

**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FRAME RELAY EM REDES CORPORATIVAS**

Área de Tecnologia da Informação

por

Cristiano de Lima

Marcos Antônio Bene Sanches, Mestre  
Orientador

Itatiba (SP), Novembro de 2005.

**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FRAME RELAY EM REDES CORPORATIVAS**

Área de Tecnologia da Informação

por

Cristiano de Lima

Relatório apresentado à Banca Examinadora do  
Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia  
Elétrica para análise e aprovação.  
Orientador: Marcos Antônio Bene Sanches, Mestre

Itatiba (SP), Novembro de 2005.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
1.1.1. Objetivo Geral.....	7
1.1.2. Objetivos Específicos.....	7
<b>1.2. METODOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO.....</b>	<b>8</b>
<b>2. REDES CORPORATIVAS.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. TIPOS DE REDE.....</b>	<b>10</b>
2.1.1. LAN.....	10
2.1.2. MAN.....	11
2.1.3. WAN.....	11
<b>3. FRAME RELAY.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. PADRONIZAÇÃO DO FRAME RELAY.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. DISPOSITIVOS DE FRAME RELAY.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3. CIRCUITOS VIRTUAIS DE FRAME RELAY.....</b>	<b>14</b>
3.3.1. Circuitos Virtuais Comutados (SVCs).....	15
3.3.2. Circuitos Virtuais Permanentes (PVCs).....	15
3.3.3. Identificador da conexão de link de dados (DLCI).....	17
<b>3.4. Mecanismos de controle de congestionamentos.....</b>	<b>17</b>
3.4.1. Elegibilidade para descartar (DE) no frame relay.....	18
3.4.2. Verificação de erros no frame relay.....	18
<b>3.5. INTERFACE DE ADMINISTRAÇÃO LOCAL (LMI) DO FRAME RELAY.....</b>	<b>19</b>
<b>3.6. IMPLEMENTAÇÃO DE REDES FRAME RELAY.....</b>	<b>20</b>
3.6.1. Redes com portadora pública.....	21
3.6.2. Redes corporativas privadas.....	21
<b>3.7. FORMATO DOS FRAMES EM REDES FRAME RELAY.....</b>	<b>21</b>
3.7.1. Frame padrão de uma rede frame relay.....	22
3.7.2. Formato do frame da LMI.....	24
<b>4. FRAME RELAY E X.25.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO FRAME RELAY.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS.....</b>	<b>29</b>

<b>5. ARQUITETURA FRAME RELAY</b> .....	<b>30</b>
<b>6. CONEXÃO FRAME RELAY</b> .....	<b>32</b>
<b>7. FUNÇÃO DE REDE</b> .....	<b>34</b>
<b>8. OPERAÇÕES DE CONTROLE COM FRAME RELAY</b> .....	<b>35</b>
8.1. CONTROLE DE CONGESTIONAMENTO.....	35
8.2. TRANSFERÊNCIA DE DADOS DO USUÁRIO.....	37
8.3. GERENCIAMENTO DA TAXA DE TRÁFEGO.....	38
8.4. CIR.....	39
8.5. PREVENÇÃO DE CONGESTIONAMENTO COM SINALIZAÇÃO EXPLÍCITA E IMPLÍCITA .....	40
<b>9. O CABEÇALHO FRAME RELAY E O DLCI</b> .....	<b>43</b>
<b>10. VANTAGENS DE SERVIÇO</b> .....	<b>44</b>
<b>11. SOLUÇÃO FLEXÍVEL</b> .....	<b>46</b>
<b>12. BENEFÍCIOS</b> .....	<b>47</b>
12.1. CUSTO DE PROPRIEDADE .....	47
12.2. PADRÕES .....	48
12.3. BAIXO OVERHEAD E ALTA CONFIANÇA.....	48
12.4. FLEXIBILIDADE DA REDE E RECUPERAÇÃO DE DESASTRE.....	49
12.5. INTERAÇÃO COM NOVAS APLICAÇÕES E SERVIÇOS.....	49
<b>13. PROPOSTA: ANÁLISE DE MERCADO</b> .....	<b>49</b>
13.1. MIGRAÇÃO DE SISTEMA .....	50
<b>14. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>52</b>
<b>GLOSSÁRIO</b> .....	<b>53</b>
<b>ANEXO # – X.25</b> .....	<b>59</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANSI	American National Standards Institute.
BECN	Backward Explicit Congestion Notification.
CCITT	Consultative Committee on International Telegraphy and Telephony.
CRC	Cyclic Redundancy Check.
DCE	Data Circuit-Terminating Equipment.
DE	Discard Eligibility.
DLCI	Data Link Connection Identification.
DTE	Data Terminal Equipment.
FCS	Frame Check Sequence.
FECN	Forward Explicit Congestion Notification.
IPX	Internetwork Packet Exchange.
ISDN	Integrated Services Digital Network.
ITU-T	International Telecommunication Union.
LAN	Local Área Network.
LAPB	Link Access Procediment Balanced.
LAPD	Link Access Procediment Balanced Channel D.
LLC	Logic Link Control.
LLC2	Logic Link Control 2.
LMI	Local Manager Interface.
MAN	Metropolitan Área Network.
OSI	Open Systems Interconnection.
PBX	Private Branch Exchange.
PDU	Private Data Unit.
PLP	Packet Level Protocol.
PSE	Public Service Equipament.
PSN	Packet Switched Network.
PVC	Permanent Virtual Circuit.
SPX	Sequence Packet Exchange.
SVC	Switched Virtual Circuit.
WAN	Wide Área Network.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Classificação de tipos de redes por escala. [2] .....	10
FIGURA 3. Um único circuito virtual de frame relay poderá receber DLCIs diferentes em cada uma de suas extremidades. [3] .....	17
FIGURA 5. Cinco campos formam o frame padrão de uma rede frame relay. [3] .....	22
FIGURA 6. Nove Campos formam o frame relay de acordo com o formato de LMI. [3].....	24
FIGURA 7 Comparação do caminho frame relay com o caminho X.25 [9].....	27
FIGURA 9. Transmissão de pacotes por frame relay. [6] .....	30
FIGURA 10. Curvas de congestionamento e atraso no tráfego. [6]..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
FIGURA 11. Formato do frame [6].....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
FIGURA 12. Controle de congestionamento explícito FECN. [8]....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
FIGURA 13. Controle de congestionamento explícito BECN. [8] ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
FIGURA 14. Controle de congestionamento implícito. [8] .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
FIGURA 15. Frame Relay header structure. [9] .....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Técnicas de controle de congestionamento. [6].....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabela 2: Comparação entre frame relay e X.25 [9] .....	45

## RESUMO

LIMA, Cristiano de. Frame Relay em Redes Corporativas. Itatiba, 2005. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2005.

Frame Relay é uma técnica de comutação rápida de pacotes, que visa eliminar uma grande parte do cabeçalho da célula utilizada no X.25, diminuindo o processamento das células nos nós da rede.

Em essência, o Frame Relay é um serviço multiplexado não confiável, pois não oferece confirmação de entrega de pacotes, o que torna possível que frames sejam perdidos ou duplicados pela rede. Além disso, não possui mecanismo para controle de fluxo através da interface entre usuário e rede. No entanto, o serviço Frame Relay assegura que frames sejam entregues na ordem em que são transmitidos.

Frame Relay é uma tecnologia de chaveamento baseada em pacotes que foi elaborada para velocidades superiores, desenvolvido para solucionar problemas de comunicação, que outros protocolos não resolveram, com eficiência das larguras de bandas amplas para tráfego por picos (“explosivos”), com processamento de protocolo mais baixo e velocidade mais alta.

A confiabilidade inerente às redes atuais, além da existência de camadas superiores de software que podem fornecer confiabilidade fim-a-fim, são fatos que tornam o Frame Relay um grande candidato ao uso generalizado em redes de computadores.

Na rede Frame Relay são estabelecidos PVCs (permanent virtual circuit, ou circuito virtual permanente), vistos pelas pontas como canais dedicados da rede, permitindo que muitos usuários compartilhem largura de banda. Em cada frame contém todas as informações necessárias para roteá-lo para o destino correto através destes PVCs.

O Frame Relay procura tirar proveito da qualidade dos atuais meios de transmissão, conseguindo atingir taxas de mais de 2 Mbps, enquanto o X.25 limita-se à 64 Kbps originais devido ao cabeçalho extenso.

**Palavras-chave:** Frame Relay. X.25. Protocolo de Comunicação. Tecnologia da Informação.

## ABSTRACT

*Frame Relay is a technique of fast commutation of packages, that seeks to eliminate a great part of the header of the cell used in the X.25, decreasing the processing of the cells in the knots of the net. In essence, Frame Relay is a service non reliable multiplexado, because it doesn't offer confirmation of delivery of packages, what turns possible that frames is lost or duplicated by the net. Besides, it doesn't possess mechanism for flow control through the interface between user and net. However, the service Frame Relay assures that frames is given in the order in that are transmitted.*

*Frame Relay is a technology of set commuting in packages that it was elaborated for hi speeds, developed to solve communication problems, that other protocols didn't solve, with efficiency of the widths of wide bands for traffic for picks (explosive "), with processing of lower protocol and higher speed.*

*The inherent reliability to the current nets, besides the existence of superior layers of software that it can supply reliability end-to-end, is facts that turn Frame Relay a great candidate to the use generalized in nets of computers.*

*In the net Frame Relay they are established PVCs (permanent virtual circuit), seen by the points as dedicated channels of the net, allowing many users to share band width. In each frame it contains all the necessary information for router for the correct destiny through these PVCs.*

*Frame Relay tries to remove profit of the quality of the current transmission means, getting to reach rates of more than 2 Mbps, while the X.25 are limited to 64 original Kbps due to the large header.*

**Keywords:** *Frame Relay. X.25. Communication Protocol. Information Technology*

# 1. INTRODUÇÃO

Antes do advento das redes de comutação por pacotes, apenas as corporações com enorme poder de investimento podiam realizar comunicação de dados em WANs. A falta de um serviço na rede pública obrigava a contratação de linhas privadas entre todos os pontos remotos, ou uso de linhas discadas para transmissões de menor volume. As primeiras redes de comutação de pacotes foram baseadas no protocolo X.25. Entretanto, com a proliferação das redes locais e melhoria da infra-estrutura, o protocolo Frame Relay consolidou-se como uma opção mais adequada.

A estratégia para a rede Frame Relay é racionalizar os custos para os usuários de linhas dedicadas e, ao mesmo tempo, facilitar o acesso de outros segmentos do mercado aos serviços profissionais de dados. Além das vantagens econômicas, as acomodações do Frame Relay foram concebidas para otimizar o transporte do tráfego típico das redes de dados, pois o fato de os pacotes (frames) serem de tamanho variável otimiza bastante o uso de banda na comunicação entre estações de LAN.

A necessidade de integração de serviços foi outro fator imprescindível para que grandes corporações utilizassem o protocolo Frame Relay, tanto para a transmissão de dados como para transmissão de voz, por isso é atraente para a maioria das companhias. [1]

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo mostrar uma tecnologia de WAN chamada Frame Relay.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

Para que o objetivo principal fosse alcançado, se fez necessário abordar alguns pontos específicos, são eles:

- Aprofundamento teórico no que se refere à transmissão e comutação de dados por pacotes;
- Levantamento de dados atualizados fornecidos pelas duas maiores empresas de telecomunicações do país;

- Pesquisa de campo objetivando colher dados práticos dos benefícios de utilização do Frame Relay.

## **1.2. METODOLOGIA**

Pesquisa em livros e sites específicos sobre transmissão e comutação de pacotes, levantamento de informações e visualização prática através de visitas ao departamento de engenharia de telecomunicações da Embratel, Telefônica e ao departamento de Tecnologia da Informação da Porto Seguro Seguros.

## **1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO**

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

1. Introdução: breve relato informativo sobre os benefícios das redes de comutação por pacotes enfatizando o protocolo Frame Relay.
2. Redes Corporativas: nesta etapa serão abordados tipos de redes e suas topologias.
3. Frame Relay: operações para transmissão e comutação de pacotes com o protocolo Frame Relay.
4. Frame Relay e X.25: comparativo entre os referidos protocolos.
5. Arquitetura Frame Relay: características de montagem do protocolo.
6. Conexão Frame Relay: este capítulo detalha o estabelecimento de uma conexão frame relay.
7. Função de Rede: gerenciamento dos roteadores e suas aplicações.
8. Operações de Controle com Frame Relay: operações de rede como controle de congestionamento e gerenciamento de tráfego.
9. O cabeçalho Frame Relay e o DLCI: detalhamento técnico.
10. Vantagens de Serviço: ilustra vantagens de serviço de Frame Relay em relação ao X.25.

11. Solução Flexível: aborda a flexibilidade e otimização de Frame Relay.
12. Benefícios: elenca todos os benefícios oferecidos pelo protocolo Frame Relay.
13. Proposta: Análise de Mercado
14. Considerações Finais: conclusões obtidas após a finalização do trabalho.

## 2. REDES CORPORATIVAS

A necessidade de interligar um número significativo de computadores instalados em locais distantes entre si, fez com que as empresas decidissem conecta-los para que fosse possível extrair e correlacionar informações sobre toda a empresa.

Essa conexão entre computadores localizados em locais distantes se dá ao compartilhamento de recursos, disponibilizando arquivos, programas, e outros tipos de informações ao alcance de todas as pessoas conectadas à rede.

A confiabilidade do sistema é fundamental para o compartilhamento, pois tem fontes alternativas de fornecimento. Essa redundância que permite ter caminhos diferentes de acesso é chamada de backup.

A facilidade dos funcionários de uma empresa poderem trabalhar em conjunto, mesmo estando distantes de si, oferece uma agilidade e flexibilidade entre tais, permitindo uma economia, tanto financeira como no tempo do processo. [2]

### 2.1. TIPOS DE REDE

As redes de computadores podem ser classificadas por escala como mostra a figura 1.

Distância do interprocessador	Processadores localizados no(a) mesmo(a)	Exemplo
0,1 m	Placa de circuitos	Máquina de fluxo de dados
1 m	Sistema	Multicomputador
10 m	Sala	} Rede Local
100 m	Prédio	
1 Km	Campus	
10 Km	Cidade	Rede Metropolitana
100 Km	Pais	} Rede geograficamente distribuída
1.000 Km	Continente	
10.000 km	Planeta	A inter-rede

FIGURA 1. Classificação de tipos de redes por escala. [2]

Para um melhor entendimento segue uma pequena introdução do dimensionamento de redes LAN, MAN e WAN.

#### 2.1.1. LAN

A LAN (Local Area Network) é uma rede de dados tolerante a falhas e de alta velocidade, que cobre uma área geográfica relativamente pequena. Tipicamente conecta estações de trabalho, computadores pessoais, impressoras e outros dispositivos. As LANs oferecem muitas vantagens aos usuários de computador, incluindo o acesso compartilhado a dispositivos e aplicações, a troca de arquivos entre os usuários conectados e a comunicação entre os usuários por meio de correio eletrônico e outras aplicações. [3]

### **2.1.2. MAN**

Uma rede metropolitana, ou MAN (Metropolitan Area Network), é, na verdade, uma versão ampliada de uma LAN, pois basicamente os dois tipos de rede utilizam tecnologias semelhantes. Uma MAN pode abranger um grupo de escritórios vizinhos ou uma cidade inteira e pode ser privada ou pública. Uma MAN tem apenas um ou dois cabos e não contém elementos de comutação capazes de transmitir pacotes através de uma série de linhas de saída. A ausência desses elementos simplifica a estrutura. [4]

### **2.1.3. WAN**

Uma WAN (Wide Area Network) é uma rede de comunicação de dados, que abrange uma região geográfica relativamente ampla e frequentemente utiliza recursos de transmissão fornecidos por portadoras comuns, como as companhias de telefone. As tecnologias de WAN funcionam nas três camadas inferiores do modelo de referência OSI: a camada física, a camada de link de dados e a camada de rede.

## **3. FRAME RELAY**

O frame relay é um protocolo de WAN de alto desempenho, que opera nas camadas física e de link de dados do modelo de referência OSI. Originalmente o frame relay foi projetado para ser utilizado em interfaces ISDN (Integrated Services Digital Network). Atualmente, também é

empregado em várias outras interfaces de rede. Este capítulo focaliza as especificações do frame relay e suas aplicações no contexto de serviços WAN.

O frame é um exemplo de tecnologia de comutação de pacotes. As redes com comutação de pacotes permitem que as estações finais compartilhem dinamicamente o meio e a largura de banda disponíveis. Pacotes com comprimento variável são usados para transferências mais eficientes e flexíveis. Esses pacotes são comutados entre os vários segmentos de rede até seu destino ser alcançado. Técnicas de multiplexação estatística controlam o acesso em uma rede com comutação de pacotes. A vantagem dessa técnica é acomodar um uso mais flexível e eficaz da largura de banda. Atualmente a maioria das LANs mais populares, como Ethernet e Token Ring, são redes com comutação de pacotes.

O frame relay costuma ser descrito como uma versão otimizada do X.25, como a definição de janelas e a retransmissão dos últimos dados. Isto acontece, porque o frame relay tipicamente opera em instalações de WAN capazes de oferecer serviços de conexão mais seguros e um grau mais alto de confiabilidade do que as instalações disponíveis durante o final dos anos 70 e início dos anos 80, que serviam como plataformas comuns para WANs X.25. Conforme foi mencionado anteriormente, o frame relay é estritamente um conjunto de protocolos da Camada 2 (camada de link de dados) do modelo OSI, enquanto o X.25 também fornece serviços da Camada 3 (camada de rede) do modelo OSI. Isso permite que o frame relay proporcione um desempenho superior e maior eficiência de transmissão do que o X.25 e faz com que o frame relay seja adequado para aplicações de WAN atuais, como a conexão de LANs. [5]

### **3.1. PADRONIZAÇÃO DO FRAME RELAY**

Propostas iniciais para a padronização do frame relay foram apresentadas ao Comitê Consultivo Internacional de Telefonia e Telegrafia (CCITT) em 1984. Devido à falta de interoperabilidade e a falta de uma padronização completa, porém, o frame relay não experimentou um desenvolvimento significativo durante os finais dos anos 80.

Um importante desenvolvimento na história do frame relay aconteceu em 1990, quando a CISCO, a Digital Equipment, a Northern telecom e a StrataCom formaram um consórcio voltado

para o desenvolvimento da tecnologia de frame relay. Esse consórcio desenvolveu uma especificação em conformidade com o protocolo básico de frame relay que estava sendo discutido no CCITT, mas estendendo o protocolo com características que proporcionavam capacidades adicionais para ambientes complexos de conexões entre redes. Essas extensões do frame relay são referenciadas coletivamente com a interface de gerenciamento local (LMI).

Desde que a especificação do consórcio foi desenvolvida e publicada, muitos fabricantes anunciaram seu suporte a essa definição estendida de frame relay. O ANSI e o CCITT unificaram suas próprias variações da especificação original da LMI e essas especificações padronizadas agora são mais comumente empregadas do que a versão original.

Internacionalmente, o frame relay foi padronizado pela União Internacional de Telecomunicações – Setor de Telecomunicações (ITU-T). Nos Estados Unidos, o frame relay é um padrão ANSI (Instituto Nacional Americano de Padrões). [5]

### 3.2. DISPOSITIVOS DE FRAME RELAY

Os dispositivos anexos a um frame relay pertencem a duas categorias gerais: equipamento terminal (DTE) e equipamento de circuito de dados (DCE). Geralmente os DTEs são considerados como equipamentos terminais para uma determinada rede e tipicamente estão localizados na propriedade do cliente. De fato, eles podem pertencer aos clientes. Exemplos de dispositivos de DTE são terminais, computadores pessoais, roteadores e bridges.

Os DCEs são dispositivos de conexão de redes pertencentes à portadora. O propósito do equipamento de DCE é fornecer serviços de clock e de switch em uma rede, que são os dispositivos de que fato transmitem dados pela WAN. Na maioria dos casos, são switches de pacotes. A figura 2 mostra a relação entre as duas categorias de dispositivos. [5]

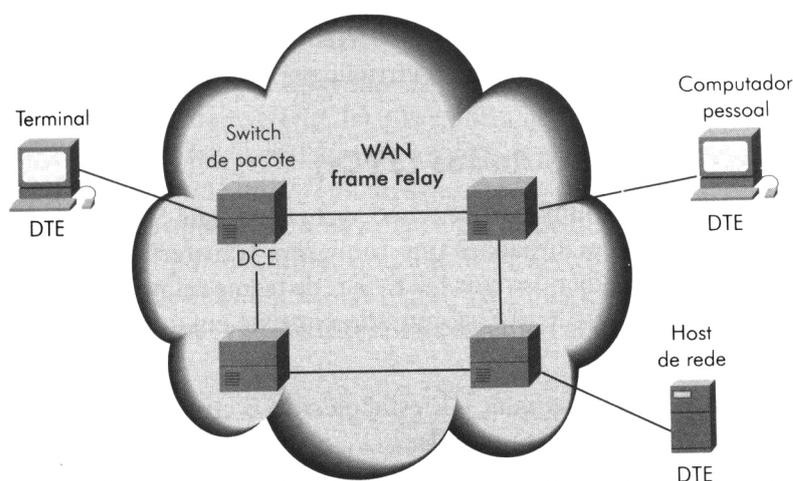


FIGURA 2. Geralmente os DCEs residem em WANs operadas por portadoras [3]

A conexão entre um dispositivo DTE e um dispositivo DCE é composta por um componente da camada física e um componente da camada de links. O componente físico define as especificações mecânicas, elétricas, funcionais e procedurais para a conexão entre os dispositivos. Uma das mais utilizadas especificações de interface de camada física é recomendada especificação (RS)-232 padrão. O componente da camada de links define o protocolo que estabelece a conexão entre dispositivo DTE, com um roteador, e o dispositivo DCE, como um switch. [5]

### **3.3. CIRCUITOS VIRTUAIS DE FRAME RELAY**

O frame relay proporciona uma comunicação da camada de link de dados orientada à conexão. Isso significa que a comunicação definida existe entre cada par de dispositivos e que essas conexões estão associadas a um identificador de conexão. Esse serviço é implementado pela utilização de um circuito virtual de frame relay, uma conexão lógica criada entre dois dispositivos de equipamentos de terminais de dados (DTE) em uma rede de comutação de pacotes (PSN) como frame relay.

Os circuitos virtuais fornecem um caminho de comunicação bidirecional de um dispositivo DTE para o outro e são identificados exclusivamente por um identificador de conexão de link de dados (DLCI). Vários circuitos virtuais podem ser multiplexados em um único circuito físico para a transmissão na rede. Essa capacidade costuma reduzir o equipamento e complexidade de rede necessários para a conexão de vários dispositivos DTE.

Um circuito virtual pode atravessar qualquer quantidade de dispositivos intermediários DCE (switches) localizados na PSN com frame relay.

Os circuitos virtuais de frame relay pertencem a duas categorias: circuitos virtuais comutados (SVCs) e circuitos virtuais permanentes (PVCs). [5]

### **3.3.1. Circuitos Virtuais Comutados (SVCs)**

Os circuitos virtuais comutados (switched virtual circuits-SVCs) são conexões temporárias utilizadas em situações que requerem transferências de dados somente esporádicas entre dispositivos DTE na rede frame relay. Uma sessão de comunicação por um circuito virtual comutado consiste em quatro estados operacionais:

- Configuração de chamada – É estabelecido o circuito virtual entre dois dispositivos DTE do frame relay.
- Transferência de dados – Os dados são transmitidos entre os dispositivos DTE pelo circuito virtual.
- Ocioso – A conexão entre os dispositivos DTE ainda está ativa, mas nenhum dado é transferido. Se o SVC permanecer ocioso por um determinado período, a chamada poderá ser terminada.

Término da chamada – O circuito virtual entre os dispositivos DTE é terminado.

Depois de concluído o circuito virtual, os dispositivos DTE precisarão estabelecer um novo SVC, caso haja dados adicionais a serem transmitidos. É esperado que os SVCs sejam estabelecidos, mantidos e terminados, utilizando os mesmos protocolos de sinalização empregados em ISDN. Entretanto, poucos fabricante de dispositivos DCE de frame relay incluem suporte às conexões virtuais comutadas. Assim, sua real implementação é mínima nas redes frame relay atuais. [5]

### **3.3.2. Circuitos Virtuais Permanentes (PVCs)**

Os circuitos virtuais permanentes (PVCs) são conexões permanentemente estabelecidas, utilizadas para transferência de dados freqüentes e consistentes entre dispositivos DTE em uma rede frame relay. A comunicação pelo PVC não requer os estados de configuração da chamada e de terminação, empregados com os SVCs. Os PVCs sempre operam em um dos seguintes estados operacionais:

- Transferir dados – Os dados são transmitidos entre os dispositivos DTE pelo circuito virtual.

- Ocioso – A conexão entre os dispositivos DTE está ativa, mas nenhum dado está sendo transferido. Ao contrário dos SVCs, os PVCs não serão terminados em nenhuma circunstância por estar no estado ocioso.

Os dispositivos DTE podem começar a transferência de dados sempre que estiverem prontos, pois o circuito é estabelecido de maneira permanente. [5]

### 3.3.3. Identificador da conexão de link de dados (DLCI)

Os circuitos virtuais de frame relay são identificados por meio de identificadores da conexão de link de dados (DLCIs). Os valores de DLCI costumam ser atribuídos pelo provedor de serviços de frame relay (por exemplo, a companhia telefônica). Os DLCIs de frame relay têm um significado local, ou seja, os próprios valores não são únicos na WAN frame relay. Dois dispositivos DTE conectados por um circuito virtual, por exemplo, poderão utilizar valores diferentes de DLCI para se referirem à mesma conexão. A figura 3 ilustra como um mesmo circuito virtual poderá receber valores diferentes de DLCI em cada extremidade da conexão. [5]

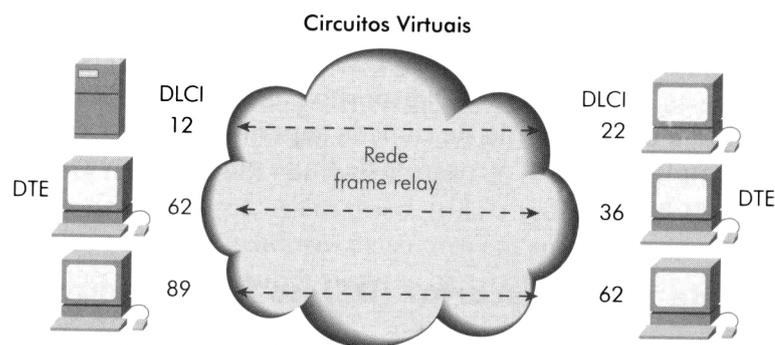


FIGURA 3. Um único circuito virtual de frame relay poderá receber DLCIs diferentes em cada uma de suas extremidades. [3]

### 3.4. MECANISMOS DE CONTROLE DE CONGESTIONAMENTOS

O frame relay reduz a sobrecarga da rede devido a implementação de mecanismos simples de notificação de congestionamento, no lugar de um controle de fluxo explícito, por circuito virtual. Tipicamente o frame relay é implementado em mídia de rede confiável, para que a integridade de dados não seja sacrificada, pois o controle de fluxo poderá ser deixado para os protocolos de camadas mais altas. O frame relay implementa dois mecanismos de notificação de congestionamento:

- Notificação explícita de congestionamento passada adiante (FECN)
- Notificação explícita de congestionamento passada como remoto (BECN)

Cada FECN e BECN é controlado por um único bit contido no cabeçalho do frame referente ao frame relay, que ainda contém um bit chamado Discard Eligibility (DE), elegibilidade para descartar, utilizado para identificar o tráfego menos importante que poderá ser ignorado durante os períodos de congestionamento.

O bit de FECN faz parte do campo Endereço do cabeçalho do frame referente ao frame relay. O mecanismo de FECN é iniciado quando um dispositivo DTE envia frames de frame relay na rede. Se a rede estiver congestionada, os dispositivos DCE (switches) definirão como “1” o valor do bit FECN dos frame. Quando os frames alcançarem o dispositivo DTE de destino, o campo Endereço (como o bit de FECN anexo) indicará que o frame enfrentou um congestionamento no caminho da origem até o destino. O dispositivo de DTE poderá retransmitir essa informação a um protocolo de camada superior para processamento. Dependendo da implementação poderá ser ignorada.

O bit de BECN faz parte do campo Endereço do cabeçalho do frame referente ao frame relay. Os dispositivos de DCE define como “1” o valor de bit do BECN dos frames que viajam na direção aos frames que contêm definido o bit FECN. Isso informa ao dispositivo DTE receptor que um determinado caminho na rede está congestionado. O dispositivo DTE então poderá retransmitir essa informação a um protocolo de camada superior para processamento. Dependendo da implementação, o controle de fluxo poderá ser iniciado ou a indicação poderá ser ignorada. [5]

### **3.4.1. Elegibilidade para descartar (DE) no frame relay**

O bit elegibilidade para descartar (DE) é empregado para indicar que um frame é menos importante do que outros frames. O bit DE faz parte do campo Endereço do cabeçalho do frame referente ao frame relay.

Os dispositivos DTE podem definir como 1 o valor do bit DE de um frame para indicá-lo como menos importante do que outros frames. Quando a rede ficar congestionada, os dispositivos DCE descartarão primeiro os frames que tenham o bit DE definido. Isso reduzirá a probabilidade de dados críticos serem excluídos pelos dispositivos DCE de frame relay durante os períodos de congestionamento. [5]

### **3.4.2. Verificação de erros no frame relay**

O frame relay utiliza um mecanismo comum de verificação de erros, conhecido como verificação de redundância cíclica (CRC). O CRC compara dois valores calculados e determina se ocorreram erros durante a transmissão da origem até o destino. O frame relay reduz a sobrecarga da rede, implementando a verificação em lugar da correção de erros. O frame relay costuma ser implementado em mídias de rede confiáveis e, portanto, a integridade de dados não será sacrificada, pois a correção de erros poderá ser deixada para os protocolos de camadas superiores no frame relay. [5]

### **3.5. INTERFACE DE ADMINISTRAÇÃO LOCAL (LMI) DO FRAME RELAY**

A interface de administração local (LMI) consiste em um conjunto de aprimoramentos da especificação básica do frame relay. Desenvolvida em 1990 pela Cisco Systems, StrataCom, Northern Telecom e Digital Equipment Corporation, a LMI oferece várias características (chamadas de extensões) para a administração de conexões complexas de redes. As principais extensões de LMI para o frame relay incluem o endereçamento global, as mensagens de status de circuitos virtuais e a capacidade multicast.

A extensão da LMI para endereçamento global fornece ao frame relay valores globais no lugar de um significado local, em relação ao identificador de conexão do link de dados (DLCI). Esses valores DLCI se tornam endereços DTE, que são únicos na WAN frame relay. A extensão de endereçamento global adiciona funcionalidade e capacidade de gerenciamento para internetworks de frame relay. As interfaces de redes individuais e os nós finais a elas anexados, por exemplo, poderão ser identificados com a utilização de técnicas padrão de descoberta e de resolução de endereços. Além disso, toda a rede frame relay parecerá ser uma LAN típica para os roteadores existentes em sua periferia.

As mensagens da LMI sobre o status de circuitos virtuais proporcionam a comunicação e a sincronização entre dispositivos DCE e DTE da frame relay. Essas mensagens são utilizadas para fornecer um relato periódico sobre o status de PVCs, impedindo que os dados sejam enviados para buracos negros (para PVCs que já não existem).

A extensão multicast da LMI permite a atribuição de grupos. O multicast economiza largura de banda, permitindo atualizações de roteamento e mensagens de resolução de endereços, a serem

enviadas para grupos específicos de roteadores. A extensão também transmite relatórios sobre o status de grupos de multicast nas mensagens de atualização. [5]

### 3.6. IMPLEMENTAÇÃO DE REDES FRAME RELAY

A implementação comum de uma rede frame relay particular consiste em equipar um multiplexador T1 com interfaces frame relay e não frame relay. O tráfego de frame relay é encaminhado pela respectiva interface para a rede de dados. O tráfego não frame relay é encaminhado à aplicação ou serviço apropriados, como uma central telefônica privada (PBX) para o serviço de telefonia ou para uma aplicação de vídeo-teleconferência.

Uma típica rede frame relay é formada por vários dispositivos DTE, como roteadores, conectados a portas remotas em equipamentos multiplexadores por meio de serviços ponto a ponto tradicionais como T1, T1 fracionário ou circuitos de 56 K. Um exemplo de uma rede frame relay simples é mostrado na Figura 4.

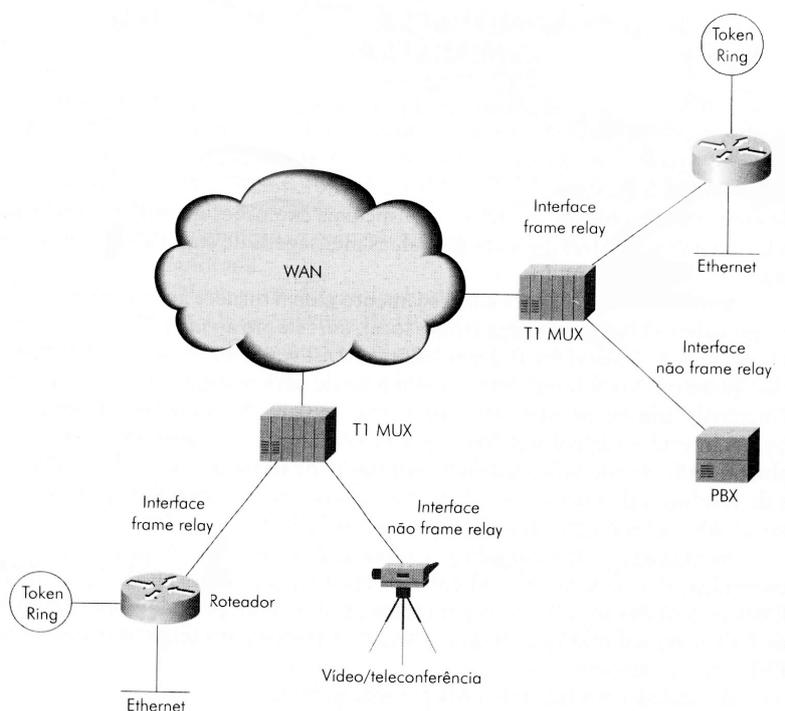


FIGURA 4. Uma rede frame relay simples conecta vários dispositivos a diferentes serviços em uma WAN [3]

Em sua maioria, as redes frame relay implementadas atualmente são fornecidas por provedores de serviço que pretendem oferecer serviços de transmissão aos clientes. Com frequência, isso vem sendo chamado de um serviço público de frame relay. O frame relay é implementado tanto em redes fornecidas por portadoras públicas, como em redes corporativas privadas. A seção seguinte examina as duas metodologias de implementação do frame relay. [5]

### **3.6.1. Redes com portadora pública**

Em redes frame relay com portadora pública, o equipamento de switch do frame relay fica localizado nos escritórios centrais de um portador de telecomunicações. Os assinantes são carregados com base no uso de suas próprias redes, mas não precisam administrar e manter o equipamento e o serviço da rede frame relay.

Geralmente, o equipamento DCE também pertence ao provedor de telecomunicações. O equipamento DCE pertencerá ao cliente ou poderá ser fornecido pelo provedor de telecomunicações como um serviço para o cliente.

Hoje, em sua maioria, as redes de frame relay são redes com portadora pública. [5]

### **3.6.2. Redes corporativas privadas**

Cada vez mais, empresas por todo o mundo estão implementando redes de frame relay privadas, cuja administração e manutenção são responsabilidades do empreendedor (uma empresa privada). Todo o equipamento, inclusive o equipamento de switch, pertence ao cliente. [5]

## **3.7. FORMATO DOS FRAMES EM REDES FRAME RELAY**

Para entender a maior parte da funcionalidade de uma rede frame relay, será de grande ajuda compreender a estrutura dos frames empregados nessas redes. A Figura 5 descreve o formato básico do frame de uma rede frame relay e a Figura 6 ilustra a versão de LMI do frame de uma rede frame relay.

O começo e fim do frame são indicados por flags. Três principais componentes compõem o frame de uma rede frame relay: o cabeçalho e a área de endereço, a parte de dados do usuário e a sequência de verificação do frame (FCS). A área de endereço, com 2 bytes de comprimento, é composta por 10 bits que representam o identificador do circuito atual e 6 bits de campos relacionados à administração de congestionamentos. Esse identificador costuma ser identificado

como o identificador da conexão de link de dados (DLCI). Cada um desses componentes é descrito adiante. [5]

### 3.7.1. Frame padrão de uma rede frame relay

Os frames padrão de uma rede frame relay são formados pelos campos da Figura 5.

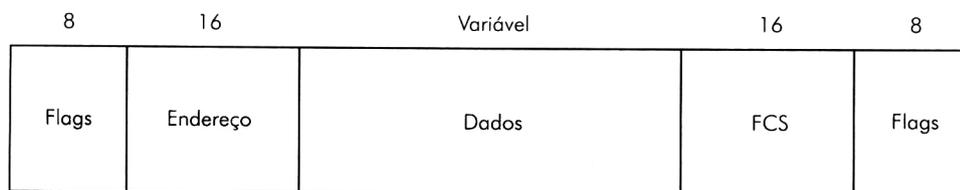


FIGURA 5. Cinco campos formam o frame padrão de uma rede frame relay. [3]

As seguintes descrições resumem os campos básicos dos frames utilizados em redes frame relay, ilustrados na Figura 5.

- Flags - Delimitam o começo e o fim do frame. O valor desse campo sempre é o mesmo, representado como o número hexadecimal 7E ou o número binário 01111110.
- Endereço - Contém as seguintes informações:
  - DLCI: O identificador DLCI de 10 bits é a essência do cabeçalho de frame relay. Esse valor representa a conexão virtual entre o dispositivo DTE e o switch. Cada conexão virtual multiplexada no canal físico será representada por um DLCI único. Os valores do DLCI somente têm significado local, ou seja, são únicos apenas no canal físico em que residem. Portanto, dispositivos nas extremidades opostas de uma conexão poderão usar DLCIs diferentes para se referirem à mesma conexão virtual.

- Endereço estendido (EA): Indica se o último campo do endereço é o byte no qual o valor de endereço estendido é 1. Se o valor for 1, então o byte atual é determinado como o último conjunto de oito bits do DLCI. Embora a implementação de todas as redes frame relay atuais utilize um DLCI com dois conjuntos de oito bits, essa capacidade permitirá que DLCIs com comprimento maior sejam empregados no futuro. O oitavo bit de cada byte do campo Endereço é usado para indicar o endereço estendido.
- C/R: Bit seguinte ao byte mais significativo do DLCI no campo Endereço. O bit C/R não está definido atualmente.
- Controle de congestionamento: Formado pelos três bits que controlam os mecanismos de notificação de congestionamento em redes frame relay. São os bits de FECN, de BECN e de DE, os três últimos bits encontrados no campo Endereço.

A notificação explícita de congestionamento passada adiante (FECN) é um campo com um único bit, cujo valor poderá ser definido igual a 1 por um switch, com a finalidade de indicar a um dispositivo final DTE, como um roteador, que ocorreu um congestionamento na direção em que o frame foi transmitido da origem para o destino. O principal benefício do uso dos campos FECN e BECN é a habilidade de protocolos de camada superior para reagir de forma inteligente a esses indicadores de congestionamento. Hoje, DECnet e OSI são os únicos protocolos de camada superior, capazes de implementar essas capacidades.

Notificação explícita de congestionamento passada como retorno (BECN) é um campo com um único bit e, quando seu valor é definido como 1 por um switch, indica um congestionamento da rede na direção oposta à transmissão do frame da origem para o destino.

A elegibilidade para descartar (DE) é estabelecida pelo dispositivo DTE, como um roteador, para indicar que o frame marcado tem menos importância do que os outros frames transmitidos. Os frames marcados como "escolhas para descarte" deverão ser descartados antes de outros frames em uma rede congestionada. Isso permite um mecanismo bastante básico de prioridade em redes frame relay.

- Dados - Contém dados encapsulados da camada superior. Cada frame nesse campo de comprimento variável inclui dados do usuário ou informações úteis que poderão variar quanto ao comprimento em até 16.000 conjuntos de oito bits. Esse campo serve para transportar o pacote de protocolos da camada superior (PDU) em uma rede frame relay.

- Sequência de verificação do frame - Assegura a integridade dos dados transmitidos. Esse valor é computado pelo dispositivo de origem e é verificado pelo receptor para assegurar a integridade da transmissão. [5]

### 3.7.2. Formato do frame da LMI

Os frames de redes frame relay que estão em conformidade com as especificações de LMI são formados pelos campos ilustrados na Figura 6.

1	2	1	1	1	1	Variável	2	1
Flag	DLCI de LMI	Indicador de informações não numeradas	Discriminador do protocolo	Referência da chamada	Tipo de mensagem	Elementos das informações	FCS	Flag

FIGURA 6. Nove Campos formam o frame relay de acordo com o formato de LMI. [3]

As seguintes descrições resumem os campos ilustrados na Figura 6.

- Flag - Delimita o começo e o fim do frame.
- DLCI de LMI - Identifica o frame como um frame LMI, em vez de um frame básico de rede frame relay. O valor específico definido na especificação LMI é DLCI = 1023.
- Indicador de informações não-numeradas - Define o bit poll/final como zero.
- Discriminador do protocolo - Sempre contém um valor indicando que se trata de um frame de LMI.
- Referência da chamada - Sempre contém zeros. Atualmente esse campo não é usado.
- Tipo de mensagem - Rotula o frame como um dos seguintes tipos de mensagem:
  - Mensagem de investigação de status: Permite que um dispositivo de usuário indague sobre o status da rede.
  - Mensagem de status: Resposta a mensagens de investigação de status. Incluem mensagens de status do PVC e para manter a atividade.

- Elementos de informação - Contêm um número variável de elementos de informações (EI) individuais. São formados pelos seguintes campos:
  - Identificador do EI: Identifica o EI de maneira exclusiva. Comprimento do EI: Indica o comprimento do EI.
  - Dados: Consiste em um ou mais bytes contendo dados encapsulados da camada superior.

Seqüência de verificação do frame (FCS) - Assegura a integridade dos dados transmitidos. [5]

#### **4. FRAME RELAY E X.25**

Os protocolos e produtos X.25 em que se baseiam as redes públicas de dados já foram amplamente testados, sendo estáveis e seguros. Por isso é interessante registrar o grande interesse despertado por uma tecnologia alternativa denominada frame relay. De proposição teórica, em 1988, o frame relay se transformou num padrão ANSI e CCITT; em constante evolução, que ameaça a supremacia do X.25.

O protocolo X.25 é um projeto conservador que numera, confirma e supervisiona todos os pacotes, chegando a pedir aos pontos de comutação da rede que retransmitam os pacotes que “morrem” pelo caminho. Esse projeto conservador protege os dados, mas também exige o comprometimento de recursos caros de computação e comunicação para cuidar de tantos detalhes.

O conceito do protocolo frame relay se baseia na constatação de que os sistemas de transmissão modernos são confiáveis e têm pouco ruído, e que a redução do overhead (código extra que tem que ser armazenado para organizar o programa) de proteção propiciaria um throughput (taxa de rendimento) melhor a um custo mais baixo sem comprometer desnecessariamente os dados.

O conceito de frame relay retira parte das responsabilidades dos pontos de comutação da rede, deixando-as a cargo dos terminais em cada ponta. Se houver algum problema com um pacote, por exemplo se um bit se perder, ou se um nó estiver tão congestionado a ponto de receber mais pacotes do que consegue processar, a rede frame relay se limitará a descartar os dados, esperando que o terminal tome as providências adequadas. Em geral, será preciso retransmitir os dados que não conseguirem chegar ao destino. Os protocolos de redes locais como o SPX/IPX da Novell costumam ter suas próprias rotinas de controle de erros, que seriam redundantes com o controle de erros do X.25 e, assim, se encaixam perfeitamente com a arquitetura do frame relay. Por outro lado, esse esquema de recuperação tem a desvantagem de aumentar o tráfego na rede. Se os pacotes do frame relay forem descartados devido aos congestionamentos, a retransmissão dos dados só fará agravar o problema. Portanto, mesmo que os terminais possam recuperar os blocos descartados, continua sendo importante minimizar perdas dos pacotes. [6]

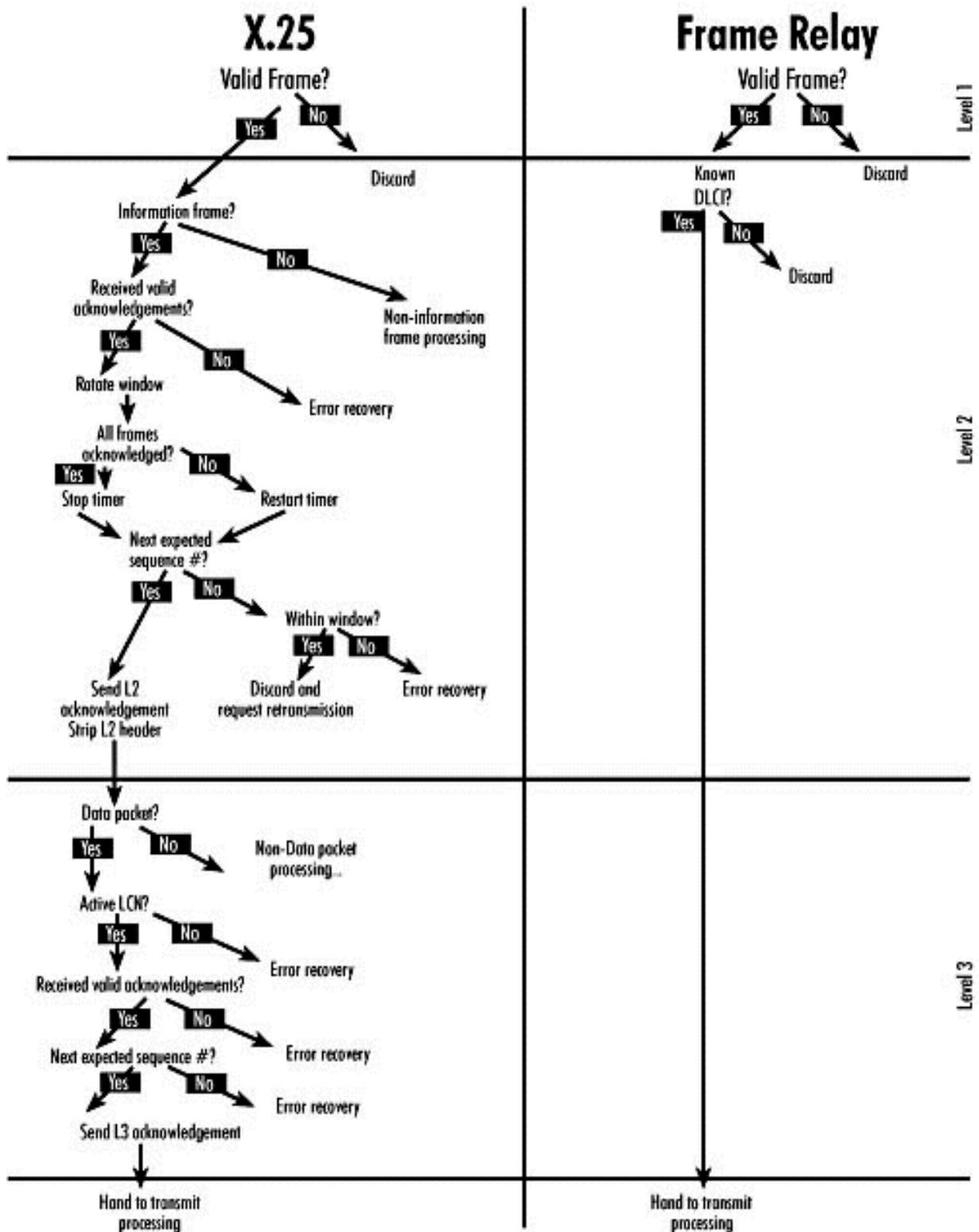


FIGURA 7. Comparação do caminho frame relay com o caminho X.25 [9]

#### **4.1. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO FRAME RELAY**

A desvantagem potencial de frame relay quando comparado ao X.25 é a de que, com frame relay, não é possível fazer um controle de fluxo e de erro nodo a nodo (apesar do frame relay não ter um controle de fluxo e erro fim-a-fim, isto é facilmente obtido em um nível mais alto). Além disso, em X.25 o protocolo de controle de ligação pode ser usado a cada nodo para confiabilidade. Com o uso de frame relay este controle nodo a nodo é perdido, mas com o aumento da confiabilidade de transmissão e roteamento, esta não é uma grande desvantagem.

A vantagem de frame relay é que o processo de comunicação tornou-se mais linear. A funcionalidade do protocolo ao nível da interface usuário-rede é reduzida, assim como no processamento interno da rede. Como resultado, uma menor espera e maior vazão pode ser esperada. Estudos indicam uma melhora em vazão com uso de frame relay em relação a X.25 de pelo menos uma ordem de magnitude. A recomendação I.233 da I-TUT indica que frame relay deve ser usado em velocidade de acesso de até 2 Mbps.

O padrão ANSI T1.606 lista quatro exemplos de aplicações que seriam beneficiadas com o serviço de frame relay em um canal de alta velocidade:

- Aplicações de dados orientadas a bloco: um exemplo de aplicações orientadas a bloco seria gráficos de alta resolução. As características deste tipo de aplicações são baixas esperas e alta vazão.
- Transferência de arquivos: aplicações de transferência de arquivos devem atender a requisitos de transferência de grandes arquivos. Espera não é tão crítica para esta aplicação como, por exemplo, na aplicação anterior. Alta vazão pode ser necessária para atender grandes transferências em um tempo razoável.
- Multiplexação de baixa taxa de bits (bit rate): as aplicações multiplexadas de baixa taxa de bits exploram a capacidade de multiplexação do serviço de frame relay a fim de fornecer uma configuração econômica de acesso para um grande número de aplicações de baixa taxa de bits. O próximo item descreve um exemplo deste tipo de aplicação. Essas aplicações podem ser multiplexadas em um canal por um serviço de rede.

- Tráfego orientado a caracteres: Um exemplo de aplicação orientada a caractere é a edição de texto. As principais características desse tipo de aplicação são pequenos frames, baixa espera, e baixa vazão. [6]

## 4.2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

A abordagem tradicional de serviços orientados ao roteamento de pacotes usa X.25, que não somente determina a interface usuário-rede mas também influi no projeto interno da rede. A abordagem do X.25 resulta em um overhead considerável, pois a cada nodo da rede, o protocolo exige um pacote de acknowledgment<sup>1</sup> para cada pacote de dados. Isto pode ser visualizado na figura 12. Além disso, a cada nodo intermediário faz-se necessária a manutenção de tabelas de estado para cada circuito virtual para lidar com o gerenciamento e controle de fluxo e de erros do protocolo X.25. [7]

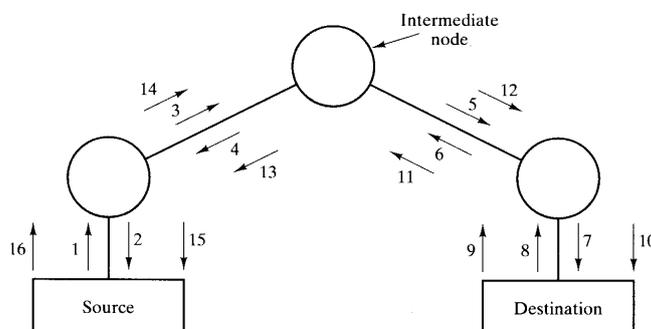


FIGURA 8. Transmissão de pacotes por X.25 [6]

Todo este overhead pode ser justificado quando há uma probabilidade significativa de erro em qualquer das ligações da rede. Mas esta abordagem pode não ser a mais apropriada para o atual estado da comunicação digital. As redes de hoje usam tecnologia confiável de transmissão digital por ligações de alta qualidade e confiabilidade, muitas vezes de fibra ótica. Além disso, com o uso de fibra ótica e transmissão digital, altas taxas de transmissão podem ser atingidas, e neste ambiente o protocolo X.25 não é somente desnecessário, como também degrada a utilização efetiva das taxas de transmissão disponíveis.

Frame relay é projetado para eliminar muito desse overhead que X.25 impõe nos usuários finais do sistema e na rede de troca de pacotes. A figura 9 mostra o funcionamento de frame relay, no qual um único pacote de dados vai da origem ao destino e um acknowledgment, gerado em uma camada mais acima, é levado de volta em um frame. [7]

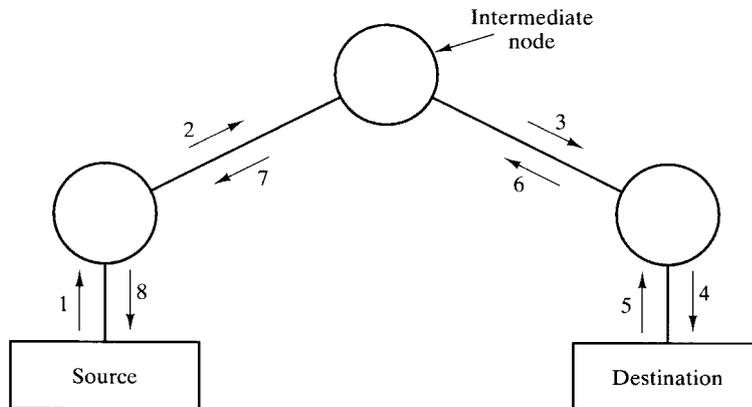


FIGURA 9. Transmissão de pacotes por frame relay. [6]

---

<sup>1</sup>Confirmação; em comunicação de dados, sinal retornado pelo receptor avisando o transmissor que os dados enviados chegaram corretamente.

## 5. ARQUITETURA FRAME RELAY

Deve-se considerar dois diferentes planos de operação: o Plano de Controle, que está envolvido no estabelecimento e término de conexões lógicas, e o Plano de Usuário, que é responsável pela transferência de dados entre usuários. Logo, protocolos do Plano de Controle são

entre um usuário e a rede enquanto que protocolos do Plano de Usuário fornecem serviços fim-a-fim.

O Plano de Controle para serviço de frame relay é similar ao usado para sinalização de canal em comutação de circuitos no qual um canal lógico separado é usado para informações de controle. No nível de enlace, é estabelecido um serviço de controle confiável, com controle de erro e de fluxo entre o usuário e a rede.

Para a real transferência de informações entre usuários finais, são usadas as seguintes funções:

- Delimitação, alinhamento e transparência de frames;
- Multiplexação e demultiplexação de frames usando o campo de endereço;
- Inspeção do frame para garantir que este seja constituído de um número íntegro de octetos;
- Inspeção do frame para garantir que este não seja nem muito longo nem muito curto;
- Detecção de erros de transmissão;
- Funções de controle de congestionamento.

Essas funções constituem uma subcamada do nível de enlace, fornecendo os serviços básicos de transferência de frames de um usuário a outro sem controle de fluxo nem de erro. Acima disso, o usuário pode optar por um serviço de enlace adicional, ou funções fim-a-fim do nível de rede que não são partes do serviço de frame relay. Baseado nessas funções, a rede oferece frame relay como um serviço da camada de enlace orientado a conexão com as seguintes propriedades:

- Preservação da ordem de transferência dos frames de uma ponta da rede a outra;
- Uma pequena probabilidade de perda de frames. [6]

## **6. CONEXÃO FRAME RELAY**

A fim de facilitar o entendimento deve-se primeiro considerar o gerenciamento de conexões de frame relay. Portanto, suponha-se que o usuário tenha estabelecido uma conexão de acesso a um ponto de fornecimento de serviço de frame relay. Análogo a redes de comutação de pacotes, o usuário está apto a trocar frames de dados com qualquer outro usuário ligado à rede. Para este propósito, a conexão de frame relay, assim como o circuito virtual de comutação de pacotes, deve ser inicialmente estabelecida entre dois usuários.

Assim como X.25, frame relay provê conexões múltiplas em uma única linha. No caso de frame relay, essas conexões são chamadas conexões de enlace e cada uma tem um identificador de conexão de enlace único (DLCI - Data Link Connection Identifier). A transferência de dados envolve os seguintes passos:

- Estabelecimento de uma conexão lógica entre dois pontos finais e atribuição de um DLCI único para a conexão.
- Troca de informações em frames. Cada frame contém um campo de DLCI para identificar a conexão.
- Liberação da conexão lógica.

O estabelecimento e liberação de uma conexão lógica é obtido através da troca de mensagens em uma conexão lógica dedicada a chamadas de controle com DLCI = 0. Um frame com DLCI = 0 contém uma mensagem de chamada de controle no campo de informações. No mínimo 4 tipos de mensagens são necessários: SETUP, CONNECT, RELEASE e RELEASE COMPLETE. Qualquer lado pode requisitar o estabelecimento de uma conexão lógica através do envio de uma mensagem de SETUP. O outro lado, ao receber a mensagem do SETUP, deve responder com uma mensagem de CONNECT caso a conexão seja aceita; caso contrário, a resposta deve ser uma mensagem RELEASE COMPLETE.

O lado que mandou a mensagem de SETUP pode atribuir o DLCI através da escolha de um valor não usado e incluir este valor na mensagem do SETUP; caso contrário, o valor do DLCI é atribuído pelo lado que aceitou a conexão através da mensagem de CONNECT. Qualquer lado pode requisitar a liberação da conexão lógica mandando uma mensagem de RELEASE. O outro lado, ao receber esta mensagem, deve responder com a mensagem de RELEASE COMPLETE. [6]

## 7. FUNÇÃO DE REDE

A função de frame relay feita por ISDN, ou qualquer outra rede que ofereça serviço de frame relay, consiste no roteamento de frames do formato definido baseado no seus valores de DLCI (Data Link Connection Identifier). A figura 13 mostra a operação de um gerenciador de serviço de frame relay em uma situação na qual um certo número de usuários estão diretamente conectados ao mesmo gerenciador através de diferentes canais físicos. Esta operação poderia ser feita por dois ou mais gerenciadores. Na figura, a lógica de decisão é mostrada conceitualmente como um módulo à parte: o ponto de controle de frame relay. Este módulo é responsável pelas decisões de roteamento.

Normalmente, o roteamento é controlado por entradas em uma tabela de conexões baseada em DLCI que mapeia frames que chegam de um canal para outro. O gerenciador comuta um frame de um canal de entrada para um canal de saída baseado na devida entrada da tabela de conexões, e traduz o DLCI do frame antes da transmissão. Por exemplo, como pode ser visto na figura, frames provenientes de B na conexão lógica 306 são retransmitidos para D na conexão lógica 342. A figura também mostra a função de multiplexação: as diversas conexões lógicas para D são multiplexadas no mesmo canal físico. Deve-se notar que todos os terminais têm uma conexão lógica para o ponto de controle de frame relay com valor de DLCI=0.

Como parte do serviço de frame relay, o FCS (Frame Check Sequence) de cada frame de entrada é checado. Quando um erro é detectado o frame é simplesmente descartado. E responsabilidade do usuário final implementar recuperação de erro acima do protocolo de frame relay. [6]

## **8. OPERAÇÕES DE CONTROLE COM FRAME RELAY**

As operações de controle são de extrema importância no processo de transmissão de dados por pacotes, a seguir iremos apresenta-las detalhadamente.

### **8.1. CONTROLE DE CONGESTIONAMENTO**

A Recomendação I.370 do ITU-T define os objetivos do controle de congestionamento do frame relay como os seguintes:

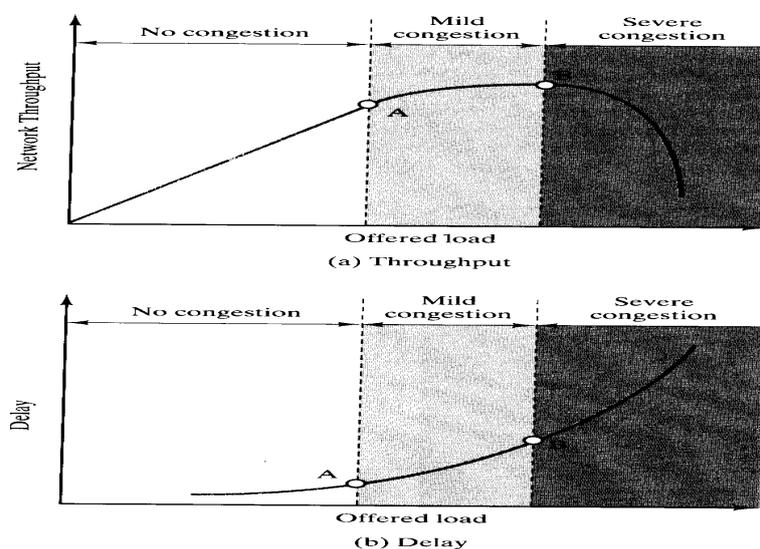
- Minimizar o descarte de frames;
- Manter um serviço de qualidade com alta probabilidade e mínima variância;
- Minimizar a possibilidade de que um usuário final possa monopolizar recursos da rede às custas de outros usuários finais;
- Ser simples de implementar e acarretar em pequeno overhead em quaisquer dos usuários finais ou na rede;
- Criar o mínimo de tráfego adicional na rede;
- Distribuir igualmente recursos da rede entre os usuários finais;

- Limitar o espalhamento do congestionamento para outras redes e elementos dentro da rede;
- Operar efetivamente a despeito do fluxo de tráfego em qualquer direção entre usuários finais;
- Ter interação ou impacto mínimo em outros sistemas na rede de frame relay;
- Minimizar a variância na qualidade do serviço para conexões individuais de frame relay durante o congestionamento. Isto significa que conexões lógicas individuais não deveriam sofrer uma degradação repentina quando um congestionamento está por ocorrer ou já ocorreu.

O desafio do controle de congestionamento é particularmente grave para uma rede de frame relay por causa da limitação de ferramentas disponíveis aos gerenciadores de frame relay. O protocolo de frame relay foi linearizado de modo a maximizar vazão e eficiência; uma consequência disso é que o gerenciador de frames não pode controlar o fluxo de frames vindos de um usuário (ou de um gerenciador de frames adjacente) usando o protocolo de controle de fluxo por janela deslizante.

O controle de congestionamento é uma responsabilidade conjunta da rede e dos usuários finais. A rede (a coleção de todos os gerenciadores de frames) está numa melhor posição para monitorar o grau de congestionamento, enquanto que os usuários finais estão numa melhor posição para controlar o congestionamento pela limitação do fluxo de tráfego. [6]

FIGURA 10. Curvas de congestionamento e atraso no tráfego. [6]



A tabela 1 descreve as técnicas de controle de congestionamento definidas em vários documentos do ANSI e do ITU-T utilizadas por frame relay:

Técnica	Tipo	Função
Controle de descarte	Estratégia de descarte	Fornecer orientação à rede em relação a quais frames descartar
Notificação de congestionamento explícito prévio	Prevenção de congestionamento	Fornecer orientação a sistemas finais sobre congestionamento na rede
Notificação de congestionamento explícito futuro	Prevenção de congestionamento	Fornecer orientação a sistemas finais sobre congestionamento na rede
Notificação de congestionamento implícito	Recuperação de congestionamento	Sistemas finais deduzem que há congestionamento em função de frames perdidos

Tabela 1: Técnicas de controle de congestionamento. [6]

## 8.2. TRANSFERÊNCIA DE DADOS DO USUÁRIO

A operação de frame relay para transferência de dados do usuário é melhor explicada pelo formato do frame ilustrado na figura 11:

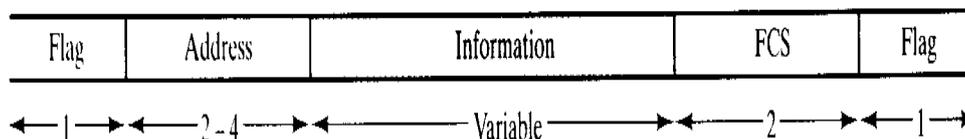


FIGURA 11. Formato do frame [6]

Este formato tem as seguintes implicações:

- Existe somente um tipo de frame, usado para carregar dados do usuário. Não existem frames de controle.
- Não é possível enviar sinais de controle; uma conexão lógica só pode carregar dados do usuário.
- Não é possível fazer controle de fluxo nem de erros e não há número de seqüência.

O FCS (Frame Check Sequence) serve para verificar perdas de frames ou a chegada de frames não destinados àquele nodo. O campo de informação carrega dados de camadas superiores. Se o usuário decidir implementar funções de controle de enlace fim-a-fim, então um frame de enlace pode ser carregado neste campo.

O campo de endereço tem um comprimento padrão de dois octetos e pode ser estendido para três ou quatro. Ele carrega um DLCI de 10, 17 ou 24 bits. O DLCI tem a mesma função que o número de circuito virtual em X.25: permite que múltiplas conexões lógicas de frame relay sejam multiplexadas em um único canal. Assim como em X.25, o identificador da conexão tem apenas significado local; cada fim da conexão lógica atribui seu próprio DLCI de um grupo de números não usados localmente, e a rede deve mapear de um para outro. A alternativa de usar o mesmo DLCI nas duas pontas necessitaria algum tipo de gerenciamento global de valores de DLCI. O campo de endereço contém, ainda, informações sobre seu próprio tamanho, bits de controle de congestionamento e bits específicos de aplicação. [6]

### **8.3. GERENCIAMENTO DA TAXA DE TRÁFEGO**

Como última opção, uma rede de frame relay deve descartar frames para lidar com o congestionamento, se não houver outra solução. Como cada gerenciador de frames da rede tem memória finita disponível para enfileirar frames, é possível que haja overflow em uma fila, necessitando que o frame mais recente ou algum outro seja descartado.

O modo mais simples de lidar com congestionamento é fazer com que a rede de frame relay descarte frames arbitrariamente, a despeito da fonte de um certo frame. Neste caso, como não há recompensa à um sistema final por limitar a transmissão, a melhor estratégia para qualquer sistema é transmitir frames o mais rápido possível, o que, e claro, só agrava o problema. [6]

## 8.4. CIR

De modo a fornecer uma alocação de recursos mais justa, o serviço de frame relay inclui o conceito de taxa combinada de informação (CIR - Committed Information Rate). Esta é a taxa em bits por segundo que a rede concorda em prover a uma determinada conexão. Quaisquer dados transmitidos que excedam a CIR está sujeita a ser descartada na eventualidade de um congestionamento. Apesar do uso do termo “combinada”, não há garantia de que mesmo esta CIR será mantida. No caso de congestionamento extremo, a rede pode ser forçada a fornecer um serviço abaixo da CIR para uma dada conexão. No entanto, no momento de descartar frames, a rede irá escolher para descarte os frames de conexões que excederem à CIR, antes de descartar frames que estejam dentro de sua CIR.

Para conexões permanentes, a CIR para cada conexão deve ser estabelecida no momento que a conexão é feita entre usuário e rede. Para conexões comutadas, a CIR é negociada na fase do SETUP do protocolo de chamada de controle. A decisão de qual frame descartar é indicada em função do bit de elegibilidade de descarte (DE) do frame que encontra-se dentro do campo de endereço. Se o usuário está enviando dados abaixo da CIR, o gerenciador de frames não altera o bit DE; caso contrário, este bit é ligado e passado adiante. Se for encontrado congestionamento, o frame com o bit DE ligado é um candidato potencial para descarte. [6]

## 8.5 PREVENÇÃO DE CONGESTIONAMENTO COM SINALIZAÇÃO EXPLÍCITA E IMPLÍCITA

No frame relay, há algumas maneiras distintas de manipular pacotes que são descartados devido ao tráfego congestionado. Esses métodos não fazem parte do frame relay como tal, mas fazem parte do equipamento do usuário final que envia e recebe os quadros e os protocolos nas LANs conectadas.

Um tipo de manipulação de congestionamento permite ao destinatário tratar do controle de tráfego. Parte de um quadro frame relay é um campo de informações de congestionamento. O emissor pode ajustar um bit (chamado bit de congestionamento explícito antecipado – forward explicit congestion bit – FECN), no campo que é monitorado pelo receptor. Se o número de bits exceder uma certa densidade, o receptor irá recusar-se a aceitar mais quadros até estar em condições de receber novos dados, como mostra na figura 12. [8]

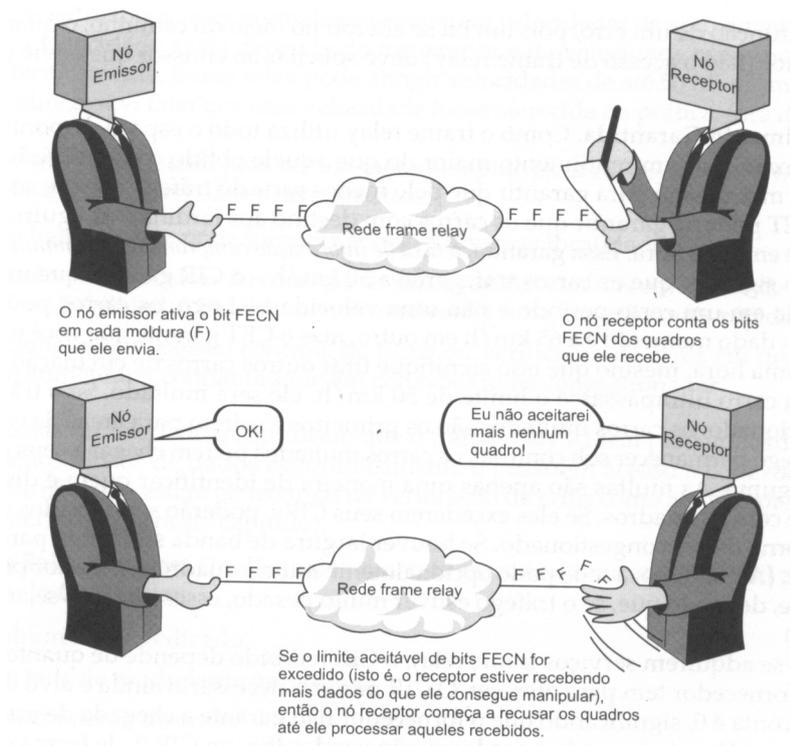


FIGURA 12 – Controle de congestionamento explícito FECN. [8]

Um outro método funciona de forma similar, exceto que o bit a ser usado é chamado de bit de congestionamento explícito passado (backward explicit congestion bit –BECN). Se o número de bits BECN exceder um certo limite, o receptor solicitará ao emissor para deixar de enviar os quadros tão rapidamente. A partir do momento em que o receptor tiver terminado de tratar dos blocos atuais, ele notificará o emissor de que ele pode começar a enviar dados novamente, como mostra na figura 13. [8]

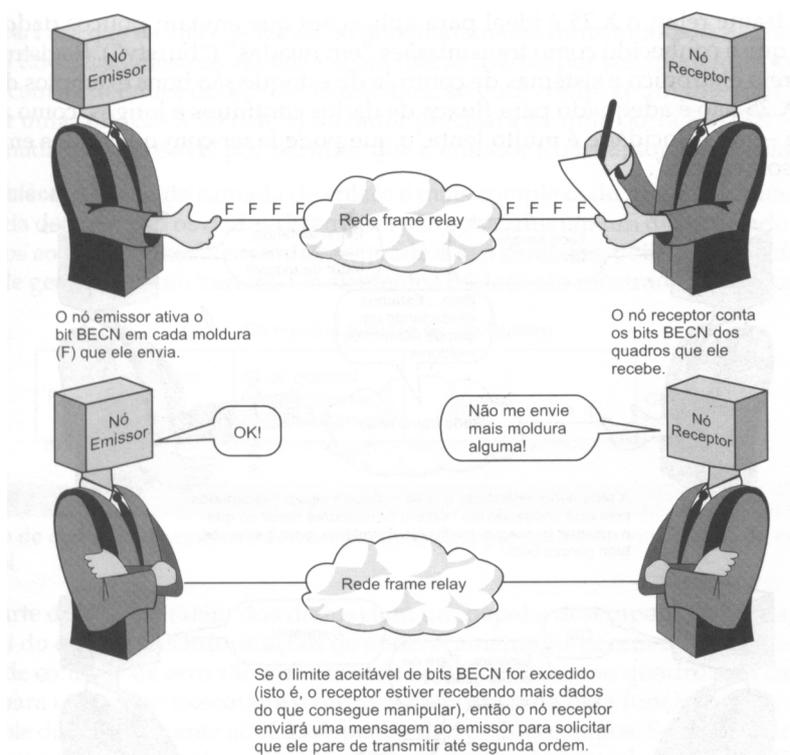


FIGURA 13 – Controle de congestionamento explícito BECN. [8]

Ambos os métodos são chamados de explícitos, significando que eles tomam providências efetivas para garantir que o tráfego não fique muito ruim.

Há, todavia, um método de controle de congestionamento que qualquer conexão frame relay pode fornecer. Se o equipamento do usuário for capaz de medir o número de quadros descartados, ele pode determinar quando esse número ultrapassou um certo limite e solicitar ao emissor para

diminuir o ritmo da transmissão. Esse método não é tão bom no tratamento de situações de congestionamento quanto ao FECN e ao BECN, uma vez que ele somente resolve o problema depois de ele ter se tornado crítico, mas às vezes ele é a sua única opção. A figura 14 mostra como funciona o controle de congestionamento implícito. [8]

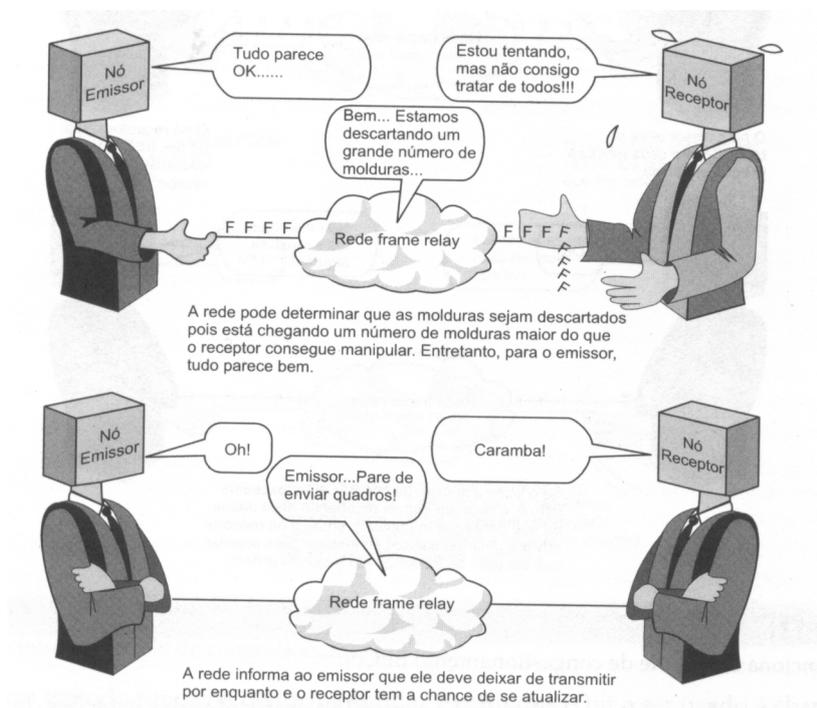


FIGURA 14 – Controle de congestionamento implícito. [8]

## 9. O CABEÇALHO FRAME RELAY E O DLCI

O padrão para o protocolo frame relay foi desenvolvido pela ANSI e CCITT simultaneamente. As especificações diferentes de LMI foram incorporadas na especificação ANSI.

A seguinte discussão da estrutura do protocolo incluem as partes mais importantes desta especificação

A estrutura frame relay é baseada no protocolo LAPD. Na estrutura frame relay, o cabeçalho é alterado levemente para conter o DLCI e os bits de congestionamento no lugar do endereço normal e nos campos de controle.

Este novo cabeçalho têm o tamanho de 2 bytes. O formato do cabeçalho é demonstrado na figura 15. [9]

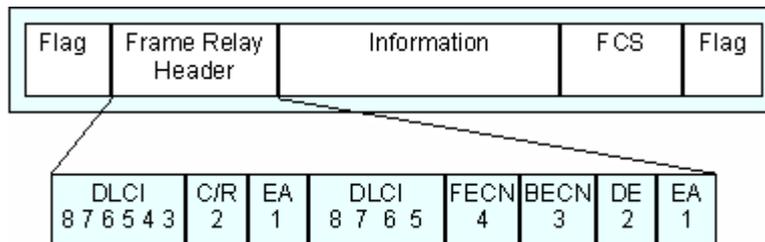


FIGURA 15. Frame Relay header structure. [9]

**DLCI** - representa o endereço de um frame e corresponde a um PVC.

**C/R** - Designa se o pacote é um comando ou uma resposta.

**EA** - Extended Address ocupa até 2 bytes adicionais na cabeçalho frame relay, expandindo dessa forma o número de possíveis endereços.

**FECN** - Notificação explícita de congestionamento à frente.

**BECN** – Notificação explícita de congestionamento para trás.

**DE** – Elegibilidade de descarte (see DE below).

O campo de informação pode incluir outros protocolos dentro deste, como X.25, IP ou pacotes SDLC (SNA).

## **10. VANTAGENS DE SERVIÇO**

Frame relay despreza funcionalidades da rede (controle de erro, controle de fluxo).com base na diminuição de processos na rede e qualidade da infra-estrutura de transmissão, temos:

1. Mínimo retardo na rede;
2. Elevado percentual de informações úteis transmitidas, overhead mínimas;
3. Maior velocidade.

Ainda, transporta, transparentemente, diferentes tipos de tráfego, múltiplos protocolos e aplicações, incluindo as próprias de ambientes LANs. [9]

- Protocolo frame relay é um protocolo mais sensível que o protocolo X.25.
- Frame relay opera em uma capa núcleo de nível 2 e OSI e X.25 em protocolo de nível 3.

	X. 25	FRAME RELAY
Facilidades	Muitas	Poucas
Velocidade	Baixa/Média 400bps a 2Mbps	Alta 64Kbps a 2Mbps
Retardo	Alto	Baixo
Throughput	Médio	Alto
Tipo de tráfego	Dados	Dados/Voz
Transparência do protocolo	Não	Sim

Tabela 2: Comparação entre frame relay e X.25 [9]

O frame relay apresenta as seguintes propriedades:

- Flexibilidade: Permite ao cliente incorporar modificações e ampliações sem que estas impliquem em reimplantar a rede do cliente.

- Eficiência: Otimiza o dimensionamento dos recursos de acordo com os recursos e com o uso que se vai fazer dos mesmos, e permite a conexão eficiente entre instalações de clientes de diversos tipos.
- Transparência: Permite eliminar as funções que são realizadas por protocolos de nível superior, permitindo mínimos retardos da rede alta transparência no transporte.
- Solução ponto a ponto: A rede do cliente é supervisionada continuamente e em caso de proceder algum problema, o mecanismo de resolução da mesma desencadeia antes mesmo que o cliente venha ser notificado.
- Economia: É um serviço de tarifa plana ( independente do volume). [9]

## **11. SOLUÇÃO FLEXÍVEL**

O serviço se constitui em uma modalidade de Circuito Virtual Permanente , que define uma conexão lógica permanente estabelecida entre duas entidades. Sobre a mesma interface de acesso à rede pode-se estabelecer, simultaneamente, múltiplos circuitos virtuais permanentes com diferentes destinos. É flexível porque permite anexar novos CPV, incorporar modificações e ampliações sem que afete os recursos físicos das conexões de acesso existente.

A velocidade das conexões de acesso de cliente, selecionadas em contrato são: 64 - 128 - 256 - 512 e 1894 Kbit/s. [9]

## **12. BENEFÍCIOS**

Os benefícios do Frame Relay são muitos. Dentre eles, estão os custos mais baixos de conexões entre redes. Dado que se obtém múltiplas conexões lógicas em um único meio físico, os custos de equipamentos e de acesso são mais baixos, obtemos melhor desempenho, maior acesso e menor complexidade da rede.

O sucesso de uma tecnologia nova dependente freqüentemente das razões econômicas para sua implementação. Desde seu começo, os usuários acharam que o Frame Relay provê vários benefícios em cima de tecnologias alternativas:

- Custo de propriedade mais baixo
- Padrões bem estabelecidos e largamente adotados, que permitem arquitetura aberta e implementação de serviço Plug-and-play.
- Baixo Overhead, combinado com alta confiança.
- Escalabilidade de rede, flexibilidade e recuperação de desastre
- Interworking com outros serviços novos e aplicações, como o ATM. [9]

### **12.1. CUSTO DE PROPRIEDADE**

Frame Relay provê aos usuários um custo mais baixo de propriedade em comparação com outras tecnologias por vários razões:

Apoia aplicações múltiplas de usuário, como TCP/IP, NetBIOS, SNA e voz, eliminando múltiplas linhas privadas para apoiar diferentes aplicações em um único local.

Permite que múltiplos usuários em um local possam ter acesso um único circuito e porta de Frame Relay, e usa eficazmente a largura da banda, graças a sua capacidade de multiplexing estatística,

Porque são requeridos só um único circuito de acesso e porta para cada local, são percebidas periodicamente freqüentes e tremendas economias em custos ocorrendo em instalações de transmissão.

Os Clientes perceberam uma redução significativa nos gastos em hardware, como o número de cartões de routers e DSU/CSUs requerido, enquanto reduz os custos e manutenção comparado com tecnologias de ponto-a-ponto. [9]

## **12.2. PADRÕES**

Padrões bem estabelecidos e extensamente adotados são fundamentais para a interoperabilidade dos equipamento e uso eficiente de fundos de aquisição. Com Frame Relay, os usuários podem relaxar sabendo que os padrões de Frame Relay, tanto nos Estados Unidos como ao redor do mundo, são únicos. Isto assegura que aqueles equipamentos e serviços providos hoje serão funcionais por um longo período, com padrões constantemente evoluindo para apoiar novas aplicações e satisfazer as necessidades dinâmicas do mercado. [9]

## **12.3. BAIXO OVERHEAD E ALTA CONFIANÇA**

Ao usar somente de dois a cinco bytes de overhead, Frame Relay faz uso eficiente de cada Frame. Isto significa que mais da largura de banda do Frame Relay é usado para enviar dados de usuário e menos para overhead. Utilização da largura de banda do Frame Relay é quase equivalente a linhas arrendadas e melhor que numerosas outras tecnologias, como X.25 ou IP switching. Quando os efeitos são espalhados em uma WAN com numerosos sites, os resultados melhoram exponencialmente:

- Troca simplificada significa menos demora.
- Estatísticas multiplexing conduz a um uso da largura da banda mais eficiente.
- Baixo overhead quer dizer que a largura de banda só é usado para dados de usuário, não para transporte de dados. [9]

## **12.4. FLEXIBILIDADE DA REDE E RECUPERAÇÃO DE DESASTRE**

Para o usuário-final, uma rede de Frame Relay parece direta: Um usuário simplesmente conecta diretamente a 'nuvem' Frame Relay. Uma rede Frame Relay está baseado em circuitos virtuais que podem ser enredados ou ponto-a-ponto, e estas ligações podem ser permanentes ou trocadas.

Por causa desta estrutura, Frame Relay é mais facilmente escalável que uma rede de ponto-a-ponto fixa. Isto significa que adições e mudanças em uma rede são transparentes para os usuários-final, dando para os gerentes de telecomunicações a flexibilidade para modificar facilmente topologias de rede e aumentar as redes quando as aplicações crescem e são adicionados novos sites.

Esta flexibilidade inerente se empresta igualmente bem à provisão de rotas alternadas para locais de recuperação de desastre que são em muitos casos, transparente ao usuário final. [9]

## **12.5. INTERAÇÃO COM NOVAS APLICAÇÕES E SERVIÇOS**

Comparado com usar linhas arrendadas ponto-a-ponto, Frame Relay serve bem redes com hubs e voz. Isto significa que Frame Relay facilmente acomoda novas aplicações e dá uma nova direção às redes existentes, por exemplo, migração de SNA para APPN. Além disso, os padrões de Frame Relay que foram desenvolvidos para interwork com serviços evoluídos recentemente como o ATM. Como surgem novas aplicações que exigem um aumento da largura da banda, as redes podem facilmente migrar à tecnologia apropriadas sem encalhar os equipamentos de rede existentes. [9]

## **13. PROPOSTA: ANÁLISE DE MERCADO**

Em alguns segmentos de mercado, as forças de competição criaram um ambiente empresarial dinâmico e rapidamente variável. Este ambiente dispõe de oportunidades sem

precedentes para crescimento e diversificação. Porém, também existem ameaças como erosão de margem, redução de participação de mercado e obsolescência tecnológica. Além disso as empresas temem ficar atrás dos concorrentes. Para manter os níveis de lucratividade e competitividade, as empresas precisam investir constantemente em novas soluções da Tecnologia da Informação.

As empresas precisam de um ambiente de computação que fique á frente de seus concorrentes. Para lhes ajudar a planejar a solução corretamente, tem de se avaliar sua condições quanto à carga de trabalho, desempenho, confiança, disponibilidade, escalabilidade e acessibilidade.

Analisaremos como exemplo de mercado a Porto Seguro Cia de Seguros Gerais.

### **13.1. MIGRAÇÃO DE SISTEMA**

Quando falamos em migração do sistema em redes corporativas, temos que ter em mente que, na maior parte dos casos, a economia mais expressiva financeiramente não está diretamente relacionada com os valores empregados na migração, mas sim, nos benefícios em taxa e velocidade de transmissão que serão oferecidos pela tecnologia de Frame Relay

A Porto Seguro Seguros, está inserida em um mercado altamente competitivo, onde a velocidade das informações configura-se como diferencial preponderante na liderança de mercado.

A necessidade principal da Cia era, além de proporcionar um tramite de informações rápido entre seus funcionários e colaboradores (115 filiais com aproximadamente 6.000 usuários), oferecer ao corretor de seguros uma ferramenta ágil na operação de entrada e renovação de propostas, bem como, eficiência no pagamento das referidas comissões.

Como se tratava de uma estrutura grande mas obsoleta, onde a transmissão de dados era feita por uma malha de circuitos ponto a ponto, a migração para Frame Relay, trouxe uma nova realidade para as operações da empresa, como por exemplo:

- Maior eficiência no envio de e-mails, reduzindo em aproximadamente 30% as paradas de sistema por congestionamento no tráfego;
- Aumento dos canais de comunicação e divulgação dos produtos;
- Atualização rápidas dos servidores;

- Cadastramento de propostas remoto, reduzindo custos com funcionários e facilitando de forma considerável o trabalho dos corretores, principal fonte de captação da empresa;

O processo de migração foi feito pela Embratel, foram cobradas apenas as desinstalações do antigo sistema, o valor médio por acesso em Frame Relay foi de R\$1.000,00 resultando em economia de aproximadamente 20% com transmissão de dados.

## **14. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A evolução tecnológica dos meios físicos foi imprescindível para a implementação do protocolo Frame Relay e suas conseqüentes vantagens de utilização como por exemplo:

- Mínimo retardo na rede;
- Elevado percentual de informações úteis transmitidas, overhead mínimas;
- Maior velocidade.

Ainda, transporta, transparentemente, diferentes tipos de tráfego, múltiplos protocolos e aplicações, incluindo as próprias de ambientes LANs. [9]

- Protocolo frame relay é um protocolo mais sensível que o protocolo X.25.
- Frame relay opera em uma capa núcleo de nível 2 e OSI e X.25 em protocolo de nível 3.

A tecnologia Frame Relay é aplicável em inúmeros casos principalmente para compor as redes WAN (inter-offices) dos usuários finais, através dos recursos das redes multisserviços implantadas pelos prestadores de serviços existentes no mercado.

Entretanto, a migração de redes convencionais, baseadas em circuitos dedicados, para redes Frame Relay torna-se um desafio, visto que os requisitos de confiabilidade, desempenho e performance do usuário final devem ser atendidos na nova tecnologia, e os prestadores de serviço buscam maximizar os ganhos obtidos com a implantação dessas redes estatísticas.

O usuário final deve fazer um planejamento detalhado para compor a nova rede WAN de forma a continuar atendendo os seus próprios requisitos, e fazer um plano de migração que indique passo a passo as atividades a serem executadas, os recursos necessários e os resultados esperados.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Campos, Vanderlei (2000). VPNs com Integração de Serviço. tele.com. (7), 16-18.
- [2] Tanenbaum, A. S. (1997). Redes de Computadores. Rio de Janeiro: Ed. Campus.
- [3] Downes, K.; Ford, M.; Lew, H. K.; Spanier, S.; Stevenson, T. (2000). Internet Working Manual de Tecnologias. Rio de Janeiro: Ed. Campus.
- [4] Soares, L. F. G.; Lemes, G.; Colches, S. (1995). Redes de Computadores Das LANs, MANs e WANs às redes ATMs. Rio de Janeiro: Ed. Campus.
- [5] Home Page. [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/frame.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/frame.htm). CISCO SYSTEMS.
- [6] Stallings, W. (1997). Data and Computers Communications. New Jersey: Prentice Hall.
- [7] Stallings, W. (1997). ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM. New Jersey: Prentice Hall.
- [8] Zacker, C.; Doyle, P. (2000). Redes de Computadores: Configuração, Manutenção e Expansão. São Paulo: Makron Books.
- [9] Home Page. <http://www.frforum.com>. Frame Relay Forum.

## GLOSSÁRIO

- ANSI** Instituto nacional americano de padrões. Organização voluntária, incluindo membros corporativos, governamentais e outros membros, que coordena as atividades relacionadas à padronização, aprova padrões nacionais norte-americanos e desenvolve posições para os Estados Unidos em empresas de padrões internacionais. O ANSI ajuda o desenvolvimento de padrões internacionais e norte-americanos relativos, em outras coisas, a comunicação de redes.
- BECN** Notificação explícita de congestionamento para trás. Um bit definido por uma rede frame relay. Um bit definido por uma rede frame relay em frame que viajam na direção oposta aos frames que se encontram em um caminho congestionado. Os frames recebidos podem solicitar que os protocolos de nível mais alto executem a ação de controle de fluxo, conforme seja adequado.
- CCITT** Comitê consultivo para telegrafia e telefonia internacional. Organização internacional, responsável pelos padrões de comunicações. Agora chamado ITU-T.
- CRC** Verificação de redundância cíclica. Técnica de verificação de erros, na qual o destinatário do frame calcula o resto da divisão do conteúdo do frame por um

divisor binário principal e compara o resto calculado com um valor armazenado no frame pelo nó emissor.

- DCE            Equipamento de terminação de circuito de dados. Os dispositivos e a conexões de uma rede de comunicação que inclui a extremidade da interface do usuário para a rede. O DCE fornece uma conexão física à rede, encaminha o tráfego e fornece um sinal de sincronização utilizado para sincronizar a transmissão de dados entre os dispositivos DTE e DCE. O modem e as placas de interface são exemplos de dispositivos DCE.
- DE             Elegibilidade para descartes.
- DLCI          Identificador de conexão de link de dados. Valor que especifica um circuito PVC ou SVC em uma rede frame relay. Na especificação básica de frame relay, os DLCIs são significativos localmente (os dispositivos conectados podem usar valores diferentes especificando uma mesma conexão). Na especificação LMI estendida, os DLCIs são significativos globalmente (os DLCIs especificam dispositivos finais individuais).
- DTE          Equipamento de terminal de dados. Dispositivo na extremidade do usuário de uma interface de rede para o usuário, que serve como origem de dados, destino ou ambos. O DTE é conectado a uma rede de dados por meio de um dispositivo DCE e geralmente usa sinais de sincronização gerados pelo DCE. O DTE inclui dispositivos como computadores, tradutores de protocolos e multiplexadores.

ETHERNET	Especificação de LAN.
FCS	Seqüência de verificação de frames. Caracteres extras acrescentado a um frame para o controle de erros.
FECN	Notificação explícita de congestionamento à frente. Um bit definido em uma rede frame relay para informar ao DTE que recebe o frame sobre o congestionamento observado no caminho da origem ao destino. O DTE que recebe o frame como o bit FECN definido pode solicitar que os protocolos de nível superior executem a ação de controle de fluxo adequada.
IPX	Intercâmbio de pacotes em internetwork. Protocolo da camada de rede usado na transferência de dados de servidores para estações de trabalho.
ISDN	Rede digital de serviços integrados. Protocolo de comunicação oferecido por empresas de telefonia, que permite às redes de telefones conduzir dados, voz e outros tráfegos de origem.
ITU-T	Setor de padronização de telecomunicações da união de telecomunicações internacionais. Organização internacional que desenvolve padrões mundiais para tecnologias de telecomunicações. O ITU-T desempenha as funções do CCITT anterior.
LAN	Rede local. Rede de dados de alta velocidade e baixa ocorrência de erros, cobrindo uma área geográfica relativamente pequena. As LANs conectam estações de

trabalho, periféricos, terminais e outros dispositivos existentes em um mesmo prédio ou em uma área geograficamente limitada.

**LAPB** Procedimento de acesso de link, balanceado. Protocolo da camada de link de dados da pilha de protocolos X.25. O LAPB é um protocolo orientado a bits.

**LAPD** Procedimento de acesso de link no canal de D. Protocolo ISDN da camada de link de dados para o canal D. O LAPD é derivado do protocolo LAPB e foi projetado principalmente para satisfazer às necessidades de sinalização do acesso básico de ISDN.

**LLC** Controle de link lógico. A mais alta das duas subcamadas da camada de link de dados. A subcamada LLC manipula o controle de erros, o controle de fluxo, os frame e o endereçamento.

**LLC2** Controle de link lógico, tipo 2. Protocolo OSI da subcamada LLC orientado à conexão.

**LMI** Interface de administração local. Um conjunto de aprimoramentos da especificação básica de frame relay. A LMI inclui suporte para um mecanismo de keepalive, que verifica o fluxo de dados; um mecanismo de multicast, que proporciona ao servidor da rede sua DLCI local e a DLCI multicast; o endereçamento global, que fornece DLCIs globais no lugar do significado local em redes de frame relay; e um mecanismo de status, que fornece relatório do estado em andamento das DLCIs conhecidas para o switch.

MAN	Rede de área metropolitana. Rede que abrange uma área metropolitana. Geralmente, a rede MAN cobre áreas geográficas maiores do que a LAN, mas menores que um WAN.
OSI	Conexão de sistema aberto. Programa internacional de padronização criado pela ISO e pelo ITU-T para o desenvolvimento de padrões de redes de dados que facilitem a interoperabilidade de equipamentos de vários fabricantes.
PAD	Montador/Desmontador de pacotes. Dispositivo utilizado para conectar dispositivos simples (como terminais no modo de caracteres) que não suportam toda a funcionalidade de determinado protocolo para uma rede. Os dados de buffer dos PADs e o pacote de montagem e desmontagem de pacotes são enviados a esses dispositivos finais.
PBX	Rede de telefones privados. Painel de comando de telefonia digital ou analógica, localizado na área do assinante e usado para conectar redes de telefonia privadas e públicas.
PDU	Unidade de dados de protocolo. Termo OSI para pacote.
PLP	Protocolo de nível de pacote. Protocolo da camada de rede da pilha de protocolos X.25

PSE	Comunicação por switch de pacotes. O termo PSE costuma ser utilizado em referência a um switch em um PSN.
PSN	Rede de pacotes comutada. Rede que utiliza a tecnologia de comutação de pacotes para a transferência de dados.
PVC	Circuito virtual permanente. Circuito virtual estabelecido permanentemente. Os PVCs economizam a largura de banda associada ao estabelecimento de circuitos e se desconectam quando certos circuitos virtuais precisam existir a todo tempo.
SPX	Permuta de pacotes em seqüência. Protocolo confiável, orientado à conexão, que complementa o serviço de datagramas fornecido por protocolos da camada de rede.
SVC	Circuito virtual comutado. Um circuito virtual que é estabelecido dinamicamente sob demanda e anulado quando a transmissão é concluída. Os SVCs são utilizados em situações em que a transmissão de dados é esporádica.
TOKEN RING – LAN	de passagem de fichas desenvolvida e suportada pela IBM. As redes Token Ring são executadas a 4 ou 16 Mbps em uma topologia de anel.
WAN	Redes de longa distância. Rede de comunicação de dados que serve aos usuários em uma ampla área geográfica e freqüentemente usa dispositivos de transmissão fornecidos por portadoras comuns.

## **ANEXO # – X.25**

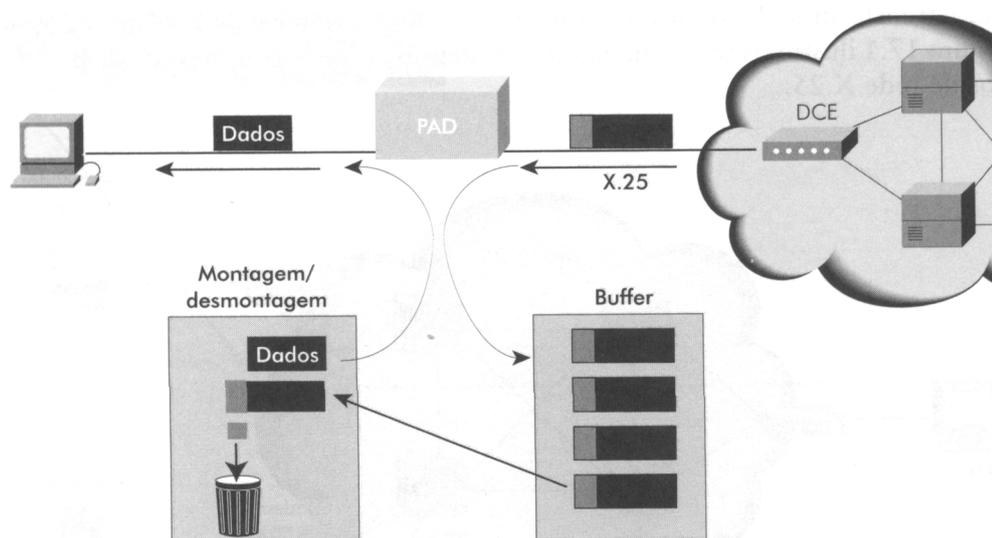
O X.25 é um padrão de protocolos da International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) para comunicações WAN, que define como estabelecer e manter conexões entre dispositivos do usuário e dispositivos de rede. O protocolo X.25 é projetado para operar de maneira eficaz, qualquer que seja o tipo de sistema conectado à rede. É tipicamente utilizado em redes de pacotes comutados (PSNs) de portadoras comuns, como as companhias telefônicas. A cobrança dos assinantes se baseia no volume de uso da rede. O desenvolvimento do padrão X.25 foi iniciado pelas portadoras comuns nos anos 70. Naquela época, havia a necessidade de protocolos WAN capazes de proporcionar uma conectividade nas redes de dados públicas (PDNs). O X.25 agora como é administrado como um padrão internacional pelo ITU-T. Este capítulo abrange as funções e os componentes básicos do X.25.

### **I. Dispositivos X.25 e operações de protocolos**

Os dispositivos de rede X.25 pertencem a três categorias gerais: equipamentos de terminal de dados (DTE), equipamento de término de circuito dados (DCE) e intercâmbio de pacotes comutados (PSE). Os dispositivos de equipamentos de terminais são sistemas finais que se comunicam pela rede X.25. Normalmente são terminais, computadores pessoais ou host de redes e estão localizados como componentes de assinantes individuais. Os dispositivos DCE são dispositivos de comunicações, como modems e switches de pacotes, que fornecem a interface entre os dispositivos DTE e um PSE e geralmente estão localizados nas instalações da portadora. Os PSEs são switches que compõem a massa da rede da portadora, transferindo dados de um dispositivo DTE para outro pelo PSN do X.25. A Figura 2 ilustra os relacionamentos existentes entre os três tipos de dispositivos de rede X.25. [3]

## II. Estabelecimento de uma sessão X.25

As sessões X.25 são estabelecidas quando um dispositivo DTE entra em contato com outro e solicita uma sessão de comunicação. O dispositivo DTE que recebe a solicitação poderá aceitar ou recusar a conexão. Se a solicitação for aceita, os dois sistemas começam a transferência full-duplex de informações. Qualquer um dos dispositivos DTE poderá terminar a conexão. Uma vez concluída a sessão, qualquer comunicação adicional exigirá o estabelecimento de uma nova sessão.



## III. O conjunto de protocolos X.25

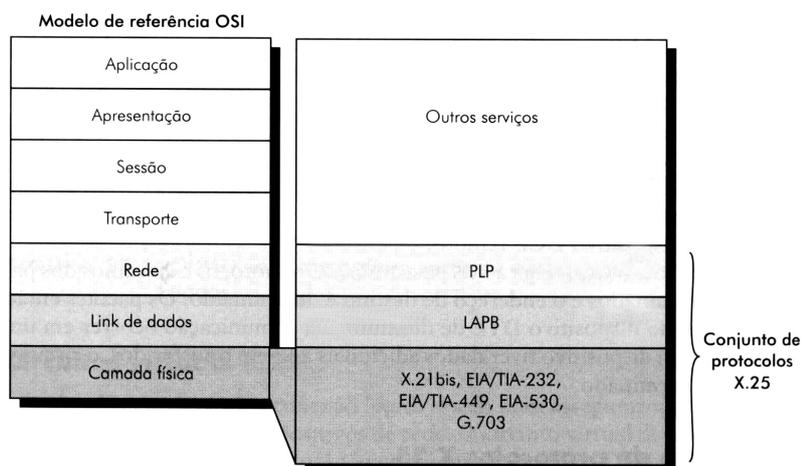
O conjunto de protocolos X.25 faz o mapeamento até as três camadas mais baixas do modelo de referência OSI. Os protocolos seguintes são tipicamente empregados em implementações de X.25: Protocolo de camada de pacote (PLP), Procedimento de acesso a links, balanceado (LAPB) e aqueles entre outras interfaces seriais da camada física (como EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, EIA-530 e G.703). A Figura 5 mapeia os principais protocolos X.25 para as camadas do modelo de referência OSI. [3]

O PLP é o protocolo X.25 da camada de rede e administra as trocas de pacotes entre dispositivos DTE por meio de circuitos virtuais. Os PLPs também podem ser executados em implementações de Controle lógico de links 2 (LLC2) em LANs e em interfaces ISDN rodando o Procedimento de acesso a link no canal D (LAPD).

O PLP opera em cinco modos distintos: configurar chamada, transferir dados, ocioso, limpar chamada e reiniciar.

O modo Configurar chamada é utilizado para estabelecer SVCs entre dispositivos DTE. O PLP usa o esquema de endereçamento X. 121 para configurar o circuito virtual. O modo configurar chamada é executado em uma base por circuito virtual, significando que um circuito virtual poderá estar no modo de configurar a chamada, enquanto outro circuito virtual está no modo de transferir dados. Esse modo somente é utilizado com SVCs e não com PVCs.

O modo Transferir dados é utilizado para a transferência de dados entre dois dispositivos DTE por meio de um circuito virtual. Nesse modo, o PLP manipula a segmentação e a remontagem, o pad de bits e o controle de fluxo e de erros.



O modo Ocioso é utilizado quando um circuito virtual é estabelecido, mas a transferência de dados não está acontecendo. É executado em uma base por circuito virtual e somente é empregado com SVCs.

O modo Limpar chamada é utilizado para terminar sessões de comunicação entre dispositivos DTE e finalizar SVCs. Esse modo é executado em uma base por circuito virtual e somente é empregado com SVCs.

O modo Reiniciar é utilizado para sincronizar a transmissão entre um dispositivo DTE e um dispositivo DCE conectado localmente. Esse modo não é executado em uma base por circuito virtual. Afeta os circuitos virtuais estabelecidos de todos os dispositivos DTE.

Existem quatro tipos de campos de pacotes PLP:

- Identificador de formato geral (GFI) - Identifica os parâmetros do pacote, como se o pacote carrega dados do usuário ou informações de controle, que tipo de enquadramento está sendo utilizado e se a confirmação de entrega é obrigatória.
- Identificador de canal lógico (LCI) - Identifica o circuito virtual na interface de DTE/DCE local.
- Identificador de tipo de pacote (PTI) - Identifica o pacote como um dos 17 tipos diferentes de pacotes PLP.
- Dados do usuário - Contém informações encapsuladas da camada superior. Esse campo apenas está presente em pacotes de dados. Caso contrário, são incluídos campos adicionais contendo informações de controle. [3]