



REDES DE COMPUTADORES

**UNIDADE 5 – Protocolos Usando Modelos ISO/OSI
(Aula 8 – Camadas OSI e Padrões IEEE)**

Prof. Ivan Nunes da Silva

1. Protocolos

1.1 Definição de Protocolos

- Conjunto de regras e convenções sobre a forma que se dará a comunicação entre entidades de sistemas diferentes.

1.2 Classificação de Protocolos

- Diretos/Indiretos
 - Atua na mesma rede ou em redes distintas.
- Monolíticos/Estruturados
 - Funcionamento sem estrutura ou em camadas.
- Simétricos/Assimétricos
 - Mesmo protocolo ou protocolos distintos nas duas entidades.
- Standard/Não-Standard
 - Padronizados ou proprietários.



1. Protocolos

1.3 Funções dos Protocolos

- Segmentação/reagrupamento.
- Encapsulamento.
- Controle de conexão.
- Ordem de entrega.
- Controle de fluxo e de erro.
- Endereçamento das entidades e serviços.
- Multiplexação.
- Serviços de transmissão, prioridade, segurança, grau de serviço, *throughput* mínimo, retardo máximo.
 - *Throughput* → quantidade de dados transmitidos em uma unidade de tempo.

3

2. O Modelo OSI

2.1 Introdução

- O RM-OSI é um modelo de referência p/ interconexão de sistemas abertos (*Reference Model – Open Systems Interconnection*).
- Padrão ISO 7498, publicado em 1984.
- Sistemas abertos à comunicação com outros sistemas são heterogêneos:
 - Usam software, hardware e tecnologias diferentes.
 - A troca de informação entre elementos é possível devido à definição de interfaces e protocolos comuns p/ comunicação.
- O padrão propicia que diferentes tecnologias sejam utilizadas em conjunto em um ambiente heterogêneo.
- É amplamente aceito como modelo de referência para estudo de redes.
- O OSI não é uma Arquitetura de Rede, visto que não especifica exatamente os serviços e protocolos a serem usados em cada camada.

4

2. O Modelo OSI

2.2 Características

- Consiste em um modelo de referência que pode ser usado no estudo e no projeto de redes, o qual é composto por 7 camadas.
- Define as funções de cada camada e facilita a criação de novos padrões de protocolo:
 - Funções bem definidas em cada camada permitem novos padrões desenvolvidos de forma independente para cada camada.
 - Mudanças de protocolo em uma camada não afetam software que já existe em outra camada.
- Não padroniza os protocolos e serviços das camadas, que são descritos em padrões definidos em separado.
- Adequado à maioria das redes existentes.
- O OSI não é seguido fielmente na construção de redes, salvo algumas exceções; no entanto, as camadas de outras arquiteturas podem ser mapeadas nas camadas OSI.
- É comum remover camadas buscando melhorar a performance ou simplificar a arquitetura da rede.

5

2. O Modelo OSI

2.3 Comunicação em Camadas

- Sete camadas dividem as funções de comunicação.
- Cada camada fornece serviços para camada superior e solicita serviços da camada inferior.
- Cada camada de uma entidade possui um protocolo que se comunica com o mesmo protocolo na camada correspondente de outra entidade.
- Cada camada realiza um subconjunto de funções relacionadas a comunicação entre sistemas.
- As interfaces entre os módulos são simples.
- Princípio do ocultamento da informação:
 - Camadas inferiores tratam com uma quantidade grande de detalhes.
 - Camadas superiores são independentes destes detalhes.

6

3. As Camadas do OSI

Estruturação das Camadas

Máquina 'A'

7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

Máquina 'B'

7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

Meio Físico

7

3. As Camadas do OSI

3.1 Camada Física (Características)

- É responsável pela transmissão de bits de um computador para outro através do meio de transmissão.
- Lida com os sinais elétricos que representam os estados 0 (desativado) ou 1 (ativado) de um bit que viaja pelo cabeamento da rede.
- Lida com as interfaces mecânicas, elétricas e funcionais do meio físico de comunicação:
 - Interfaces Mecânicas: quantidade de pinos do conector.
 - Interfaces Elétricas: potenciais para representar o 1 e 0; duração dos bits em segundos.
 - Interfaces Funcionais: maneira de utilização dos pinos, forma de estabelecer a conexão e de a terminar.
- Unidade de dados: bit.

7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

8

3. As Camadas do OSI

3.1 Camada Física (Tópicos Envolvidos)

- **Topologias Físicas:** estrela, anel, barramento.
- **Tipos de Meios de Transmissão:** par trançado, cabo coaxial, fibra óptica, etc.
- **Sentido de Transmissão:** simplex (unidirecional), half-duplex (um transmite de cada vez), full-duplex (transmissão simultânea).
- **Métodos de Codificação:** manchester, manchester diferencial.
- **Sincronismo:** transmissão síncrona e assíncrona.
- **Multiplexação:** frequência, tempo e amplitude.
- **Comutação:** circuitos, mensagens e pacotes.

7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

9

3. As Camadas do OSI

3.2 Camada de Enlace (Características)

- É a camada que lida com o tráfego de quadros (grupo de bits) transmitidos pela rede.
- Especifica as formas de controlar o acesso ao meio de transmissão.
- Organiza os dados em quadros (frames), transmitindo-os sequencialmente e processando os quadros de confirmação mandados de volta pelo receptor.
- A camada de Enlace de Dados assegura que os dados enviados pela rede serão recebidos e, se necessário, os envia de novo.
- Depende da camada Física para enviar os bits.
- Unidade de dados: quadro (frame).

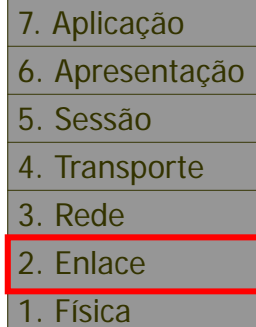
7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

10

3. As Camadas do OSI

3.2 Camada de Enlace (Tópicos Envolvidos)

- **Controle de Acesso ao Meio:**
Token, CSMA, CSMA/CD, etc.
- **Técnicas de Controle de Erros:** Paridade, CheckSum, CRC, etc.
- **Delimitação de Quadros:**
contagem de caracteres;
caracteres delimitadores;
sequência de bits delimitadora.

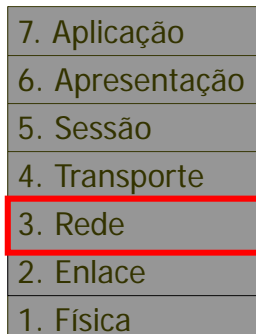


11

3. As Camadas do OSI

3.3 Camada de Rede (Características)

- Padroniza e define os endereços das máquinas da rede de computadores.
- Lida com o congestionamento e o tráfego dos pacotes.
- Define as rotas através das quais as mensagens devem ser transmitidas.
- Definir os tipos de serviços (com conexão ou sem conexão).
- Unidade de dados: pacote.



12

3. As Camadas do OSI

3.3 Camada de Rede (Tópicos Envolvidos)

- Permitir a interconexão de Redes Heterogêneas (redes com endereçamento, tamanho de pacotes, protocolos diferentes).
- Permitir a estatística de uso (pacotes, bits) enviados por usuário.
- Lidar com o controle de congestionamento.
- Definir os tipos de serviços da rede:
 - Em **serviços com conexão**, endereços e rotas são definidos durante o estabelecimento da conexão.
 - Em **serviços sem conexão**, o endereçamento e o roteamento são definidos para cada pacote.

7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

13

3. As Camadas do OSI

3.4 Camada de Transporte (Características)

- Responsável pela transmissão fim-a-fim, desde a origem até o destino.
 - Um programa na máquina de origem conversa com um programa similar na máquina destino.
 - É uma camada origem-destino ou **end-to-end**.
- Aceita dados da camada de Sessão e divide-os, se necessário, em unidades menores.
- Isola as camadas superiores das inevitáveis mudanças na **Tecnologia do Hardware**.
- Determina que tipo de serviço será oferecido aos usuários da rede:
 - Ponto a ponto, livre de erros e na mesma ordem recebida.
 - Mensagens isoladas sem garantia da ordem de entrega.

7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

14

3. As Camadas do OSI

3.4 Camada de Transporte (Tópicos Envolvidos)

- Controlar a sequência de mensagens fim-a-fim.
- Criar uma conexão de rede para cada conexão de transporte exigida pela camada de Sessão.
- Poder criar várias conexões de rede, dividindo os dados entre elas para aumentar o **throughput**.
- Poder multiplexar várias conexões de transporte em uma mesma conexão de rede, a fim de **reduzir custos**.
- Recuperação de erros fim-a-fim.
- Essa camada assegura (ou não) que os dados viajarão entre os hosts sem perda de dados, se haverá estabelecimento de conexão, e, se necessário, organiza o reenvio das mensagens.

7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

15

3. As Camadas do OSI

3.5 Camada de Sessão (Características)

- Permitir que usuários em máquinas diferentes estabeleçam sessões entre eles (Login, transferência de arquivo, etc).
- Essa camada estabelece e mantém uma sessão entre aplicativos que estão sendo executados em computadores diferentes.
- Ela trata questões de sincronismo de comunicação.
- Estabelece pontos de sincronização para restabelecer conexões após uma eventual interrupção.
- Gerenciamento de atividades (transações).

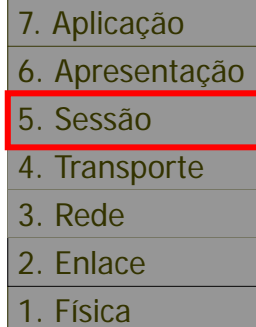
7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

16

3. As Camadas do OSI

3.5 Camada de Sessão (Tópicos Envolvidos)

- Gerenciar o **Controle de Diálogos** (permitir tráfego fluindo em ambos os sentidos ao mesmo tempo, ou em apenas um sentido por vez).
- Fornece meios para **Sincronização** (ex: inserir checkpoints no fluxo de dados para verificar o que já foi transmitido em uma transferência de arquivo que tenha falhado).

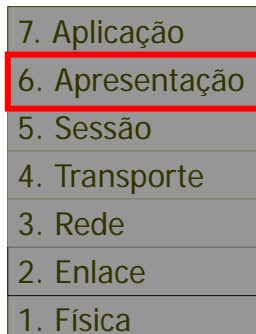


17

3. As Camadas do OSI

3.6 Camada de Apresentação (Características)

- Fornece serviços que vários aplicativos diferentes utilizam, tais como criptografia, compressão ou conversão de caracteres (de ASCII para EBCDIC da IBM).
- Define o padrão de codificação de dados a ser utilizado, para que a mensagem codificada durante o envio possa ser decodificada no momento da recepção.
- O uso de criptografia permite que o conteúdo das mensagens seja transmitido de forma segura.
- Relaciona-se com a Sintaxe e a Semântica da informação transmitida.

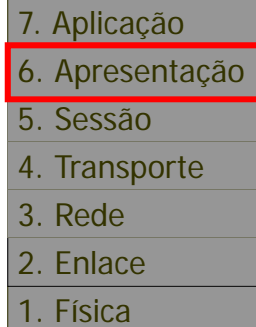


18

3. As Camadas do OSI

3.6 Camada de Apresentação (Tópicos Envolvidos)

- Permitir a codificação dos dados em uma forma padrão, previamente adotada.
- Permitir a compressão de dados para reduzir o número de bits que devem ser transmitidos.
- Permitir a criptografia para privacidade e autenticação.

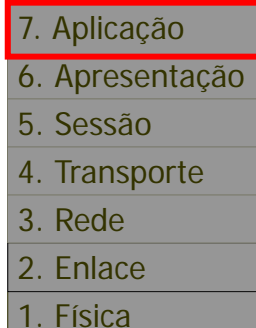


19

3. As Camadas do OSI

3.7 Camada de Aplicação (Características)

- É a camada que lida com as solicitações dos aplicativos que requerem comunicações de rede, como o acesso a um banco de dados ou o envio de um correio eletrônico.
- Contem uma variedade de protocolos que são comumente necessários.
- Define serviços genéricos que servem de suporte para a construção de aplicações:
 - Suporte para transferência de arquivos.
 - Serviço de diretório (nomes).
 - Serviço de troca de mensagens.
 - Protocolo de terminal virtual.
 - etc.

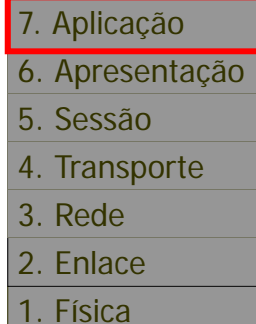


20

3. As Camadas do OSI

3.7 Camada de Aplicação (Tópicos Envolvidos)

- Oferecer acesso direto aos aplicativos que estão sendo executados em computadores ligados em rede.
- Oferecer os meios para que aplicações utilizem a rede de comunicação.



21

4. Transmissão de Dados no OSI

4.1 Diferenciação Entre Serviços e Protocolos

● SERVIÇOS

- É um conjunto de Primitivas que uma camada oferece à camada acima dela.
- Refere-se a uma Interface entre duas camadas, sendo a camada inferior a provedora do Serviço e a camada superior a usuária do Serviço.

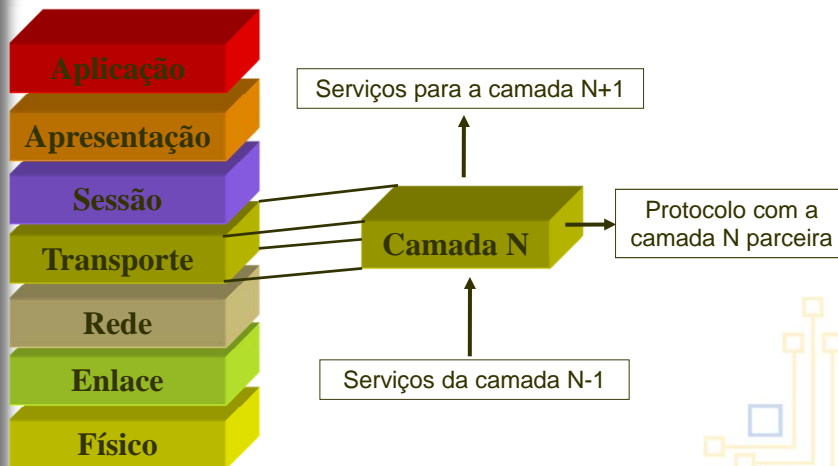
● PROTOCOLOS

- É um conjunto de regras que governa o formato e o significado das mensagens que são trocadas entre **entidades parceiras** dentro de uma mesma camada.
 - **Entidades Parceiras** → entidades de uma mesma camada em máquinas diferentes.
- As entidades usam protocolos para implementar suas definições de **Serviços**. Elas podem mudar o **Protocolo**, desde que não mudem os **Serviços** oferecidos aos seus usuários.

22

4. Transmissão de Dados no OSI

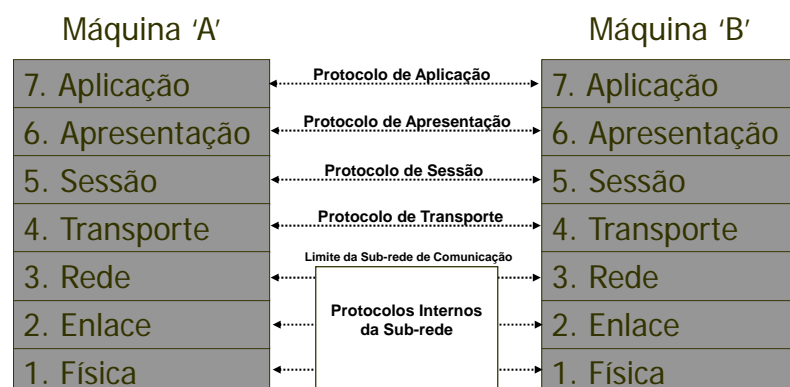
4.2 Ilustração de Serviços e Protocolos



23

4. Transmissão de Dados no OSI

4.3 Ilustração de Protocolos de Camadas



24

4. Transmissão de Dados no OSI

4.4 Primitivas do Serviço OSI

- Os serviços entre as camadas OSI são expressos em termos de:
 - Primitivas: especificam a função a ser executada.
 - Parâmetros: passam dados ou informações de controle.
- No modelo OSI as primitivas de serviço podem ser divididas em 4 classes:
 - **<SERVIÇO>.pedido** → Uma entidade quer que o serviço faça algo.
 - **<SERVIÇO>.indicação** → Uma entidade deve ser informada sobre um evento.
 - **<SERVIÇO>.resposta** → Uma entidade deseja responder a um evento.
 - **<SERVIÇO>.confirmação** → Uma entidade deve ser informada a respeito de um pedido seu.

25

4. Transmissão de Dados no OSI

4.5 Tipos de Conexões em Serviços

- Serviços Baseados em Conexões:
 - **É inspirado no Serviço Telefônico** → pega-se o telefone, disca-se o número, fala e desliga.
 - **Em redes** → o usuário estabelece uma conexão, usa a conexão e depois encerra a conexão.
- Serviços Sem Conexões (*Connection-less*):
 - Modelado de forma similar ao sistema de Correios.
 - Cada mensagem carrega o endereço completo do destino.
 - Cada uma é roteada através de sistema independentemente de todas as outras.

26

4. Transmissão de Dados no OSI

4.6 Tipos de Qualidade em Serviços

- **Serviços Confiáveis (Confirmados)**
 - O receptor confirma a recepção de cada mensagem, para que o transmissor tenha certeza que ela chegou.
 - Dificilmente os serviços confiáveis perdem dados.
 - Ex: Transferência de arquivos.
- **Serviços Não Confiáveis (Não Confirmados)**
 - O receptor não confirma a recepção dos pacotes.
 - Utilizado em Serviços onde os retardos introduzidos pelas confirmações são inaceitáveis.
 - Ex: Tráfego de voz digitalizada.

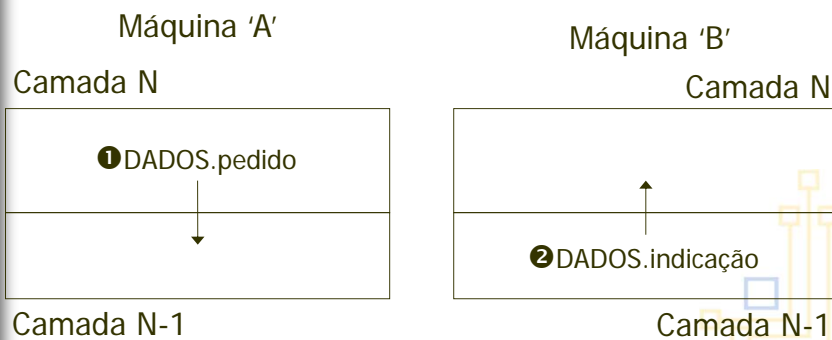


27

4. Transmissão de Dados no OSI

4.7 Exemplos de Serviços (I)

- **Serviço Sem Conexão (Sem Confirmação)**
 - Os dados são enviados diretamente, não necessitando a confirmação do receptor.

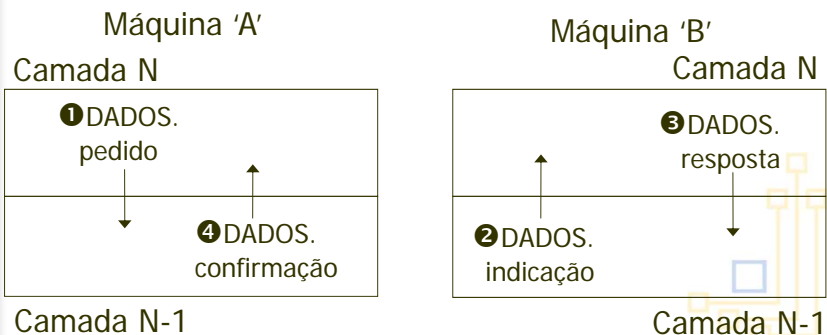


28

4. Transmissão de Dados no OSI

4.7 Exemplos de Serviços (II)

- Serviço Sem Conexão (Com Confirmação)
 - Os dados são enviados diretamente, sendo que receptor confirma o recebimento.

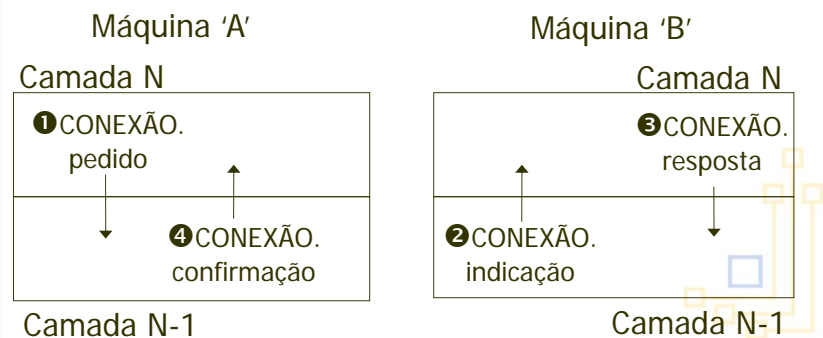


29

4. Transmissão de Dados no OSI

4.8 Exemplos de Serviços (III)

- Serviço Com Conexão (Estabelecimento de Conexão)
 - O receptor deve confirmar a conexão antes do envio dos dados.

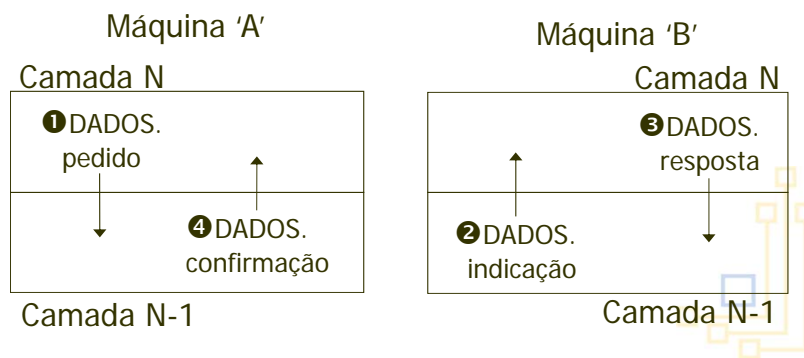


30

4. Transmissão de Dados no OSI

4.8 Exemplos de Serviços (IV)

- Serviço Com Conexão (Transferência de Dados)
 - Após confirmação de conexão, realiza-se então a transferência de dados.

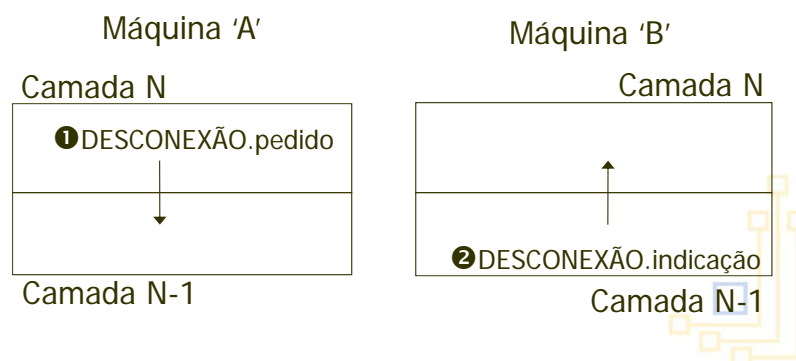


31

4. Transmissão de Dados no OSI

4.8 Exemplos de Serviços (V)

- Serviço Com Conexão (Desconexão)
 - A desconexão não necessita de confirmação por parte do receptor.



32

5. Camadas e Equipamentos

5.1 Enquadramento do Repetidor

- O **Repetidor** apenas copia bits de um segmento para outro de uma mesma rede.
 - Lidam apenas com sinais elétricos.
 - Não entendem quadros (frames).
- Enquadramento no modelo OSI:



33

5. Camadas e Equipamentos

5.2 Enquadramento da Bridge

- Equipamento utilizado para conectar dois segmentos que utilizam o mesmo tipo de Frame.
 - Manipula frames completos (não apenas sinais elétricos).
 - A ponte encaminha apenas frames completos e corretos.
- Enquadramento no modelo OSI:

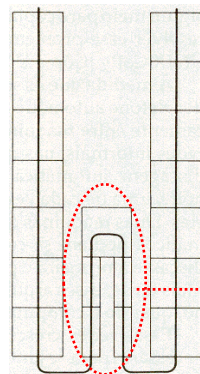


34

5. Camadas e Equipamentos

5.3 Enquadramento da Roteador

- Equipamento que determina a melhor rota de tráfego de dados entre as redes.
 - Transfere **pacotes** de uma rede para outra.
 - Podem conectar redes com tecnologias diferentes (FDDI e Ethernet).
- Enquadramento no modelo OSI:



Opera apenas na
Camada de Rede

Roteador

35

6. Padrões IEEE 802

6.1 Introdução

- O padrão IEEE 802 define um conjunto de tecnologias para redes locais (LANs) e metropolitanas (MANs).
- A ISO ratificou estes padrões na norma ISO 8802.
- Cada tecnologia diferente corresponde a uma norma em separado identificada como IEEE 802.x/ISO 8802.x
- A camada de enlace é composta pelas subcamadas:
 - LLC → Controle de Enlace Lógico.
 - MAC → Controle de Acesso ao Meio.
- Funções executadas:
 - Controle de acesso ao meio
 - Delimitação de quadros
 - Controle de erros
 - Controle de fluxo
 - Gestão de enlace

36

6. Padrões IEEE 802

6.2 Ilustração de Padrões IEEE e ISO

Camada de Enlace	LLC	IEEE 802.2			
	MAC	IEEE 802.3 CSMA/CD	IEEE 802.4 Token Bus	IEEE 802.5 Token Ring	IEEE 802.x ...
Camada Física					

Modelo OSI

Padrões IEEE e ISO

● LLC (Logical Link Control)

- Implementa a interface do nível de enlace com o nível de rede.
- Fornece serviços como multiplexação e controle do fluxo e dos erros.

● MAC (Medium Access Control)

- Responsável em gerenciar o acesso ao meio físico.

37

6. Padrões IEEE 802

6.3 Histórico e Concepções

- 1973 Xerox desenvolveu a topologia BUS para rede locais
- 1974 Xerox testa com sucesso o protótipo Ethernet
- 1980 Digital, Intel e Xerox lançam a versão 1.0.
Em seguida a versão 2.0 e IEEE implementa o 802.3
- 1983 o IEEE aprova o 802.3 para CSMA/CD a 10Mbps, 10Base5
- 1988 o IEEE aprova o 802.3 com 10Base2
- 1990 o IEEE aprova o 802.3 com 10BaseT

■ Projeto 802

- 802.1 MAC layer Bridges and Bridge Management
- 802.1q standard for running Token Ring with Fast Ethernet
- 802.1b standard for network management
- 802.1d standard for Inter-LAN bridges between 802.3, 802.4 and 802.5
- 802.2 Logical Link Control
- 802.3 CSMA/CD (Ethernet)
- 802.3u Fast Ethernet em 100BaseT, 100BaseT4 e 100BaseFX
- 802.3z Gigabit Ethernet
- 802.4 Token Bus (MAP/TOP)
- 802.5 Token Ring (IBM 4 or 16 Mbps) physical layer
- 802.6 Metropolitan Area Network 1,5 Mbps to 155 Mbps
- 802.7 Broadband Local Area Network (cable television)
- 802.8 Fiber Optic CSMA/CD
- 802.9 Integrated Voice and Data Systems
- 802.10 Standard for Interoperable LAN Security (SILS)
- 802.11 Wireless - Radio, Spread Spectrum Radio and Infrared
- 802.12 Ethernet 100VG-AnyLAN

■ Características

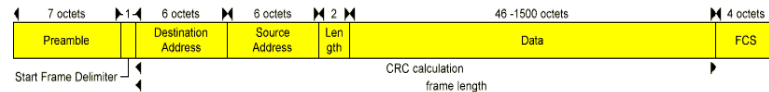
- Protocolo de comunicação: síncrono; codificação Manchester.
- Taxa de Transmissão: 10 e 100Mbps
- Método de Acesso: CSMA-CD
- Modo de Transmissão: Banda Base
- Meio de Transmissão:
 - 10Base5 - Thick coaxial cable
 - 10Base2 - Thin coaxial cable
 - 10BaseT - Twisted Pair
 - fibra óptica

- Características Elétricas:
 - Sinal Alto = +0,85 V
 - Sinal Baixo = -0,85 V

38

6. Padrões IEEE 802

6.4 Projeto 802.3 (Frame Ethernet / Parte I)



● Preâmbulo

- Sincroniza a comunicação entre transmissor e receptor. Cada frame inicia com um Preâmbulo de 7 bytes contendo 10101010
- O preâmbulo é seguido por um delimitador **SFD = 10101011** que identificará o início do frame.

● Endereço Destino

- O bit de mais alta ordem é 0 para endereços ordinários e 1 para endereços de grupo (Multicast).
- Endereços de grupo permitem a múltiplas estações ouvir uma simples estação.
- Se todos os bits de endereços forem 1 então a mensagem é enviada para todas as estações (Broadcast).

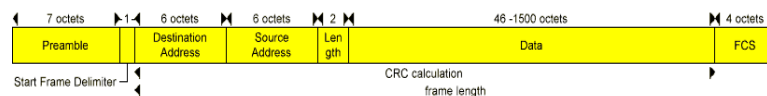
● Endereço Fonte

- O endereço de origem é sempre um endereço Unicast (nó simples).

39

6. Padrões IEEE 802

6.4 Projeto 802.3 (Frame Ethernet / Parte II)



● Dados

- O tamanho dos dados varia de 46 à 1500 bytes, entretanto, um frame não pode ser menor que 64 bytes para se ter certeza do reconhecimento de colisões.
- Um frame menor será preenchido para ter 64 bytes, e o campo de tamanho (Length) será usado mais tarde para recalculer o tamanho original.
- Mínimo tamanho de um Frame $\rightarrow 6+6+2+46+4= 64$ bytes.
- Máximo tamanho de um Frame $\rightarrow 6+6+2+1500+4= 1518$ bytes.

● FCS

- Checagem de redundância cíclica (CRC) do quadro.
- Ajuda a detectar erros no campo de dados.

40