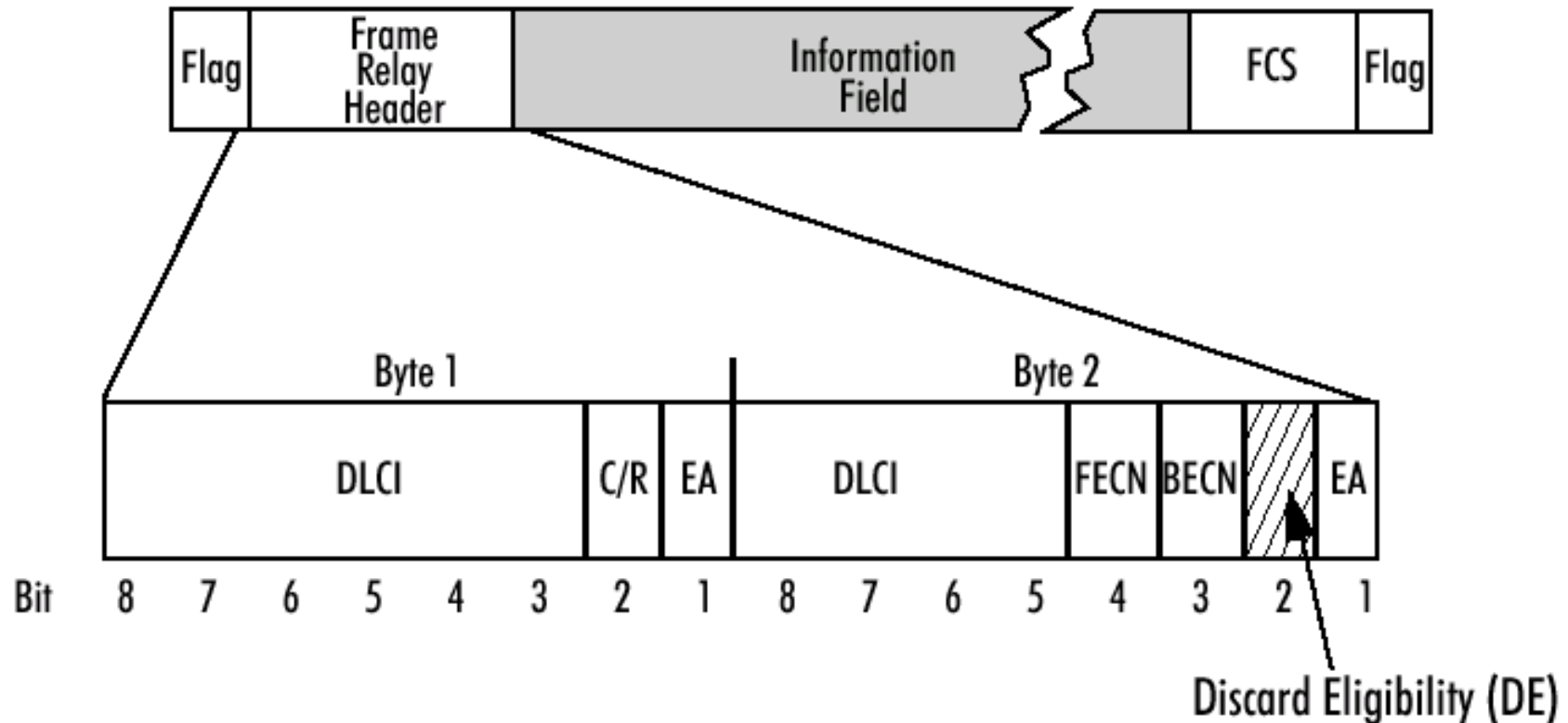
CIR - Committed Information Rate



CIR = média no intervalo T_c

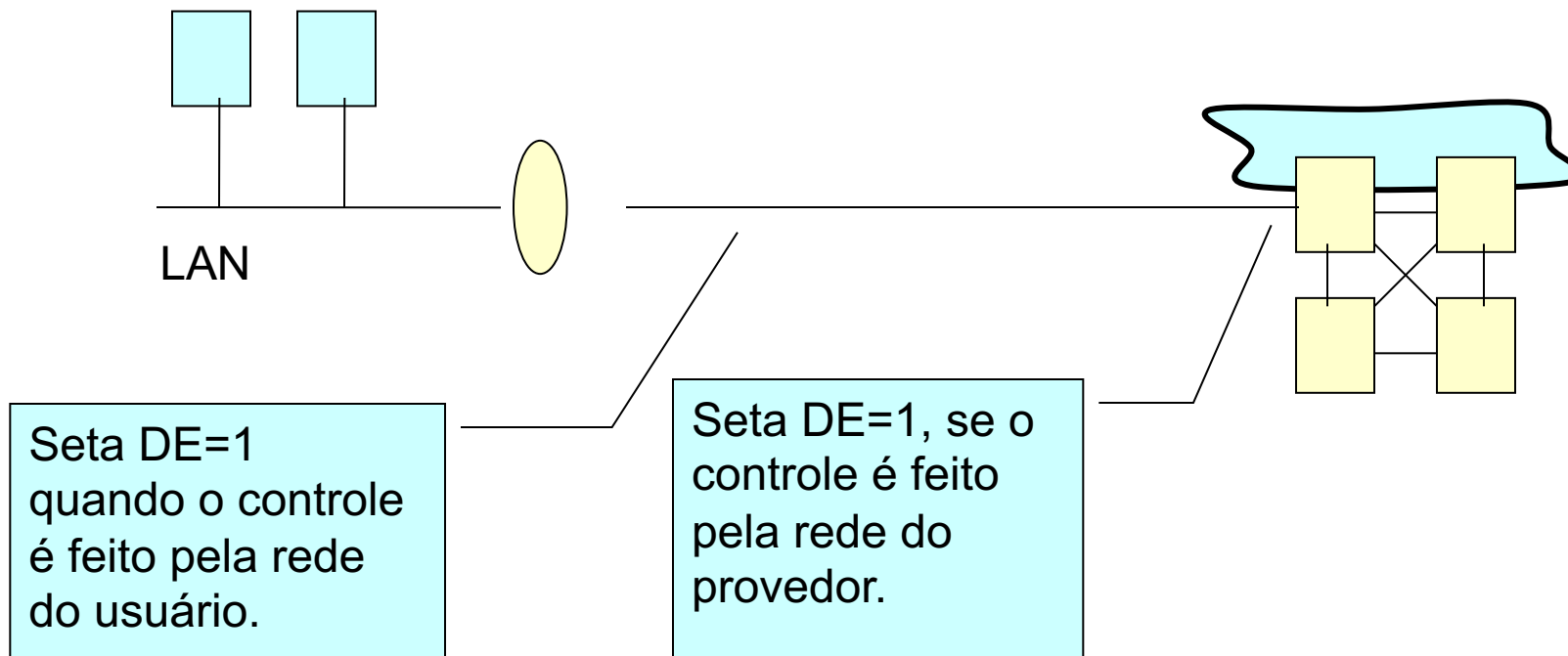
Discard Eligibility

No cabeçalho dos quadros frame relay existe um bit denominado Discard Eligibility (DE). Os quadros com DE=1 serão os primeiros a serem descartados em caso de congestionamento.



Discard Eligibility

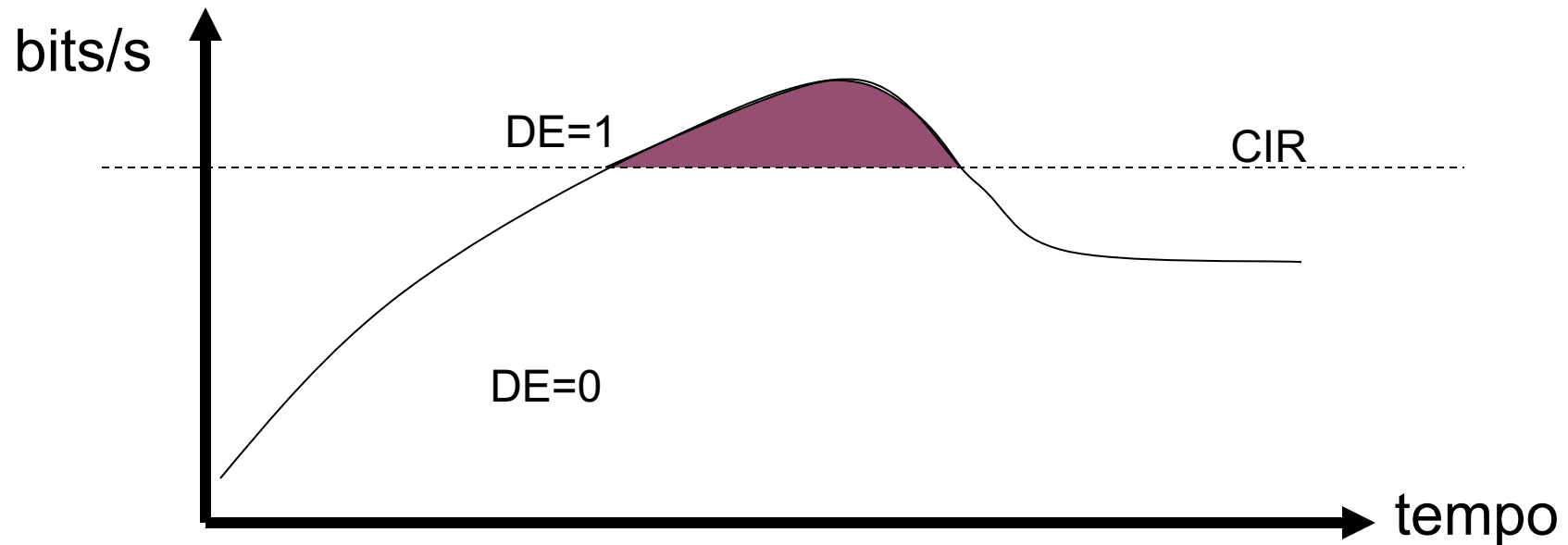
Quando a taxa de bits transmitida por uma rede superar o seu CIR contratado, o próprio roteador da rede do usuário ou o switch da rede frame relay devem setar $DE=1$.



Discard Eligibility

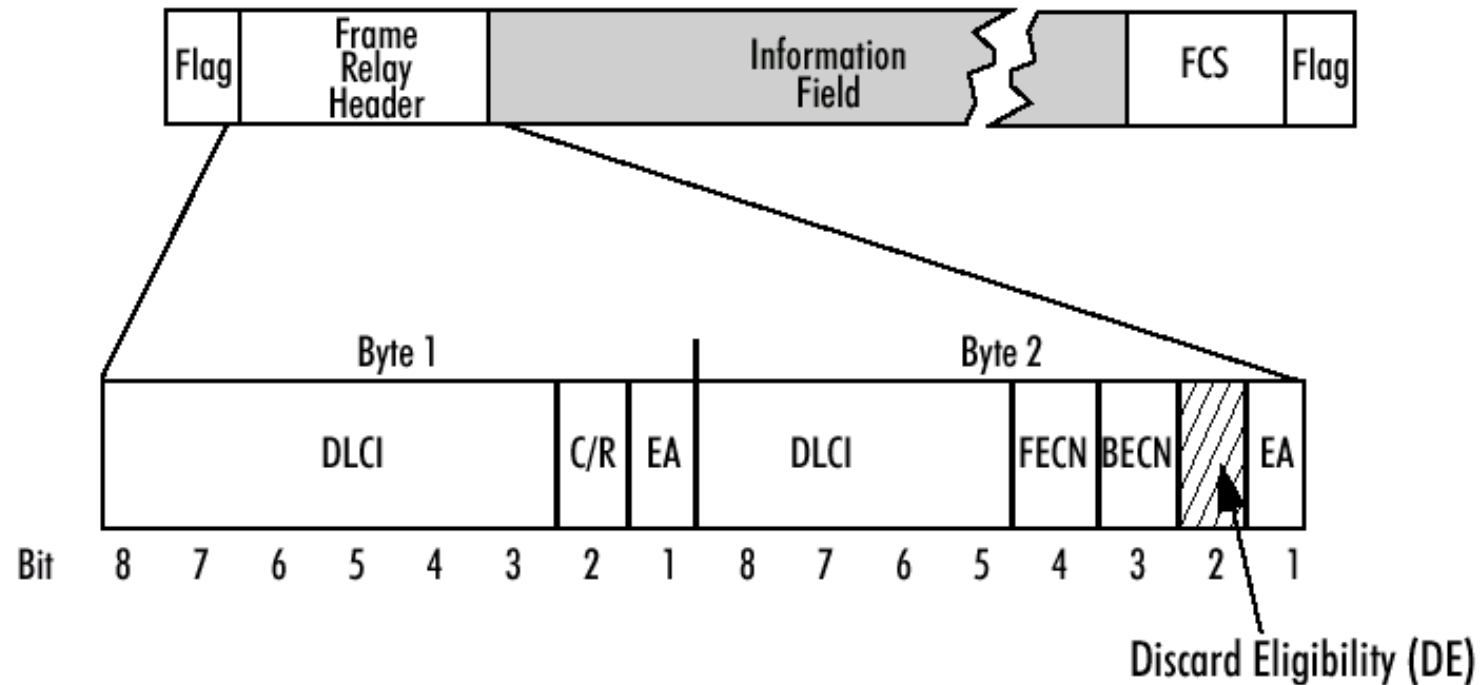
Os quadros com $DE = 1$ são os primeiros a serem descartados.

Se o descarte dos quadros com $DE=1$ não for suficiente, os quadros com $DE=0$ são descartados indiscriminadamente.



Discard Eligibility

No cabeçalho dos quadros frame relay existe um bit denominado Discard Eligibility (DE). Os quadros com DE=1 serão os primeiros a serem descartados em caso de congestionamento.



Conclusão

IP é mais fácil de gerenciar que ATM e Frame-Relay

IP é uma tecnologia mais barata que ATM e Frame-Relay e está subordinado a mecanismos mais ágeis de elaboração de padrões.

IP evolui mais rápido de Frame Relay e ATM

Provedores de serviço estão se preparando para oferecer serviços IP em grande escala para controle de segurança e QoS.

ATM e Frame-Relay serão usados apenas como protocolos de transporte.

Questões de reflexão

Bibliografia consultada

- ▶ Larry L. Peterson and Bruce S. Davie – Computer Network a system approach 5th Edition
- ▶ Tanenbaum A. S. and Wetherall D. J. - *Computer networks* 5th Edition.
- ▶ Mário Vestias Redes - Cisco para profissionais - 6ª Edição
- ▶ Adaptado do Professor Doutor Lourino Chemane

OBRIGADO !!!