



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
*Secretaria da Educação*

# ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP

ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA

## REDES DE COMPUTADORES





# GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

*Secretaria da Educação*

## **Governador**

Cid Ferreira Gomes

## **Vice Governador**

Francisco José Pinheiro

## **Secretária da Educação**

Maria Izolda Cella de Arruda Coelho

## **Secretário Adjunto**

Maurício Holanda Maia

## **Secretário Executivo**

Antônio Idilvan de Lima Alencar

## **Assessora Institucional do Gabinete da Seduc**

Cristiane Carvalho Holanda

## **Coordenadora de Desenvolvimento da Escola**

Maria da Conceição Ávila de Misquita Vinãs

## **Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC**

Thereza Maria de Castro Paes Barreto



## Índice

Modelo OSI.....	3
I - Camada Física do RM-OSI.....	3
Tipos de Conexões de Rede.....	3
As topologias físicas.....	4
1.2.1 Topologias físicas baseadas em conexões multipontos.....	4
1.2.2 Topologias físicas baseadas em conexões ponto-a-ponto.....	5
II - Camada de Enlace de Dados do RM-OSI.....	8
2.2. Controle de acesso ao meio de transmissão.....	10
2.2.1 Contenção.....	10
2.2.2 Passagem de Fichas.....	11
2.3 Endereçamento.....	11
2.4 Sincronização de transmissão.....	12
2.4.1 Transmissão Assíncrona.....	12
2.4.2 Transmissão Síncrona.....	13
2.4.3 Transmissão isócrona.....	14
2.5 Serviços de conexão.....	14
2.5.1 Tipos de serviços.....	14
2.5.2 Controle de fluxo na subcamada LLC.....	15
2.5.3 Controle de erros.....	16
III - Camada de Rede do RM-OSI.....	17
3.1 Endereçamento.....	17
3.1.1 Endereços lógicos de rede.....	17
3.1.2 Endereços de serviços.....	17
3.1.3 Resumo de endereçamento.....	18
3.2.1 Comutação de circuito.....	18
3.2.2 Comutação de mensagem.....	19
3.2.3 Comutação de pacote.....	20
3.3 Algoritmos de roteamento.....	21
3.4 Serviços de conexão.....	23
3.5 Serviços de gateway .....	24
IV - Camada de Transporte do RM-OSI.....	24
4.1. Endereçamento.....	24
4.2 Segmentação.....	25
4.3 Serviço de conexão.....	25
V - Camada de Sessão do RM-OSI.....	26
5.1 Controle de diálogo.....	26
5.2 Administração da sessão.....	27
VI - Camada de Apresentação do RM-OSI.....	28
6.1 Conversão de dados.....	29
6.2 Criptografia / descryptografia de dados.....	30
VII - Camada de Aplicação do RM-OSI.....	31
7.1 Serviços de divulgação.....	31
7.2 Métodos de uso dos serviços.....	31
Modelo TCP/IP.....	36
I- Breve histórico.....	36

II- Estrutura do modelo.....	36
III - MODELO IEEE 802.X (ETHERNET).....	37
IV - ESTUDO DA CAMADA FÍSICA .....	38
4.1. Meios de transmissão de cobre .....	40
4.1.1. Par trançado não-blindado – (UTP – Unshielded Twisted Pairs).....	40
4.1.2. Par trançado blindado (STP – Shielded Twisted Pairs).....	40
4.1.3. Cabo coaxial.....	40
4.2. Meios de transmissão por fibra .....	41
4.2.1. Cabos de fibra óptica.....	42
4.3. Conectores .....	43
4.4.1. Modem .....	43
4.4.2. Placa de rede .....	44
4.4.3. Hub .....	44
4.4.4. Repetidor.....	44
4.5. Formas de transmissão por meios não guiados .....	45
4.5.1. Transmissão por Rádio-difusão.....	45
4.5.2. Transmissão por microondas .....	45
4.5.3. Transmissão por ondas de infravermelho .....	45
4.5.4. Transmissão Via satélite .....	45

---

## Modelo OSI

### I - Camada Física do *RM-OSI*

A camada Física fornece as características mecânicas, elétricas, funcionais e de procedimento para ativar, manter e desativar conexões físicas para a transmissão de *bits* entre entidades de nível de Enlace de Dados. Uma unidade de dados do nível Físico consiste de um *bit* (em uma transmissão serial) ou *n bits* (em uma transmissão paralela).

A função desta camada é permitir o envio de uma cadeia de *bits* pela rede sem se preocupar com o seu significado ou com a forma como esses *bits* são agrupados.

Não é função deste nível tratar de problemas tais como de transmissão. Esta preocupação é transferida para a camada de Enlace de Dados.

Pilha do OSI-RM



Embora o *RM-OSI* não defina a mídia, ele define claramente os requisitos que essa mídia precisa atender. Neste nível da arquitetura são tratados aspectos que dizem respeito à forma de representação dos *bits* quando valor 0 ou 1, quantos microssegundos durará um *bit* (intervalo de sinalização), se a transmissão será *half-duplex* ou *full-duplex*, como a conexão será estabelecida e desfeita, quantos pinos terá o conector da rede e quais seus significados.

*Resumo: Este nível trata de aspectos materiais (físicos) necessários para transmissão.*

#### 1.1 Tipos de Conexões de Rede

Todas as conexões de rede são compostas por dois tipos de blocos estruturais:

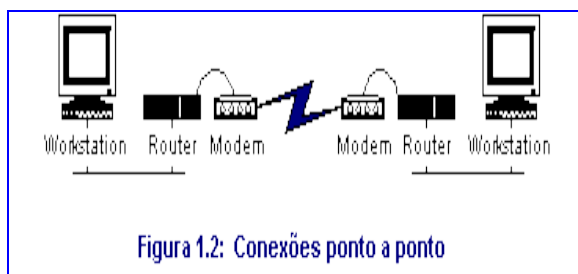
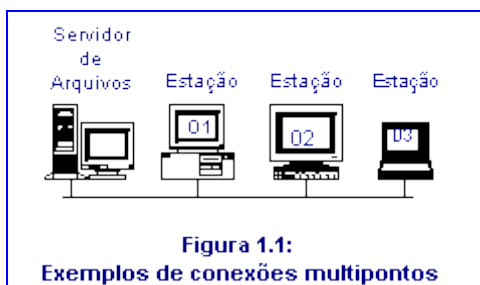
- Conexões multipontos
- Conexões ponto a ponto

A conexão **multiponto** permite que um dispositivo se comunique com dois ou mais dispositivos. Veja um exemplo disso na Figura 1.1. Todos os dispositivos ligados por uma conexão multipontos compartilham o mesmo meio de transmissão. As redes locais, independente dos padrões (Ethernet, Token Ring...) adotados, utilizam este tipo de conexão.

A conexão **ponto a ponto**, presente na interligação de redes locais e na maioria dos *links* de acesso à Internet é caracterizada pela comunicação de um dispositivo diretamente com outro dispositivo, conforme mostrado na Figura 1.2.

Quando dois dispositivos são conectados por um *link* (enlace) ponto a ponto, eles têm exclusividade para ocupação do meio de transmissão.

Acrescente *links* ponto a ponto se quiser construir redes maiores. Nesse caso, os dispositivos dependem de outros dispositivos para retransmitir suas mensagens. Os *links* ponto a ponto podem, até mesmo, fazer um círculo para formar um anel, possibilitando que as mensagens passem de um dispositivo para outro.



## 1.2 As topologias físicas

A topologia física de uma rede descreve o *layout* dos meios de transmissão (da mídia) da rede. Topologias físicas diferentes apresentam características diferentes em termos de desempenho, facilidade de instalação, diagnóstico e solução de problemas, e reconfiguração.

### 1.2.1 Topologias físicas baseadas em conexões multipontos

Na verdade, apenas uma topologia é baseada em conexões multipontos - a de barramento, ilustrada na Figura 1.3. Observe que todos os dispositivos estão conectados a um único meio de transmissão comum.

#### Características das topologias de Barramento

As extremidades do cabo precisam de terminadores e os dispositivos podem ser conectados em toda a extensão do cabo. As conexões são feitas com [conectores em forma de T](#).

Normalmente, os sinais em uma rede de barramento são efetuados por meio de *broadcast* (difusão) enviados nas duas direções do cabo, permitindo que todos os dispositivos recebam o sinal diretamente.

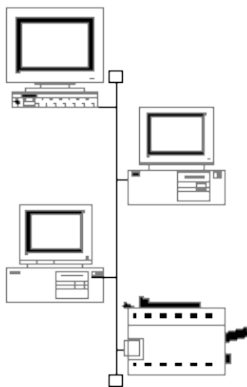


Figura 1.3:  
Topologia física de barramento



### **Instalação**

A instalação do barramento é relativamente simples e requer apenas [ferramentas básicas](#) e um pouco de habilidade. Em geral, a extensão dos cabos é razoavelmente curta, já que não é necessário estender um cabo separado até um *HUB* central para cada dispositivo da rede.

As redes de barramento, em conformidade com o padrão Ethernet, possuem normas cuidadosamente definidas que precisam ser seguidas para se obter um melhor desempenho da rede.

Todas as mídias da rede possuem características de atenuação que limitam as extensões dos cabos e o número de dispositivos que podem ser conectados.

### **Reconfiguração**

As redes de barramento podem ser de difícil reconfiguração. O acréscimo de novos dispositivos geralmente implica no corte do cabo principal para adicionar um conector T, mas, para isso, a rede deve estar desligada. É importante seguir os requisitos de número máximo de dispositivos e de intervalo entre uma bifurcação e outra.

### **Diagnóstico e solução de problemas**

Pode ser difícil diagnosticar e solucionar problemas nas redes de barramento, pois uma única falha pode tornar todo o barramento inoperante. Um cabo interrompido, por exemplo, é o mesmo que ter dois cabos sem [terminadores](#). Sem terminação, os sinais podem se refletir nos dois segmentos de cabo, interferindo nas transmissões e tornando o sistema inoperável.

### **Considerações sobre o tamanho dos cabos**

A normas para instalação de um segmento de cabo coaxial (*Ethernet* fino) estabelecem que a extensão do cabeamento deverá atingir no máximo 185 metros. Trinta estações de rede já são suficientes para preencher um segmento de cabo coaxial, devendo haver um mínimo de 0,5 metro de cabo entre cada dispositivo interligado na rede.

Resumo: A Topologia em Barramento é uma ligação multiponto. Suas vantagens são a fácil instalação e o baixo custo em cabeamento. Suas Desvantagens são a difícil manutenção e detecção de erro.

## **1.2.2 Topologias físicas baseadas em conexões ponto-a-ponto**

A seguir são descritas as características das topologias ponto-a-ponto em Estrela e Anel, com as respectivas representações gráficas.

### **Características das topologias em Estrela**

As topologias em Estrela (Figura 1.4) utilizam um *link* ponto-a-ponto para conectar cada dispositivo a um **HUB** central. O **HUB** recebe sinais dos dispositivos da rede e faz o envio para o destino apropriado. Os **HUBs** podem ser interligados para estabelecer topologias de rede hierárquicas ou em forma de árvore.

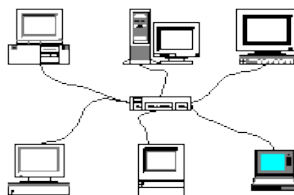


Figura 1.4: Topologia física em Estrela

### **Instalação**

A maior dificuldade do processo de instalação é que um cabo separado deve ser usado para conectar cada dispositivo a um **HUB**. Os requisitos de cabeamento são, em geral, maiores do que para topologias físicas de barramento ou anel.

Um dado importante sobre a topologia em Estrela é que o tamanho dos cabos entre **HUBs** e os dispositivos limita-se, normalmente, a 100 metros. Portanto, é necessário assegurar-se de que um **HUB** está alocado dentro dos 100 metros da localização de cada dispositivo.

### **Reconfiguração**

A vantagem do cabeamento em um **HUB** central está na facilidade de reconfiguração das redes. A maioria dos acréscimos e mudanças pode ser realizada simplesmente movendo-se um conector para uma nova porta de um **HUB**.

### **Diagnóstico e solução de problema**

É mais fácil diagnosticar e solucionar problemas em redes com topologia em Estrela do que em Barramento e, genericamente falando, do que em anéis. É fácil criar recursos de diagnóstico nos **HUBs**, que podem ser monitorados com o uso de ferramentas automatizadas de gerenciamento.

Geralmente, quando o cabo de um dispositivo falha, ele afeta apenas o dispositivo em questão. Quando o cabo de um dispositivo causa problemas para a rede inteira, é simples desconectá-lo do **HUB**. Muitos **HUBs** que suportam gerenciamento via software, desconectam automaticamente os dispositivos que estão causando erros na rede.

As topologias em Estrela estão sujeitas a um único ponto de falha. Se o **HUB** falhar, todos os dispositivos serão afetados.

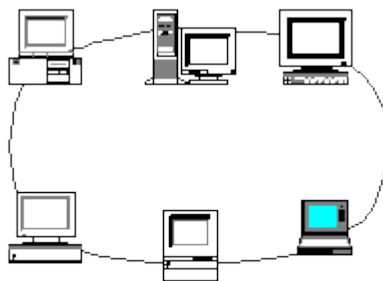
### **Considerações sobre o tamanho dos cabos**

Na configuração em Estrela com o uso do padrão 10BaseT, cada segmento de cabo que liga o **HUB** de fiação a uma estação da rede pode ter no máximo 100 metros, apesar de alguns fabricantes de **HUB** anunciarem que seus equipamentos são capazes de funcionar em distâncias maiores. O padrão 10BaseT oferece aproximadamente a mesma distância entre extremidades que o 10Base2 (cabo coaxial). No entanto, devido ao *design* utilizado, a cobertura em volta do **HUB** de fiação precisa ser muito maior.

**Resumo:** A Topologia Estrela é uma ligação ponto-a-ponto. Suas vantagens são a fácil detecção e solução de erro. Suas Desvantagens são o custo adicional com **HUB** e a maior extensão de cabeamento dentre as outras topologias.

## **Características das topologias em Anel**

As redes em Anel (Figura 1.5) utilizam *links* ponto-a-ponto para conectar dispositivos em um anel. As mensagens são reencaminhadas para todo o anel e podem desse modo, alcançar qualquer estação. Na topologia em anel os sinais geralmente percorrem o anel em uma única direção. Cada dispositivo possui um receptor e transmissor, e atua como um repetidor que passa o sinal para o próximo dispositivo do anel.



**Figura 1.5: Topologia física em Anel**

### **Instalação**

A instalação é bem simples, mas a quantidade de cabos exigida pode superar a da topologia de Barramento. Assim como acontece em todas as redes, é essencial seguir as restrições de projeto da rede quanto à extensão dos cabos entre dispositivos, extensão total do anel e o número de dispositivos.

### **Reconfiguração**

As redes em Anel também podem ser de difícil reconfiguração, especialmente quando os dispositivos estão separados por grandes distâncias.

### **Diagnóstico e solução de problemas**

A função de repetição facilita bastante o isolamento de falhas no cabeamento. Quando houver uma interrupção no cabo, os dispositivos ainda assim serão capazes de fazer transmissões para os dispositivos posteriores na sequência (e que estiverem no lado da interrupção). O isolamento da falha torna-se uma questão de determinar qual dispositivo não está recebendo sinais de seu vizinho anterior na sequência.

Alguns anéis incorporam caminhos redundantes que podem ser comutados quando ocorre uma interrupção no cabo. O caminho redundante toma a forma de um segundo anel que transmite sinais em direções opostas ao anel principal. Quando ocorre uma interrupção no anel principal, o anel em rotação contrária pode ser usado para rotear sinais em torno da interrupção.

### **Considerações sobre o tamanho dos cabos**

Em redes que seguem o padrão Token Ring, o tamanho máximo de todos os cabos do tipo **STP** é 350 metros para 4 Mbps e 170 metros para 16 Mbps. Em um sistema de cabeamento que utiliza os cabos do tipo **UTP**, o tamanho máximo do cabo é de 220 metros para 4 Mbps e de 100 metros para 16 Mbps.

**Resumo:** As redes em Anel são de fácil instalação com ligações ponto-a-ponto. Suas vantagens são fácil instalação e isolamento de erros e cobertura de grandes distâncias. O Custo de Cabeamento é médio. Sua Desvantagem é a difícil reconfiguração.

### 1.3 Transmissões de banda-base e banda larga

Há duas maneiras de se alocar a capacidade de um meio de transmissão. As formas de alocação são chamadas de: banda-base e banda larga.

**Banda-base** - Destina toda a capacidade (banda passante) do meio de transmissão a um único canal de comunicação.

**Banda-larga** - Permite que dois ou mais canais de comunicação compartilhem a banda passante da mídia (meio de transmissão) de comunicação.

A **banda-base** é o modo mais comum de operação. A maioria das redes locais, por exemplo, funciona em modo de banda-base. A sinalização em banda-base pode ser realizada tanto com sinais analógicos quanto com digitais.

Sabendo, ou não, você tem uma grande experiência com transmissões em **banda larga**. O cabo de TV que chega em sua casa (ou do vizinho mais próximo:) é uma mídia de banda larga. Muitos sinais de televisão podem compartilhar a banda passante do cabo, pois cada sinal é modulado usando uma frequência atribuída separadamente. Você pode escolher o canal que quiser selecionando sua frequência com o sintonizador da televisão. Essa técnica de dividir a banda passante em bandas de frequência é chamada de **multiplexação por divisão de frequência(FDMA)** e funciona apenas com sinais analógicos. Uma outra técnica chamada **multiplexação por divisão de tempo** (TDMA) suporta sinais digitais.

## II - Camada de Enlace de Dados do RM-OSI

Como foi abordada anteriormente, a camada Física do RM-OSI está relacionada apenas com a transmissão e recepção de bits. A comunicação em rede, entretanto, é consideravelmente mais complexa do que mover bits de um dispositivo para outro.

De fato, dezenas de etapas precisam ser desempenhadas para completar a tarefa de transporte da mensagem de um dispositivo para outro. Mensagens reais consistem não em bits isolados, mas em significativos grupos de bits. A camada de Enlace de Dados recebe frames (quadros) de camadas superiores.

A principal função da camada de Enlace de Dados é separar esses frames em bits e depois reconstruir os frames a partir de bits que são recebidos da camada Física(Quadros, pacotes, fragmentos).

A camada de Enlace de Dados também é responsável por outras funções, como por exemplo:

- Identifica dispositivos na rede
- Controla (e possivelmente corrige) erros
- Controla o acesso ao meio de transmissão
- Define a topologia lógica da rede
- Controla o fluxo de dados na forma de frames(quadros)

A camada de Enlace de Dados convencionalmente está dividida em duas subcamadas, conforme apresentado na Figura 2.1:

- Controle de Acesso à Mídia (Media Access Control - MAC). Essa subcamada controla os meios pelos quais vários dispositivos compartilham o mesmo canal de transmissão.

- Controle de Link (Enlace) Lógico (Logical Link Control - LLC). Essa subcamada estabelece e mantém links (enlaces) entre dispositivos em comunicação.

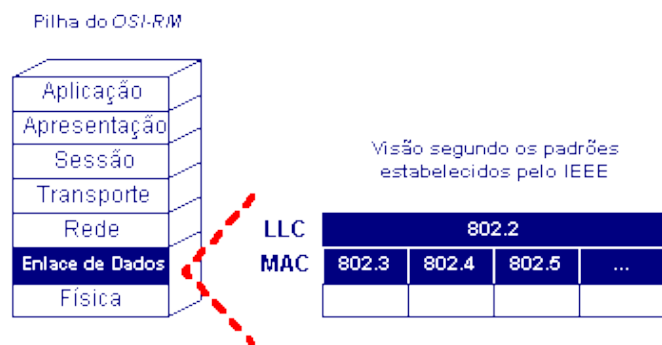


Figura 2.1: Divisão da camada 2 em LLC e MAC

## 2.1. Topologias físicas e lógicas

Quando estudamos a camada Física, foram apresentadas as topologias físicas, que descrevem como os meios são fisicamente arrumados para formar uma rede.

Além de existir uma topologia física, uma rede possui uma topologia lógica que descreve o caminho que um sinal segue em uma rede. As topologias lógica e física de uma rede podem coincidir ou não.

A Token Ring é o melhor exemplo de uma rede tendo topologias lógica e física diferentes. A Figura 2.2 ilustra como os computadores são conectados em uma rede Token Ring. Cada computador transmite (T) sinais para o receptor (R) do próximo computador. Dessa maneira, os sinais viajam por cada estação no sistema de cabeamento, finalmente completando uma viagem de volta à estação que os originou. Lembre-se de que uma topologia lógica descreve a maneira como os sinais viajam pela rede. É fácil ver por que as redes Token Ring têm uma topologia lógica em anel.

As redes Token Ring, no entanto, nunca são fisicamente ligadas em anéis. Em vez disso são usados concentradores de cabos, denominados MAUs ([Media Access Unit](#) - Unidades de Acesso ao Meio) e cada computador é interligado ao MAU. A Figura 2.3 mostra como os computadores e cabos são dispostos. Observe o modo como os cabos são conectados dentro do MAU de forma que o lado transmissor de um computador conecta-se ao receptor do próximo computador.

Essa é exatamente a mesma relação lógica que vimos na Figura 2.2, e a topologia lógica ainda é um anel.

Entretanto devido ao modo como cada computador é cabeado individualmente a um MAU, a topologia física de uma rede Token Ring é uma estrela.

A Ethernet com cabo coaxial é um exemplo de uma rede de barramento em que cada estação é conectada a todas as outras estações em uma topologia física multipontos. Além disso, cada estação em uma rede sob o padrão Ethernet faz broadcast (difusão) de sinais às outras estações, resultando também em uma topologia lógica de barramento (Figura 2.4).

Uma Ethernet 10BASET utiliza cabeamento do tipo UTP e ligação concentrada em um [HUB](#), mas ela permanece na forma de um barramento lógico já que os dispositivos continuam a se comunicar por meio de comunicação multi-pontos. Uma rede Ethernet 10BASET, portanto, é uma rede fisicamente na forma de uma estrela que funciona logicamente como um barramento.

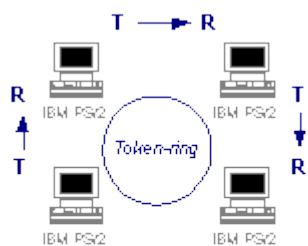


Figura 2.2:  
Topologia lógica de uma rede token ring

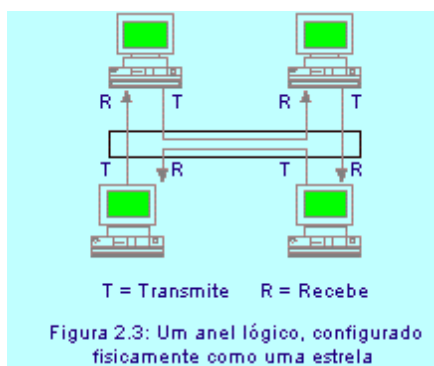


Figura 2.3: Um anel lógico, configurado fisicamente como uma estrela



Figura 2.4: Uma rede com padrão Ethernet possui tanto um barramento físico quanto lógico

A seguir algumas regras práticas de distinção entre físico e lógico:

- Se é possível ver ou tocar, é físico.
- Se não é possível ver ou tocar, é lógico.

A seguir estão algumas regras práticas de distinção entre redes de barramento e redes em anel:

- Se os sinais de cada computador são recebidos por todos os outros, a rede é de barramento (Broadcasting ou Difusão).
- Se cada computador recebe sinais de somente um outro computador, a rede é um anel.

## 2.2. Controle de acesso ao meio de transmissão

Qualquer determinado meio de transmissão pode suportar apenas um sinal por vez. Se dois computadores ocuparem o canal de transmissão ao mesmo tempo, os seus sinais irão interferir um com o outro, tanto quanto as vozes interferem quando duas pessoas falam ao mesmo tempo. O controle de acesso ao meio de transmissão é o processo que gerencia o acesso à mídia para que não ocorra essa interferência.

Nessa parte do nosso estudo, abordaremos duas formas de controle e acesso ao meio de transmissão, aplicadas em redes de barramento e de anel:

- Contenção
- Passagem de fichas

### 2.2.1 Contenção

Com o controle de acesso baseado em contenção, qualquer computador pode transmitir em qualquer momento. Uma falha vai ocorrer quando dois computadores tentam transmitir ao mesmo tempo, caso em que ocorre uma **colisão** (ver Figura 2.5).

Eventualmente quando uma rede fica ocupada o suficiente, a maioria das tentativas de transmissão resulta em colisões e pouca comunicação efetiva pode acontecer.



Figura 2.5:  
Uma colisão em uma rede baseada em contenção

Por isso, são usados geralmente mecanismos para minimizar os efeitos de colisões. Um deles é o de **linha** (*carrier sensing*), em que cada computador presta atenção à rede de comunicação antes de transmitir. Se o meio de transmissão estiver ocupado, o computador deixa de transmitir até que esteja desocupado. A simples estratégia "ouça antes de falar" pode reduzir significativamente as colisões.

Um outro mecanismo é a **detecção de linha**. Com essa estratégia, os computadores continuam a prestar atenção à rede, enquanto estão transmitindo. Se um computador detectar um outro sinal que interfira com o que está emitindo, ele suspenderá a transmissão.

Ambos os computadores aguardam então por algum tempo e tentam retransmitir. A não ser que a rede esteja extremamente ocupada, os dois mecanismos poderão gerenciar de forma satisfatória um grande volume de transmissões.

O mecanismo de linha e de detecção de linha formam o protocolo usado em todos os tipos de rede sob o padrão Ethernet, que é chamado de **Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)**. O padrão **IEEE 802.3** descreve redes com recursos oferecidos pelo protocolo **CSMA/CD**.

De acordo com as definições de diversos autores, contenção é um método de controle de acesso. Por outro lado, **CSMA/CD** é um protocolo que incorpora um método de acesso por contenção.

## 2.2.2 Passagem de Fichas

A passagem de fichas utiliza um *frame* chamado ficha, que circula por toda a rede. Um computador que precisa transmitir deve aguardar até que receba o *frame* de ficha, em cujo momento é permitida a transmissão. Quando o computador acaba de transmitir, ele passa o *frame* de ficha para a próxima estação na rede. A Figura 2.6 mostra como a passagem de fichas é implementada em uma rede Token Ring.

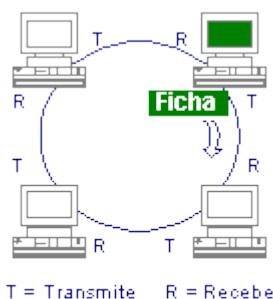


Figura 2.6: Passagem de fichas

Vários padrões de redes empregam o controle de acesso por passagem de fichas:

- O mais comum é o padrão definido como **IEEE 802.5**, para redes Token Ring.
- O padrão **IEEE 802.4** define uma rede de barramento que também emprega passagem de fichas. Esse padrão não é implementado com frequência.
- **FDDI (Fiber Distributed Data Interface)** é um padrão de rede de fibra óptica com taxa de transmissão de 100 Mbps que utiliza passagem de fichas e anéis de forma muito parecida com a Token Ring (IEEE 802.5).

## 2.3 Endereçamento

A camada de Enlace de Dados mantém endereços de dispositivos que permitem que as mensagens sejam enviadas a um dispositivo particular. Os endereços usados são chamados de **endereços de dispositivos físicos**, que são endereços exclusivos associados ao *hardware* de comunicação em rede de computador. Na maioria dos casos (por exemplo, em redes Ethernet ou Token-Ring) o endereço de dispositivo físico é incorporado à [Interface de rede](#), durante a fabricação da placa.

Os padrões que se aplicam a uma rede específica determinam o formato do endereço. Como o formato do endereço está associado ao método de controle de acesso ao meio de transmissão que está sendo usado, os endereços de dispositivos físicos são freqüentemente chamados de endereços da subcamada **MAC**.

O endereço de dispositivo não é realmente usado para rotear uma mensagem para um dispositivo específico. Os *frames* em redes locais são normalmente transmitidos de forma que estejam acessíveis a todos os dispositivos da rede. Cada dispositivo lê cada *frame* o suficiente para determinar o endereço do dispositivo para o qual o *frame* está endereçado.

Se o endereço de destino do *frame* corresponder ao próprio endereço físico do dispositivo, o resto do *frame* será recebido. Se o endereço não corresponder, o restante do *frame* será ignorado (descartado).

## 2.4 Sincronização de transmissão

No estudo da camada Física, foi discutida a necessidade de sincronizar transmissões de *bits* entre dispositivos de transmissão e recepção. A camada de Enlace de Dados, entretanto, opera sobre os dados após os *bits* terem sido montados para formar caracteres, *frames* ou outros grupos de dados (unidades de informação). Na camada de Enlace de Dados, é também necessário sincronizar transmissões de *frames*. Esta seção descreve três mecanismos:

- Assíncrono
- Síncrono
- Isócrono

### 2.4.1 Transmissão Assíncrona

A transmissão assíncrona não utiliza um mecanismo de *clock* para manter os dispositivos emissores e receptores sincronizados. Em vez disso, a sincronização de *bits* é usada para estabelecer o sincronismo entre os dispositivos para cada *frame* que é transmitido. Cada *frame* começa com um *bit* de início que permite ao dispositivo receptor ajustar-se ao *timing* do sinal transmitido. As mensagens são breves para que os dispositivos de emissão e de recepção não percam o sincronismo no decorrer da mensagem. A transmissão assíncrona é mais frequentemente usada para transmitir dados de caracteres e é ideal para ambientes onde caracteres são transmitidos a intervalos irregulares, assim como quando usuários digitam dados de caracteres.

A Figura 2.7 ilustra a estrutura de um *frame* típico usado para transmitir dados de caracteres.

Esse *frame* apresenta quatro componentes:

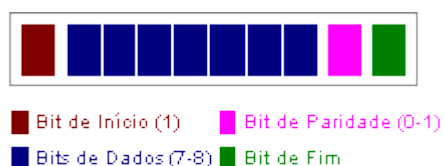


Figura 2.7: Estrutura de um FRAME assíncrono

**Um bit de início** - sinaliza que um *frame* está começando e possibilita ao dispositivo receptor sincronizar-se com a mensagem.

**Bits de dados** - consistem de 7 ou 8 bits quando estão sendo transmitidos dados de caracteres.

**Um bit de paridade** - opcionalmente usado como um método grosseiro de detecção de erros.

**Um ou mais bits de Fim** - sinalizam o fim do *frame* de dados.



A detecção de erros em transmissão assíncrona utiliza o *bit* de paridade. Vários esquemas estão implementados para uso do *bit* de paridade. Os mais comuns são os seguintes:

**Paridade par** - o *bit* de paridade é definido para assegurar que seja enviado um número par de *bits* 1. Se o campo de dados tiver três *bits* 1, o *bit* de paridade será definido em 1 para produzir um total de 4 *bits*.

**Paridade ímpar** - o *bit* de paridade é definido para assegurar que seja enviado um número ímpar de *bits* 1. Se o campo de dados tiver três *bits* 1, o *bit* de paridade será definido em 0 para produzir um total de três *bits* 1.

As técnicas de paridade podem detectar erros que afetam um *bit*. Elas podem, contudo, ser incapazes de detectar erros que afetam dois ou mais *bits*.

A transmissão assíncrona é uma tecnologia simples e barata, adequada para transmissão de pequenos *frames* em intervalos irregulares.

Como os *bits* de início, de fim e de paridade precisam ser acrescentados a cada carácter a ser transmitido, o desempenho da transmissão assíncrona não atende de forma satisfatória a troca de grandes quantidades de dados.

A transmissão assíncrona é freqüentemente utilizada para comunicações PC a PC e terminal a *Host*. Os dados nesses ambientes são geralmente de natureza intensa e baseados em caracteres, o que é ideal para a comunicação assíncrona. Em ambos os casos, geralmente também é desejável reduzir custos com hardware de comunicação, o que é melhor atingido com a transmissão assíncrona.

## 2.4.2 Transmissão Síncrona

A comunicação pode ser feita de forma mais eficiente se os *clocks* nos dispositivos transmissor e receptor estiverem sincronizados. Essa sincronização é realizada de duas maneiras:

- Transmitindo-se sinais de sincronização com dados. Algumas técnicas de codificação de dados, garantindo uma transição de sinal com cada *bit* transmitido, são inerentemente sinais do *clock* interno.
- Utilizando-se um canal de comunicação separado para transportar sinais de *clock*, uma técnica que pode funcionar com qualquer técnica de codificação de sinais.

A Figura 2.8 apresenta duas estruturas possíveis de mensagens associadas à transmissão síncrona.



Figura 2.8: Estruturas de Transmissões Síncronas

Ambas as transmissões começam com uma série de sinais sincronizados, que informam ao receptor o início de um *frame*. Sinais sincronizados geralmente utilizam um padrão de *bits* que não pode aparecer em qualquer ponto nas mensagens, garantindo que eles serão sempre distintos e fáceis de serem reconhecidos pelo receptor.

Uma ampla variedade de tipos de dados pode ser transmitida. A Figura 2.8 ilustra tanto os dados baseados em caracteres quanto os baseados em *bits*. Observe que caracteres múltiplos ou longas séries de *bits* podem ser transmitidos em um único *frame* de dados. Como o transmissor e o receptor permanecem sincronizados durante a transmissão, os *frames* podem ser extensos.

Quando os *frames* são maiores, a paridade passa a não ser mais um método adequado de detecção de erros. Se estiverem ocorrendo erros, é mais provável que vários *bits* serão afetados e que as técnicas de paridade não informarão um erro adequadamente. A técnica usada com a transmissão síncrona é a de verificação de redundância cíclica, conhecida como *CRC* (*Cyclic Redundancy Check*). O transmissor utiliza um algoritmo para calcular um valor de *CRC* que resume o valor inteiro de *bits* de dados. Esse valor de *CRC* é anexado ao *frame* de dados. O receptor usa o mesmo algoritmo, recalcula o *CRC* e compara o *CRC* inserido no *frame* ao valor que havia calculado. Se os valores corresponderem, é praticamente certo que o *frame* foi transmitido sem erro.

Um padrão de *bit* de fim inequivocamente indica o fim de um *frame*. Assim como os *bits* de sincronização, o padrão de *bit* de fim é freqüentemente um padrão que não pode aparecer no corpo de um *frame* de dados, eliminando a confusão por parte do receptor.

Quando os enlaces (*links*) de transmissão síncrona estão inativos, é comum transmitirem-se *bits* de preenchimento que mantêm dispositivos sincronizados, eliminando a necessidade de ressincronizar dispositivos quando um novo *frame* é transmitido.

A transmissão síncrona tem muitas vantagens sobre a assíncrona. Os *bits* de *overhead* (de sincronização, *CRC* e fim) são uma proporção menor do *frame* de dados geral, tornando a transmissão síncrona muito mais eficaz no uso da banda passante. A sincronização permite que os sistemas utilizem velocidades mais elevadas e melhorem a detecção de erros.

A desvantagem da transmissão síncrona está principalmente nos custos mais elevados em virtude da maior complexidade dos componentes necessários no circuito. Conseqüentemente, a transmissão síncrona é empregada principalmente quando grandes volumes de dados precisam ser transmitidos.

A transmissão síncrona é normalmente utilizada em comunicações *mainframe* a *mainframe*, e é também usada para se atingir altos níveis de eficácia em redes locais. Tanto o padrão Ethernet como o Token Ring, por exemplo, utilizam sinais de *clock* interno.

### 2.4.3 Transmissão isócrona

A transmissão isócrona aplica um dispositivo comum que fornece um sinal de *clock* compartilhado por todos os dispositivos na rede. O dispositivo de *clock* cria *slots* de tempo. Os dispositivos com dados a serem transmitidos monitoram a rede e inserem dados em *slots* de tempo abertos, à medida que eles se tornam disponíveis. Um determinado *slot* de tempo pode ser preenchido até a sua capacidade com vários *frames*.

A transmissão isócrona garante taxas de transmissão, é determinista e apresenta baixo *overhead*. A técnica, entretanto, apresenta um único ponto de falhas: torna-se necessário assegurar que o dispositivo de *clock* é tolerante a falhas.

## 2.5 Serviços de conexão

Nesta seção estudaremos os tipos de serviços implementados na camada de Enlace de Dados. Aspectos como controle de fluxo, de erros e sequenciação, serão descritos em detalhe.

### 2.5.1 Tipos de serviços

Os serviços de conexão a redes oferecem várias funções:

**Controle de fluxo** - determina a quantidade de dados que podem ser transmitidas em um determinado período de tempo. O controle de fluxo evita que o dispositivo transmissor sobrecarregue o receptor. O controle de fluxo pode ocorrer em diversas camadas (níveis de protocolos), incluindo a subcamada *LLC*.

**Controle de erros** - detecta erros nos *frames* recebidos e solicita a retransmissão de *frames*. O controle de erros é uma função da subcamada *LLC*.

**Controle de sequência** - permite que os receptores remontem os *frames* de dados em sua ordem original. O tamanho do *frame* é limitado, e a fragmentação e remontagem do pacote são necessárias para a transmissão de mensagens extensas. O controle de sequência é uma função da camada de Rede.

Três tipos de serviços de conexão fornecem diferentes combinações dos serviços acima:

**Serviços sem conexão não confirmados** - não fornecem nenhum controle de fluxo, erro ou sequência. Quando necessários, esses serviços devem ser fornecidos pelos protocolos de camadas superiores. O serviço sem conexão não confirmado oferece alto desempenho quando a comunicação em rede pode ser seguramente admitida como confiável (como na maioria das redes locais).

**Serviços baseados em conexão** - oferecem controle de fluxo, erro e sequência através do uso de confirmações. Os serviços baseados em conexão possuem *overhead* mais alto, reduzindo o desempenho, mas aumentando a confiabilidade quando necessário (como na maioria das redes de longa distância).

**Serviços sem conexão confirmados** - utilizam confirmações para fornecer controle de fluxo e erro em conexões ponto a ponto.

## 2.5.2 Controle de fluxo na subcamada *LLC*

O controle de fluxo evita que dispositivos receptores sejam sobrecarregados por dispositivos transmissores mais rápidos. Duas técnicas comuns de controle de fluxo consistem no controle de fluxo com taxa garantida e o controle de fluxo de janela.

### Controle de fluxo com taxa garantida

Com o controle de fluxo com taxa garantida, os dispositivos de emissão e de recepção negociam uma taxa de transmissão mutuamente aceitável. Normalmente essa taxa de transmissão se mantém constante durante a sessão de comunicação.

Para assegurar que os *frames* sejam recebidos sem erro, alguns protocolos exigem que o receptor confirme cada *frame* à medida que é processado. Se nenhum erro for detectado, um *frame* de confirmação será retornado ao transmissor, instruindo-o a enviar o próximo *frame*.

Se forem detectados erros, o receptor fará uma das duas coisas: enviará um pedido de retransmissão ou simplesmente aguardará até que o transmissor encerre e retransmita o *frame*.

Basicamente, o controle de fluxo com taxa garantida admite que o receptor processa uma unidade da mensagem (*bit* ou *frame*) para cada unidade transmitida. Esse método bastante inflexível geralmente não aproveita ao máximo as capacidades de transmissor, receptor e canal de comunicação.

### Controle de fluxo da janela

Armazenamento em *buffer* é uma técnica que permite aos transmissores e receptores operarem com mais flexibilidade. Os *buffers* consistem em espaço de memória que pode receber dados da rede e armazená-los até que o receptor possa processá-los e confirmar que foram recebidos.

A operação com janelas é uma técnica que permite ao transmissor enviar vários *frames* de dados antes de receber confirmação do receptor. Vários frames podem ser armazenados em *buffer* no receptor à medida que são processados. O número de *frames* que um transmissor pode enviar sem receber uma confirmação é conhecido como o tamanho da janela.

O controle de fluxo da janela estática limita o tamanho da janela a um número de *frames* específico, normalmente definido pelo número de frames que cabem no *buffer* de entrada do receptor. Se o tamanho da janela for 7, o transmissor poderá ter até sete *frames* pendentes. Um oitavo *frame* não poderá ser transmitido, entretanto, até que um dos *frames* pendentes seja confirmado (veja Figura 2.9).

O controle de fluxo de janela dinâmica aumenta em eficácia ao permitir que os dispositivos de comunicação ajustem o tamanho da janela. Outros termos para essa técnica são **janelas flutuantes** ou **deslizantes**. Uma técnica de janela dinâmica permite ao receptor enviar um *frame* de estrangulamento quando o seu *buffer* está perto da capacidade. Esse *frame* de estrangulamento sinaliza ao transmissor para ir mais devagar. Depois de o transmissor diminuir o ajuste da sua taxa de transmissão, ele irá aumentar lentamente a sua taxa de transmissão até receber um outro *frame* de estrangulamento. Dessa forma, a utilização da banda passante é otimizada.

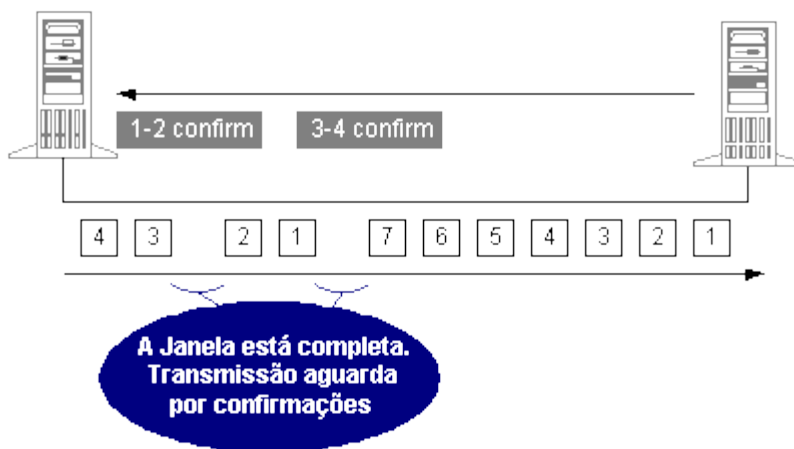


Figura 2.9: Controle de fluxo com o uso de Janelas

### 2.5.3 Controle de erros

Podem existir duas condições de erros de *LLC*:

- Quando são detectados erros de CRC
- Quando as confirmações esperadas não são recebidas

Como foi descrito anteriormente, os frames de dados síncronos incorporam um campo de verificação de redundância cíclica (*CRC*) que pode ser usado para detectar erros de transmissão. Quando um dispositivo receptor detecta um erro de *CRC*, ele pode transmitir uma confirmação negativa (*NAK*) que solicita a retransmissão do *frame*.

Quando são empregados serviços de confirmação, o transmissor espera *frames* de confirmação (*ACK*) do receptor de cada frame (ou um grupo de frames num protocolo de janelas).

Quando um intervalo específico de tempo expira sem uma confirmação, o transmissor admite que o *frame* foi perdido e o retransmite.

## III - Camada de Rede do *RM-OSI*

No estudo da camada de Enlace de Dados, vimos que ela lida com a comunicação entre dispositivos da mesma rede. Os endereços físicos do dispositivo são usados para identificar *frames* de dados, e é da responsabilidade de cada dispositivo monitorar a rede e receber os *frames* que são endereçados para ele.

A camada de Rede envolve a comunicação entre dispositivos de redes logicamente separadas que estão conectadas para formar inter-redes. Como as inter-redes podem ser amplas e criadas a partir de tipos diferentes de redes, a camada de Rede utiliza algoritmos de roteamento que podem ser usados para conduzir os pacotes de suas redes de origem para as de destino. Uma característica importante da camada de Rede é que cada rede da inter-rede recebe um endereço que pode ser usado para rotear pacotes. A natureza desses endereços e a maneira como eles são usados no roteamento de pacotes definem a maioria dos tópicos que iremos estudar.

Pilha do OSI-RM



### 3.1 Endereçamento

Você provavelmente já se deu conta da utilidade dos endereços físicos de dispositivo, que identificam exclusivamente cada dispositivo de uma rede. A camada de Rede usa dois tipos de endereço adicionais:

**Endereços lógicos** - que são usados para rotear pacotes para redes específicas da inter-rede.

**Endereços de serviços** - que roteiam pacotes para processos específicos que estejam sendo executados no dispositivo de destino.

#### 3.1.1 Endereços lógicos de rede

Os endereços lógicos de rede são designados no momento da configuração das redes. Uma das tarefas que um administrador de rede deve executar é certificar-se de que cada endereço é exclusivo em uma determinada inter-rede. Os endereços de rede permitem que os roteadores reencaminhem *frames* pela inter-rede para as redes apropriadas.

#### 3.1.2 Endereços de serviços

Na maioria dos computadores os sistemas operacionais são capazes de executar vários processos de uma só vez. Quando um pacote chega, é necessário determinar qual processo no computador deve receber os dados do pacote. Isso pode ser feito mediante designação de endereços de serviço, que identificam os processos e protocolos da camada superior (a camada de Transporte). Algumas definições de protocolos se referem aos endereços de serviços como **soquetes** (*sockets*) ou **portas**.

Alguns endereços de serviços, os [chamados endereços conhecidos](#), são universalmente definidos com base em um determinado padrão de rede. Já outros endereços de serviços são definidos pelos fornecedores dos produtos da rede.

### 3.1.3 Resumo de endereçamento

**Endereços físicos da rede** - são utilizados na subcamada **MAC** da camada de Enlace de Dados e servem para identificar um dispositivo específico como origem ou destino de um *frame*.

**Endereços lógicos da rede** - são utilizados na camada de Rede e identificam uma determinada rede da inter-rede ou *um Host* da rede como origem e destino de um pacote.

**Endereços de serviços** - são utilizados nas camadas que ficam acima da camada de Rede e identificam um processo ou protocolo no *Host* que é a origem ou destino de um pacote ou mensagem.

A Figura 3.1 exemplifica os tipos de endereços utilizados nas camadas de Aplicação, Transporte, Rede, Enlace de Dados e Física.

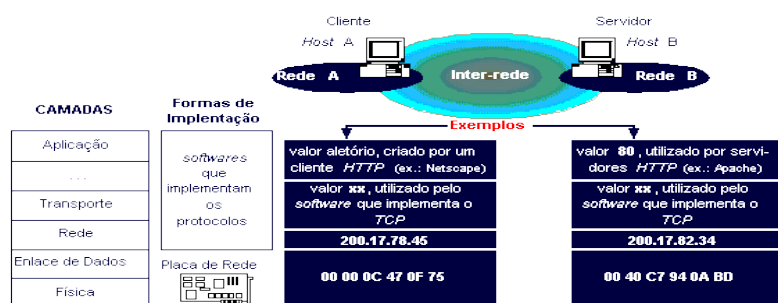


Figura 3.1: Exemplos de endereços físicos, lógicos e de serviço

## 3.2 Comutação

Várias inter-redes possuem caminhos de dados redundantes que podem ser usados para rotear mensagens. As seguintes técnicas de comutação podem ser usadas no desempenho das funcionalidades de roteamento:

- Comutação de circuito
- Comutação de mensagem
- Comutação de pacote

### 3.2.1 Comutação de circuito

Como mostra a Figura 3.2, a comutação de circuito estabelece um caminho que permanece fixo durante uma conexão. Da mesma forma que os equipamentos de comutação por telefone estabelecem uma rota entre um aparelho e outro, as redes de comutação de circuito estabelecem um caminho na inter-rede quando os dispositivos iniciam uma conversação (troca de mensagens).

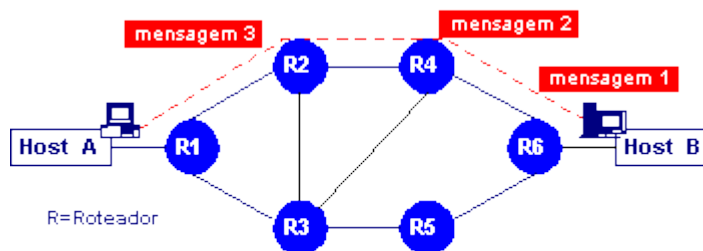


Figura 3.2: Comutação de circuito

A comutação de circuito fornece aos dispositivos um caminho dedicado e uma banda passante definida.

Entretanto, a comutação de circuito também possui desvantagens. O processo de estabelecimento de uma conexão entre dispositivos pode levar tempo. O tráfego não compartilha o caminho dedicado dos meios de transmissão, portanto, a banda passante pode acabar sendo usada de forma ineficiente. Como as redes de comutação de circuito devem ter um excedente de banda passante, as suas construções tendem exigir grandes investimentos.

### 3.2.2 Comutação de mensagem

A comutação de mensagem trata cada mensagem como uma entidade independente. Cada mensagem contém informações de endereço que descrevem o destino das mensagens. Os roteadores são programados com informações referentes a outros roteadores da rede que podem ser usados para reencaminhar mensagens a seus destinos. Eles também podem ser programados com informações sobre as rotas mais eficazes. Dependendo das condições da rede, mensagens diferentes podem ser enviadas por caminhos diferentes, como mostra a Figura 3.3.

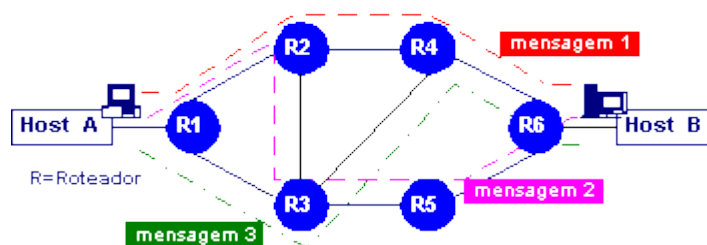


Figura 3.3: Comutação de mensagem

A comutação de mensagem transfere a mensagem completa de um roteador para o próximo, onde ela é armazenada antes de ser reencaminhada posteriormente. Como cada mensagem é armazenada antes de ser enviada para o próximo roteador, esse tipo de rede é chamado de rede de armazenamento e envio. Os roteadores de mensagem são, muitas vezes, computadores com uma finalidade geral. Eles devem ser equipados com uma capacidade de armazenamento suficiente (normalmente, unidades de disco rígido) que lhes permita guardar mensagens até que seja possível reencaminhá-las.

O correio eletrônico é um tipo de sistema comum de comutação de mensagem. É permitida uma certa demora durante a transmissão de mensagens, ao contrário do que acontece quando dois computadores estão trocando dados em tempo real. A comutação de mensagem usa dispositivos relativamente baratos para reencaminhar mensagens, além de funcionar bem com canais de comunicação lentos.

A comutação de mensagens possui várias vantagens:

- Os canais de dados são compartilhados entre os dispositivos de comunicação, melhorando a eficiência no uso da banda passante disponível.
- Os roteadores de mensagens podem armazenar mensagens até que um canal fique disponível, reduzindo a sensibilidade ao congestionamento da rede.
- As prioridades das mensagens podem ser usadas para gerenciar o tráfego da rede.
- O endereçamento de *broadcast* usa a banda passante da rede de maneira mais eficiente, enviando mensagens a vários destinos.
- A principal desvantagem da comutação de mensagem é a sua inadequação a aplicativos de tempo real, incluindo comunicação de dados, vídeo e áudio.

### 3.2.3 Comutação de pacote

Na comutação de pacote, as mensagens são divididas em pacotes menores. Cada pacote possui as informações de endereços de origem e destino, a fim de que pacotes individuais possam ser roteados na inter-rede de forma independente. Como você pode ver na Figura 3.4, os pacotes que compõem uma mensagem podem seguir rotas diferentes na inter-rede.

]

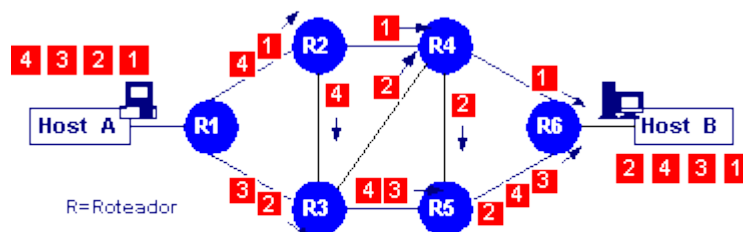


Figura 3.4: Comutação de pacote

Até aqui, esse processo assemelha-se bastante à comutação de mensagem. A diferença é que os pacotes limitam-se a um tamanho que permita aos dispositivos de comutação gerenciar inteiramente os dados do pacote na memória, sem precisar armazená-los temporariamente no disco. A comutação de pacote, portanto, roteia pacotes na rede de maneira muito mais rápida e eficiente do que a comutação de mensagem.

Há vários métodos de comutação de pacote. Neste curso, serão abordados os métodos:

- **Datagrama**
- **Circuito virtual**

#### Comutação de pacote por datagrama

Os serviços de datagrama tratam cada pacote como uma mensagem independente. Cada pacote é roteado independentemente na inter-rede e cada roteador decide qual segmento da rede deve ser adotado na próxima etapa da rota do pacote. Essa capacidade permite que os roteadores ignorem os segmentos ocupados e passem para outras etapas, a fim de acelerar o percurso dos pacotes na inter-rede.

Os datagramas são freqüentemente usados em redes locais. Os protocolos da camada de rede são responsáveis pelo envio do *frame* à rede apropriada. Depois, como cada datagrama contém informações de endereço de destino, os dispositivos da rede local poderão reconhecer e receber os datagramas.

A comutação de pacote satisfaz a necessidade de transmissão de mensagens longas com o menor tamanho de *frame* suportado pela camada de Enlace de Dados. A camada de Rede é responsável pela fragmentação de mensagem de camadas mais altas para datagramas menores, adequados à camada de Enlace de Dados. A camada de rede também é responsável pela reconstrução das mensagens dos datagramas quando elas são recebidas.

#### Comutação de pacote por circuito virtual

Os circuitos operam por meio de uma conexão formal entre dois dispositivos que estão em comunicação. Quando os dispositivos iniciam uma sessão, eles negociam os parâmetros para o tamanho máximo de mensagens, janelas de comunicação, caminhos de rede, etc. Essa negociação estabelece um circuito virtual, um caminho bem



definido na inter-rede através do qual os dispositivos se comunicam. Geralmente, esse circuito virtual permanece em funcionamento até que os dispositivos finalizem a comunicação.

Os circuitos virtuais distinguem-se pelo estabelecimento de uma conexão lógica. **Virtual** significa que a rede comporta-se como um circuito físico dedicado estabelecido entre os dispositivos que estão se comunicando. Ainda que não exista nenhum circuito físico, a rede terá a aparência de uma conexão física, no caso dos dispositivos que estão nas extremidades do circuito.

Os circuitos virtuais são freqüentemente usados junto com serviços baseados em conexão, oferecidos pela camada de Rede, e que serão abordados posteriormente nesta seção.

### **Vantagens da comutação de pacote**

A comutação de pacote otimiza o uso da banda passante, permitindo que muitos dispositivos roteiem pacotes nos mesmos canais de rede. A qualquer momento, um roteador pode estar roteando pacotes para vários dispositivos de destino diferentes, ajustando as rotas quando necessário para ser o mais eficiente possível no momento.

Como as mensagens não são inteiramente armazenadas nos roteadores antes do reencaminhamento, a demora na transmissão é significativamente menor do que a experimentada na comutação de mensagem.

Embora os dispositivos de comutação não requeiram grandes quantidades de espaço na unidade de disco rígido, eles podem precisar de uma quantidade significativa de memória em tempo real. Além disso, eles devem ter capacidade de processamento suficiente para executar os mais complexos protocolos de roteamento requeridos pela comutação de pacote. Entre as novas complexidades está a necessidade de reconhecer quando os pacotes se perdem, a fim de que a retransmissão possa ser solicitada.

## **3.3 Algoritmos de roteamento**

Roteamento é o processo de reencaminhamento de mensagens nas redes de comutação. A maioria dos dispositivos de roteamento é capaz de descobrir rotas na inter-rede e armazenar as informações de rota em tabelas de roteamento.

As tabelas de roteamento não armazenam apenas informações de caminho. Elas também armazenam estimativas do tempo gasto para enviar uma mensagem em uma determinada rota. Essa estimativa de tempo é conhecida como custo de um determinado caminho. Existem vários métodos para estimar os custos de roteamento.

**Contagem de saltos** - descreve o número de roteadores que uma mensagem deve atravessar antes de chegar ao seu destino. Se, supostamente, todos os saltos gastam o mesmo tempo, o melhor caminho é aquele que possui a menor contagem de saltos.

**Contagem de *tiques*** - é uma estimativa de tempo real, em que um *tique* é uma unidade de tempo definida pela implementação do roteamento.

**Gasto relativo** - é qualquer medida de custo (incluindo o custo monetário) definida para usar um determinado *link*.

Depois que os custos forem estabelecidos, os roteadores poderão selecionar as rotas estática ou dinamicamente, conforme descrito a seguir:

- A [seleção estática de rota](#) usa caminhos programados pelo administrador de rede.

- A [seleção dinâmica de rota](#) usa as informações de custo do roteamento para selecionar o caminho com melhor relação custo/benefício para o envio de um determinado pacote. Como as condições da rede mudam e isso se reflete nas tabelas de roteamento, o roteador pode selecionar caminhos diferentes para manter os custos baixos.

Dois métodos de descobertas são abordados neste estudo: **vetor de distância** e **estado de link**.

### **Roteamento do vetor de distância**

Os roteadores que utilizam o algoritmo de vetor de distância anunciam a sua presença a outros roteadores da rede. Periodicamente, cada roteador da rede enviará as informações da sua tabela de roteamento. Essas informações podem ser usadas por outros roteadores para que eles mesmos atualizem suas tabelas.

A Figura 3.5 ilustra o funcionamento do processo. No esquema apresentado, o roteador R3 é informado que o roteador R2 pode alcançar o roteador R1 em um salto. Como o roteador R3 sabe que está a um salto de distância, ele conseqüentemente sabe que o seu custo para alcançar o roteador R1 por meio do roteador R2 é de dois saltos.



Figura 3.5:  
Roteamento com vetor de distância

O roteamento de vetor de distância é um algoritmo eficiente, mas pode ser igualmente ineficiente. Como as alterações devem passar pela rede de roteador para roteador, pode ser que demore para uma alteração tornar-se conhecida por todos os roteadores da rede. Além disso, os freqüentes *broadcasts* de informações de roteamento produzem altos níveis de tráfego na rede, podendo prejudicar o desempenho em redes maiores.

### **Roteamento do estado de link**

O roteamento do estado de link reduz o tráfego de rede necessário para atualizar tabelas de roteamento. Os roteadores recém conectados à rede podem solicitar informações de roteamento em um roteador mais próximo.

Depois que os roteadores tiverem trocado as informações de roteamento sobre a rede, eles só enviarão o *broadcast* de mensagens quando houver alguma mudança. Essas mensagens contêm informações sobre o estado de cada *link* que o roteador possui com outros roteadores da rede. Como os roteadores mantêm-se atualizados, raramente é necessário realizar atualização de roteamento na rede.

## 3.4 Serviços de conexão

Quando estudamos a camada de Enlace de Dados, Você foi apresentado a estes três tipos de serviços de conexão:

**Serviços sem conexão não confirmado** - que não fornecem controle de fluxo, detecção de erros e controle da sequência de *frames*.

**Serviços baseados na conexão** - que oferecem controle de fluxo e detecção de erros com confirmações.

**Serviços sem conexão confirmados** - que usam confirmações para fornecer controle de fluxo e erro.

A camada de Rede também fornece serviços baseados em conexão, que incluem controle de fluxo, detecção de erros e controle da sequência de pacotes.

### Controle de fluxo

A camada de Rede, diferentemente da camada de Enlace de Dados que gerencia o controle de fluxo com base na capacidade dos dispositivos que estão em comunicação, gerencia o controle de fluxo para evitar o congestionamento na rede. Como você aprendeu na descrição sobre roteamento, a camada de Rede determina o número de pacotes que serão enviados em uma determinada rota. Ao rotear pacotes em *links* (enlaces) ocupados, a banda passante disponível na rede é usada com mais eficiência, reduzindo o congestionamento. Por esse motivo, o controle de fluxo da rede é chamado, freqüentemente, de controle de congestionamento.

O controle de fluxo da camada de Rede pode permitir que os dispositivos negociem uma taxa de dados garantida. As janelas estáticas e dinâmicas também podem ser empregadas na implementação desta funcionalidade.

Os dispositivos de recebimento podem controlar o congestionamento retardando o envio de confirmações. Nessas circunstâncias, o emissor pode supor que o pacote se perdeu e realizar uma retransmissão. Para evitar a retransmissão desnecessária, alguns protocolos definem pacotes que avisam sobre o congestionamento e permitem que os dispositivos de recebimento solicitem explicitamente atrasos na transmissão.

### Controle de erros

Várias condições de erro podem ser detectadas na camada de Rede. Os erros nos dados são normalmente detectados por meio dos algoritmos de *CRC*. Como as informações de cabeçalho do pacote mudam a cada salto (mudança de endereços), os valores do *CRC* devem ser recalculados por cada roteador.

Embora a camada de Rede possa implementar a detecção de pacotes perdidos e duplicados, essas funções são normalmente executadas pela camada de Transporte.

### Controle da sequência de pacotes

Lembre-se de que as redes de comutação de pacote podem rotear os pacotes por vários caminhos.

Conseqüentemente, os pacotes de uma mensagem podem chegar ao seu destino fora de ordem. Isso pode acontecer nos serviços de datagramas e nos serviços baseados em conexão.

A camada de Rede pode ser configurada para manusear o controle da sequência de pacotes, apesar dessa função ser geralmente executada pela camada de Transporte.

## 3.5 Serviços de *gateway*

Os roteadores podem lidar com a interconexão de redes cujos protocolos funcionem de maneira similar. Entretanto, quando as normas são suficientemente diferentes nas duas redes, torna-se necessário um dispositivo mais potente.

O *gateway* é um dispositivo capaz de reconciliar as diferentes normas usadas em duas redes distintas. Os *gateways* são normalmente requeridos para conectar redes locais em redes de *mainframe*, cujos protocolos possuem **gaarquiteturas** completamente diferentes das redes locais.

As redes de *mainframe*, como a *SNA* da IBM, não usam os mesmos esquemas de endereçamento de dispositivo que as redes locais (elas diferem em muitos outros aspectos também). É necessário "enganar" a rede de *mainframe* de forma que ela pense que os dispositivos do *mainframe* estão na rede local. Isso também é necessário para fazer o *mainframe* parecer-se como um dispositivo da rede local.

Os *gateways* podem ser implementados na camada de rede ou em camadas mais altas do modelo de referência *OSI*, dependendo do local em que a conversão de protocolos seja necessária.

## IV - Camada de Transporte do *RM-OSI*

A camada de Transporte é o próximo nível do ***RM-OSI*** que iremos estudar. Enquanto os protocolos das camadas inferiores estão relacionados à transmissão de mensagens entre dispositivos, a camada de Transporte, entretanto, cuida da transmissão de mensagens entre os processos que estão sendo executados nesses dispositivos. Sempre que um dispositivo estiver usando um sistema operacional multitarefa e, possivelmente, vários processos estejam sendo executados no dispositivo, será fundamental que as mensagens sejam remetidas do processo do dispositivo transmissor para o processo parceiro no dispositivo receptor. Os processos, muitas vezes, correspondem às aplicações cliente-servidor.

Pilha do *OSI-RM*



A camada de Transporte pode implementar procedimentos para assegurar que será feita uma transmissão confiável desses segmentos até seus dispositivos de destino. O termo "confiável" não significa que não ocorrerão erros, mas sim que eles serão detectados caso ocorram. Se uma perda de dados for detectada, a camada de Transporte solicitará uma retransmissão ou notificará os protocolos das camadas superiores para que eles possam tomar as medidas corretivas.

A camada de Transporte permite que os protocolos das camadas superiores estabeleçam uma interface com a rede, mas esconde deles as complexidades da operação da rede. Entre as suas funções, a camada de Transporte divide as mensagens grandes em segmentos apropriados para a transmissão em rede.

## 4.1. Endereçamento

O endereçamento da camada de Transporte está relacionado à transmissão de mensagens de um processo específico em um computador para o processo parceiro que está sendo executado no computador de destino. As mensagens podem ser identificadas de duas maneiras: identificador de conexão e identificador de transação.

### Identificador de conexão

O identificador de conexão também pode ser chamado de soquete (*socket*) ou porta, dependendo da implementação de protocolo. O identificador de conexão rotula cada conversa  o e permite que um processo se comunique com processos que estejam sendo executados em outros dispositivos. Cada conversa  o recebe um identificador num  rico. Um servi  o, que esteja sendo executado em camadas superiores, identifica as comunica  es

com um identificador de conexão que permita à camada de Transporte direcionar o endereçamento da camada inferior e transmitir as mensagens quando necessário.

### **Identificador de transação**

O identificador de transação é usado quando a troca de mensagens entre dois dispositivos é um evento único, formado por um pedido e uma resposta. Somente essa troca simples é acompanhada; nenhuma conversação de várias mensagens que esteja ocorrendo entre os dispositivos é gerenciada.

## **4.2 Segmentação**

Quando as mensagens de protocolos da camada superior excedem o tamanho permitido pela pilha de protocolos de um segmento, a camada de Transporte divide as mensagens com limite ultrapassado em segmentos de tamanho apropriado. A camada de Transporte também combina novamente os segmentos recebidos (faz a remontagem) em formatos de mensagens suportados pelas camadas superiores.

A camada de Transporte também pode combinar várias mensagens pequenas em um segmento único para melhorar a eficiência da rede.

## **4.3 Serviço de conexão**

Segundo os padrões estabelecidos para o *RM-OSI*, alguns serviços podem ser executados em mais de uma camada. Além das camadas de Enlace de Dados e de Rede, a camada de Transporte pode ter alguma responsabilidade em relação aos serviços de conexão.

### **Seqüência do segmento**

A seqüência do segmento é um serviço baseado em conexão fornecido pela camada de Transporte. Quando as mensagens grandes são divididas em segmentos para facilitar o transporte, a camada de Transporte deve seqüenciá-los novamente ao recebê-los, antes de reestruturar a mensagem original.

### **Controle de erro**

Quando os segmentos se perdem na transmissão, ou quando eles possuem identificadores de segmento duplicados, a camada de Transporte deve iniciar a recuperação do erro, utilizando uma das seguintes estratégias:

- Números exclusivos de seqüência de segmento.
- Circuitos virtuais, permitindo apenas um circuito virtual por sessão.
- Tempos de espera removidos dos segmentos da rede que foram roteados erroneamente e permaneceram na rede após um determinado tempo.

A camada de Transporte também detecta segmentos danificados, gerenciando o controle de erro de uma extremidade a outra por meio de técnicas como os *checksums*.

### **Controle de fluxo de uma extremidade à outra**

A camada de Transporte usa confirmações para gerenciar o controle do fluxo de uma extremidade à outra entre dois dispositivos conectados.

Além das confirmações negativas, alguns protocolos da camada de Transporte podem solicitar a retransmissão dos segmentos mais recentes. Essas confirmações são chamadas de confirmações **n**-retroativas (*go back n*) ou de repetição seletiva (*selective repeat*).

As confirmações **n**-retroativas solicitam a retransmissão dos últimos **n** pacotes. Já as confirmações de repetição seletiva podem solicitar a retransmissão de pacotes específicos.

Esse método é útil quando os *buffers* do dispositivo de recebimento apresentam *overflow* antes de pedirem ao dispositivo que esta transmitindo para suspender a transmissão.

## V - Camada de Sessão do RM-OSI

A camada de Sessão gerencia diálogos entre dois computadores, estabelecendo, gerenciando e encerrando as comunicações. Dentre os serviços fornecidos pela camada de Sessão, destacam-se:

- Controle de diálogo
- Administração da sessão

### 5.1 Controle de diálogo

Na Figura 5.1 são ilustradas três analogias para os diálogos do tipo *simplex*, *half-duplex* e *full-duplex*.

#### Diálogos *simplex*

Transferência de dados em mão única. Um exemplo é o alarme de incêndio, que envia uma mensagem de alarme ao corpo de bombeiros, mas não pode (e não precisa) receber mensagens do corpo de bombeiros.

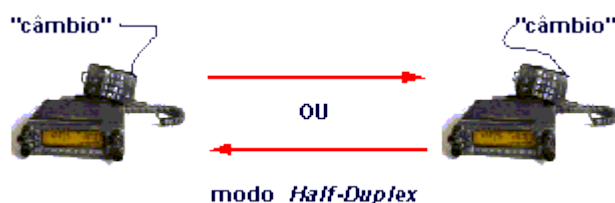


#### Diálogos *half-duplex*

Transferência de dados em mão dupla, nas quais os dados fluem em apenas uma direção por vez.

Quando um dispositivo termina uma transmissão, ele deve "mudar a direção" da mídia de forma que o outro dispositivo tenha a sua vez de transmitir.

Os operadores de radioamador, por exemplo, conversam no mesmo canal de comunicação. Quando um operador termina de transmitir, ele deve liberar o seu botão de transmissão de forma que outro operador possa enviar uma resposta.



### **Diálogos full-duplex**

Permitem transferências de dados simultâneas em mão duplas, tendo cada dispositivo um canal de comunicação separado. Os telefones são dispositivos full-duplex e ambas as partes de uma conversa podem falar ao mesmo tempo. A maioria dos modems pode operar no modo *full-duplex*.

Os custos aumentam nas operações *half* e *full-duplex* porque quanto mais complexa é a tecnologia do diálogo, maior o investimento necessário para implementação. Os projetistas dos sistemas de comunicação, portanto, geralmente usam o modo de diálogo mais simples que satisfaça os requisitos de comunicação.

A comunicação *half-duplex* pode resultar em desperdício da banda passante durante os intervalos em que a comunicação está retornando. Por outro lado, a comunicação *full-duplex* geralmente requer uma banda passante maior que a *half-duplex*.

## **5.2 Administração da sessão**

Uma sessão é um diálogo formal entre um solicitante de serviço e um provedor de serviços.

As sessões têm ao menos três fases:

**Estabelecimento da conexão** - Um solicitante de serviço pede a inicialização de um serviço. Durante o processo de configuração, são estabelecidas a comunicação e as normas sobre ela.

**Transferência de dados** - Como houve um acordo quanto às regras durante a configuração, cada parte do diálogo sabe o que esperar. A comunicação é eficiente e os erros são de fácil detecção.

**Release da conexão** - Quando a sessão é encerrada, o diálogo termina de uma forma sistemática.

### **Estabelecimento de conexão**

Quando a sessão é iniciada, várias tarefas podem ser realizadas:

- Especificação dos serviços que são obrigatórios.
- Autenticação do *login* do usuário e outros procedimentos de segurança.
- Negociação de protocolos e parâmetros do protocolo.
- Notificação de identificadores de conexão.
- Estabelecimento do controle do diálogo, bem como confirmação da numeração e dos procedimentos de retransmissão.

### **Transferência de dados**

Quando a conexão está estabelecida, os dispositivos envolvidos podem iniciar um diálogo. Além de trocar dados, esses dispositivos trocam confirmações e outros dados de controle que gerenciam o diálogo.

A camada de Sessão também pode incorporar protocolos para continuar os diálogos interrompidos. Após o estabelecimento de um diálogo formal, os dispositivos reconhecem uma conexão perdida sempre que a conexão não estiver formalmente liberada. O dispositivo, portanto, percebe que uma conexão foi perdida quando ele não recebe uma confirmação ou transmissão de dados que estavam sendo esperadas.

Dentro de um certo período de tempo, dois dispositivos podem reiniciar a sessão que foi interrompida, mas não liberada.

### **Release da conexão**

Esse é um processo ordenado que desativa a comunicação e libera os recursos no provedor de serviços.

A Tabela 5.1 resume os principais serviços e métodos da camada de Sessão.

<b>SERVIÇOS</b>	<b>MÉTODOS</b>
Controle de diálogo	<i>Simplex</i> <i>Half-duplex</i> <i>Full-duplex</i>
Administração da sessão	Estabelecimento de conexão Transferência de dados Release da conexão

## **VI - Camada de Apresentação do RM-OSI**

A camada de Apresentação trata da sintaxe, ou normas gramaticais, necessárias na comunicação entre dois computadores.

Neste módulo do curso, estudaremos dois serviços principais realizados na camada de Apresentação:

- Conversão de dados
- Criptografia/descriptografia de dados

Porém, antes de iniciarmos nosso estudo, cabe o seguinte comentário:

O nome **Camada de Apresentação** tem causado confusão porque algumas pessoas acreditam erroneamente que essa camada apresenta dados para o usuário. Entretanto, esse nome não significa exibição de dados, que é uma função realizada por aplicativos que são executados acima da camada de Aplicação.

A camada de Apresentação tem esse nome porque ela apresenta um formato de dados uniforme para a camada de Aplicação. Na verdade, essa camada não é implementada com frequência porque a maioria das funções da camada de Apresentação é realizada normalmente pelos aplicativos.

Pilha do OSI-RM





## 6.1 Conversão de dados

Uma meta de trabalho importante durante o projeto de redes é permitir que tipos diferentes de computadores troquem dados. Embora essa meta seja raramente atendida por completo, o uso eficiente das técnicas de conversão de dados pode possibilitar a comunicação entre muitos tipos de computadores.

Nesta seção serão abordadas quatro formas de conversão de dados: ordem dos *bits*, ordem de *bytes*, código de caracteres e sintaxe de arquivo.

### Ordem dos *bits*

Quando números binários são transmitidos por uma rede, eles são enviados um *bit* por vez.

Considere o número binário **11110000**. O computador transmissor pode começar por qualquer extremidade do número:

- Ele pode começar pelo dígito mais significativo, o dígito de maior valor, e enviar primeiro o *bit* 1 (um).
- Ele pode começar pelo dígito menos significativo, o dígito de menor valor, e enviar primeiro o *bit* 0 (zero).

A menos que os dispositivos de envio e recepção concordem nas convenções de ordem dos *bits*, eles mudarão os valores dos números binários que estiverem sendo transmitidos.

### Conversão da ordem de *bytes*

Uma lógica parecida se aplica à ordem de *bytes*. Os valores complexos geralmente devem ser representados por mais de um *byte*, mas cada computador usa uma convenção diferente em relação a que *byte* deve ser transmitido primeiro:

- Os microprocessadores **Intel** começam com o *byte* menos significativo. Por causa disso, eles são chamados *little endian*.
- Os microprocessadores **Motorola** começam com o *byte* mais significativo e são chamados *big endian*.

A conversão da ordem de *bytes* pode ser necessária para reconciliar essas diferenças.

### Conversão de código de caracteres

A maioria dos computadores usa um dos seguintes esquemas de numeração binária para representar conjuntos de caracteres:

- **ASCII**, o [American Standard Code for Information Interchange](#), usado para representar os caracteres ingleses em todos os computadores e na maioria dos minicomputadores.
- **EBCDIC**, o [Extended Binary Coded Decimal Interchange Code](#), usado para representar os caracteres ingleses em *mainframes* da IBM.

Fabricantes de sistemas operacionais de rede (Microsoft, Novel, IBM...) estão começando a incorporar o **UNICODE** em seus produtos. O **UNICODE** é um código de 16 *bits*, que pode representar 65.536 caracteres em inglês e outros idiomas, organizado em páginas de códigos dedicados aos caracteres, necessários para um determinado idioma, melhorando a portabilidade entre ambientes de idiomas diferentes.

### **Conversão da sintaxe de arquivo**

Quando os formatos de arquivos são diferentes entre os computadores, é preciso convertê-los. A seguir, serão descritas situações que podem exigir a conversão de formato de arquivo:

- Cópia de arquivos entre um Macintosh e um PC Intel. Os arquivos do Macintosh são compostos por dois arquivos relacionados chamados bifurcação de dados e bifurcação de recursos. Os arquivos do PC Intel, por outro lado, são compostos por um único arquivo.
- Cópia de arquivos entre PCs usando DOS e estações de trabalho Unix.

Feitas adequadamente, essas conversões podem ser completamente transparentes. O sistema operacional de rede Netware, por exemplo, permite que usuários DOS, Macintosh e Unix compartilhem os mesmos arquivos em um servidor, usando um recurso chamado suporte de nome de espaço.

## **6.2 Criptografia / descriptografia de dados**

A criptografia é freqüentemente desejável para garantir que os dados na rede local estejam absolutamente seguros. Mesmo que alguém não autorizado obtenha êxito capturando os dados, informações sensíveis podem ser criptografadas para que fiquem inutilizáveis.

As técnicas de criptografia empregam uma forma de mistura reversível de dados que gera dados ilegíveis sem o uso de uma chave. A chave é uma palavra ou um número que permite ao *software* de criptografia/descriptografia misturar e reordenar os dados.

Em algum momento, qualquer criptografia pode ser cortada. Os computadores mais rápidos possibilitam a quebra de muitos códigos tentando simplesmente valores de chave diferentes até encontrar o valor correto. A maior parte do esforço, portanto, é gasta na criação de algoritmos de criptografia poderosos, garantindo uma menor vulnerabilidade.

As duas técnicas mais comuns são as seguintes:

### **Chaves privadas**

O mecanismo de chaves privadas utiliza a mesma chave para criptografar e descriptografar a mensagem. Esse processo tem muitas desvantagens. O emissor e o receptor devem garantir mutuamente a informação da chave. Se a chave for interceptada, a mensagem torna-se vulnerável. Sempre que a chave é alterada, e chaves privadas são alteradas freqüentemente quando estão comprometidas, as novas chaves devem ser então comunicadas e isso as torna vulnerável a descobertas.

### **Chaves públicas**

A chave pública é usada para criptografar mensagens, ao passo que uma chave privada é usada para descriptografar. A chave pública é criada por um usuário através da aplicação de um algoritmo a uma chave privada, que é conhecida somente pelo receptor da mensagem.

O emissor da mensagem usa a chave pública para criptografar uma mensagem e não conhece ou não precisa conhecer a chave privada. Na verdade, qualquer um que possua a chave pública de uma pessoa pode criptografar uma mensagem para ela.

O receptor descriptografa a mensagem combinando a chave pública com a privada, conhecida apenas por ele mesmo.

Os algoritmos usados para criptografia de chave pública são extremamente complexos e é improvável que mesmo um supercomputador tropece na chave correta em um período de tempo razoável (seu tempo de vida, por exemplo). Entretanto os que fazem códigos nunca estão muito na frente dos que quebram códigos e as técnicas de criptografia mais sofisticadas estão sempre em desenvolvimento.

## VII - Camada de Aplicação do *RM-OSI*

Finalmente atingimos em nosso estudo, a camada mais alta do *RM-OSI*. A camada de Aplicação se refere ao fornecimento de serviços na rede. Entre os principais serviços oferecidos estão os serviços de arquivos, serviços de impressão e serviços para troca e acesso à informações.

A camada de Aplicação é comumente mal interpretada como sendo responsável por executar aplicativos de usuários, tais como processadores de textos. Não é esse o caso. Entretanto, a camada de Aplicação fornece uma interface por meio da qual os aplicativos podem se comunicar com a rede.

A camada de Aplicação realiza duas funções relacionadas à utilização dos serviços na rede. Uma função envolve a divulgação dos serviços disponíveis e a outra, o uso dos serviços.

Pilha do OSI-RM



### 7.1 Serviços de divulgação

Para informar os clientes sobre os serviços que estão disponíveis, a camada de aplicação divulga os serviços na rede. Você encontrou a utilidade dos [endereços de serviço quando estudamos a camada de Rede](#). Esses endereços de serviço fornecem o mecanismo que permite aos clientes comunicarem-se com os serviços. A camada de Aplicação pode empregar métodos ativos e passivos para divulgar os serviços.

#### **Divulgação de serviço ativo**

Quando os servidores divulgam ativamente os seus serviços, eles enviam um *broadcast* (uma difusão) anunciando os serviços que oferecem. A maioria dos protocolos considera essas divulgações de serviço válidas por um determinado período de tempo. A menos que as informações sejam atualizadas dentro de um tempo especificado, os clientes as removerão de suas tabelas de serviço.

Os clientes também podem transmitir as mensagens que solicitem serviços específicos. Os servidores respondem com uma lista de serviços que ele suporta.

No Netware, por exemplo, o *Service Advertisement Protocol (SAP)* é responsável pela divulgação de serviço ativo.

#### **Divulgação de serviço passivo**

Os servidores também podem listar seus serviços e endereços com um registro central de serviço. Os clientes consultam o diretório para determinar quais serviços estão disponíveis e como acessá-los - esse processo é chamado de divulgação de serviço passivo.

### 7.2 Métodos de uso dos serviços

Os clientes podem acessar os serviços usando três métodos:

- Interrupção de chamada do sistema operacional (redirecionamento)
- Operação remota
- Cooperação

### Interrupção de chamada do sistema operacional

As aplicações em sistemas clientes solicitam serviços colocando as chamadas de serviço em seus sistemas operacionais locais. Uma chamada de serviço é um procedimento formal definido pelos projetistas de um sistema operacional que fornece uma interface com os programas suportados pelo sistema operacional. Normalmente, essas chamadas de serviço chamam serviços na estação cliente local.

Quando um cliente é configurado para operações de rede, a interrupção de chamada do sistema operacional intercepta as solicitações de serviços (mecanismo chamado de **Redirecionador**). As chamadas de serviço que solicitam recursos locais são enviadas para o Sistema Operacional Local. As chamadas de serviço que solicitam recursos da rede (externos a estação) são redirecionadas para a rede, de onde são enviadas para o servidor apropriado. O processo é mostrado na Figura 7.1.

### Operação remota

Quando o sistema operacional da estação cliente possui capacidade interna de rede, ele pode acessar o servidor através de uma operação remota. O sistema operacional cliente faz interface direta com a rede. Para o servidor, as solicitações do sistema operacional cliente aparecem iguais às solicitações dos sistemas do próprio servidor. Em outras palavras, o servidor não está diretamente informado da existência independente dos sistemas-clientes.

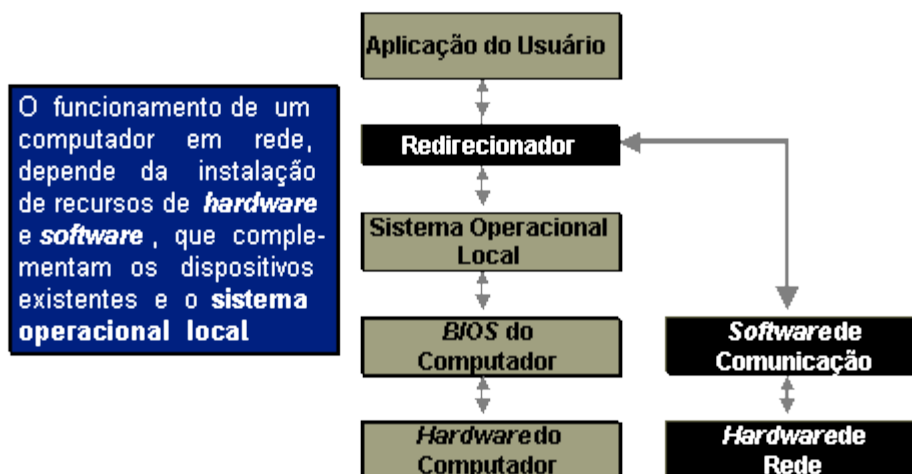


Figura 7.1: Arquitetura genérica de um SOR

### Processamento cooperativo

Alguns sistemas operacionais de servidor e cliente são tão avançados que o limite entre eles fica indistinto. Os sistemas operacionais funcionam juntos para coordenar o uso dos recursos nos dois respectivos computadores. Na verdade os computadores que participam de um processamento cooperativo compartilham todos os seus recursos. Um computador pode iniciar um processo em outro, por exemplo, para tirar proveito de alguns ciclos de processamento livres. Isso exige que os sistemas operacionais participantes sejam capazes de um alto nível de cooperação.

### Acréscimo do Assunto

Durante as últimas duas décadas, houve um grande aumento na quantidade e no tamanho das redes. Várias redes, no entanto, foram criadas através de implementações diferentes de hardware e de software. Como resultado, muitas redes eram incompatíveis, e a comunicação entre redes com diferentes especificações tornou-se difícil. Para tratar desse problema, a International Organization for Standardization (ISO) realizou uma pesquisa sobre vários esquemas de rede. A ISO reconheceu a necessidade da criação de um modelo de rede para ajudar os desenvolvedores a implementar redes que poderiam comunicar-se e trabalhar juntas (*interoperabilidade*). Assim, a ISO lançou em 1984 o modelo de referência OSI.

A primeira fase de desenvolvimento das LANs, MANs e WANs foi caótica, sob vários aspectos. No início da década de 80 houve um grande aumento na quantidade e no tamanho das redes. À medida que as empresas percebiam como era possível economizar e aumentar a produtividade com a tecnologia de redes, criavam mais redes e expandiam as redes já existentes, quase tão rapidamente quanto eram lançadas novas tecnologias e produtos de rede. Na metade da década de 80, essas empresas começaram a ter problemas gerados pelas expansões realizadas. A comunicação entre redes que usavam especificações e implementações diferentes se tornou mais difícil. As empresas perceberam que precisavam abandonar os sistemas de redes proprietários. Os sistemas proprietários têm desenvolvimento, posse e controle privados. Na indústria de computadores, proprietário é o contrário de aberto. Proprietário significa que uma empresa ou um pequeno grupo de empresas controla todos os usos da tecnologia. "Aberto" quer dizer que o livre uso da tecnologia está disponível para o público.

Para tratar do problema da incompatibilidade entre as redes e da impossibilidade delas se comunicarem entre si, a International Organization for Standardization (ISO) pesquisou esquemas de redes como, por exemplo, DECNET, SNA e TCP/IP, para descobrir um conjunto de regras. Como resultado dessa pesquisa, a ISO criou um modelo de rede que ajudaria os fabricantes a criar redes que poderiam ser compatíveis e operar junto com outras redes.

O processo de decompor comunicações complexas em discretas tarefas menores pode ser comparado ao processo de montagem de um automóvel. Se tomado como um todo, o processo de projetar, industrializar e montar um automóvel é altamente complexo. É improvável que uma só pessoa saiba como executar todas as tarefas necessárias para construir um carro partindo do zero. Por isso, os engenheiros mecânicos projetam o carro, os engenheiros industriais projetam os moldes para as peças e os técnicos de montagem específicos montam cada parte do carro.

O modelo de referência OSI (*Obs.: não confundir com ISO*), lançado em 1984, foi o esquema descritivo criado. Ele ofereceu aos fabricantes um conjunto de padrões que garantiram maior compatibilidade e interoperabilidade entre os vários tipos de tecnologias de rede, criados por várias empresas de todo o mundo.

O modelo de referência OSI é o modelo fundamental para comunicações em rede. Embora existam outros modelos, a maior parte dos atuais fabricantes de rede relaciona seus produtos ao modelo de referência OSI, especialmente quando deseja instruir os usuários no uso dos produtos. Eles o consideram a melhor ferramenta disponível para ensinar às pessoas a enviar e receber dados através de uma rede.

O modelo de referência OSI permite que você visualize as funções de rede que acontecem em cada camada. Sobretudo, o modelo de referência OSI é uma estrutura que você pode usar para entender como as informações trafegam através de uma rede. Além disso, você pode usar o modelo de referência OSI para visualizar como as informações, ou pacotes de dados, trafegam desde os programas aplicativos (*por exemplo, planilhas, documentos, etc.*), através de um meio de rede (*como cabos, etc.*), até outros programas aplicativos localizados em um outro computador de uma rede, mesmo se o remetente e o destinatário tiverem tipos diferentes de meios de rede.

No modelo de referência OSI, existem sete camadas numeradas e cada uma ilustra uma função particular da rede. Essa separação das funções da rede é chamada divisão em camadas. Dividir a rede nessas sete camadas oferece as seguintes vantagens:

- Decompõe as comunicações de rede em partes menores e mais simples;
- Padroniza os componentes de rede, permitindo o desenvolvimento e o suporte por parte de vários fabricantes;

- Possibilita a comunicação entre tipos diferentes de hardware e de software de rede;
- Evita que as modificações em uma camada afetem as outras, possibilitando maior rapidez no seu desenvolvimento;
- Decompõe as comunicações de rede em partes menores, facilitando sua aprendizagem e compreensão.

O problema de transferir informações entre computadores é dividido em sete problemas menores e mais gerenciáveis no modelo de referência OSI. Cada um dos sete problemas menores é representado por sua própria camada no modelo.

Cada camada OSI individual tem um conjunto de funções que ela deve executar para que os pacotes de dados trafeguem de uma origem a um destino em uma rede. A seguir, está uma breve descrição de cada camada no modelo de referência OSI

#### **Camada 7: A camada de aplicação**

A camada de aplicação é a camada OSI mais próxima do usuário; ela fornece serviços de rede aos aplicativos do usuário. Ela se diferencia das outras por não fornecer serviços a nenhuma outra camada OSI, mas apenas a aplicativos fora do modelo OSI. Os programas de planilhas, os programas de processamento de texto e os programas de terminal bancário são exemplos desses processos de aplicativos. A camada de aplicação estabelece a disponibilidade dos parceiros de comunicação pretendidos, sincroniza e estabelece o acordo sobre os procedimentos para a recuperação de erros e o controle da integridade dos dados. Para definir em poucas palavras a camada 7, pense em navegadores.

#### **Camada 6: A camada de apresentação**

A camada de apresentação assegura que a informação emitida pela camada de aplicação de um sistema seja legível para a camada de aplicação de outro sistema. Se necessário, a camada de apresentação faz a conversão de vários formatos de dados usando um formato comum. Se você quiser pensar na camada 6 com o mínimo de palavras, pense em um formato de dados comum.

#### **Camada 5: A camada de sessão**

A camada de sessão, como está implícito no nome, estabelece, gerencia e termina sessões entre dois hosts que se comunicam. A camada de sessão fornece seus serviços à camada de apresentação. Ela também sincroniza o diálogo entre as camadas de apresentação dos dois hosts e gerencia a troca de dados entre eles. Além da regulamentação básica das sessões, a camada de sessão oferece recursos para a transferência eficiente de dados, classe de serviço e relatórios de exceção de problemas da camada de sessão, da camada de apresentação e da camada de aplicação. Para definir em poucas palavras a camada 5, pense em diálogos e conversações.

#### **Camada 4: A camada de transporte**

A camada de transporte segmenta os dados do sistema host que está enviando e monta os dados novamente em uma sequência de dados no sistema host que está recebendo. O limite entre a camada de transporte e a camada de sessão pode ser comparado ao limite entre os protocolos de aplicativos e os protocolos de fluxo de dados. Enquanto as camadas de aplicação, de apresentação e de sessão estão relacionadas a problemas de aplicativos, as quatro camadas inferiores estão relacionadas a problemas de transporte de dados.

A camada de transporte tenta fornecer um serviço de transporte de dados que isola as camadas superiores de detalhes de implementação de transporte. Especificamente, algumas questões, por exemplo, como realizar transporte confiável entre dois hosts, dizem respeito à camada de transporte. Fornecendo serviços de comunicação, a camada de transporte estabelece, mantém e termina corretamente circuitos virtuais. Fornecendo serviço confiável, são usados

o controle do fluxo de informações e a detecção e recuperação de erros de transporte. Para definir em poucas palavras a camada 4, pense em qualidade de serviços e confiabilidade.

### **Camada 3: A camada de rede**

A camada de rede é uma camada complexa que fornece conectividade e seleção de caminhos entre dois hosts que podem estar localizados em redes geograficamente separadas. Se você deseja lembrar da camada 3 com o menor número de palavras possível, pense em seleção de caminhos, roteamento e endereçamento.

### **Camada 2: A camada de enlace de dados**

A camada de enlace fornece trânsito confiável de dados através de um link físico. Fazendo isso, a camada de enlace trata do endereçamento físico (*em oposição ao endereçamento lógico*), da topologia de rede, do acesso à rede, da notificação de erro, da entrega ordenada de quadros e do controle de fluxo. Se você deseja se lembrar da camada 2 com o mínimo de palavras possível, pense em quadros e controle de acesso ao meio.

### **Camada 1: A camada física**

A camada física define as especificações elétricas, mecânicas, funcionais e de procedimentos para ativar, manter e desativar o link físico entre sistemas finais. Características como níveis de voltagem, temporização de alterações de voltagem, taxas de dados físicos, distâncias máximas de transmissão, conectores físicos e outros atributos similares são definidas pelas especificações da camada física. Para definir em poucas palavras a Camada 1, pense em sinais e meios.

Embora o modelo de referência OSI seja universalmente reconhecido, o padrão aberto técnico e histórico da Internet é o Transmission Control Protocol/Internet Protocol (*TCP/IP*). O modelo de referência TCP/IP e a pilha de protocolos TCP/IP tornam possível a comunicação de dados entre dois computadores quaisquer, em qualquer parte do mundo, praticamente à velocidade da luz. O modelo TCP/IP tem importância histórica, assim como os padrões que permitiram que as indústrias de telefonia, energia elétrica, estradas de ferro e videoteipe se desenvolvessem.

---

# Modelo TCP/IP

## I- Breve histórico

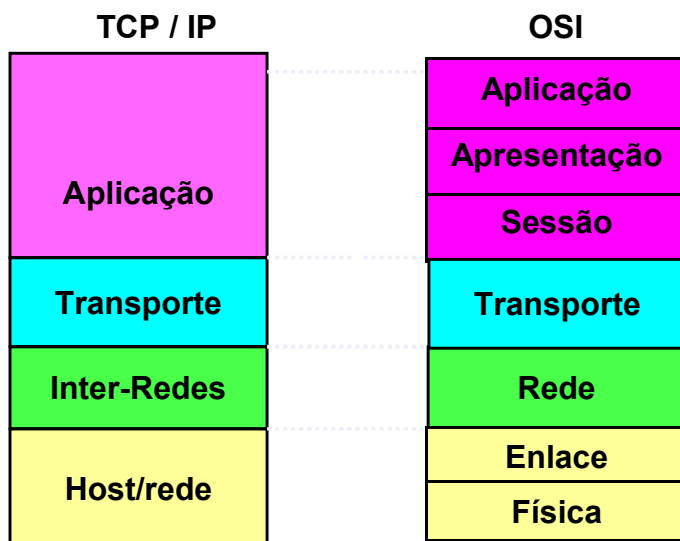
Na realidade o desenvolvimento do modelo **TCP/IP** (**T**ransmission **C**ontrol **P**rotocol / **I**nternet **P**rotocol) é anterior ao do modelo OSI. Apesar de os dois modelos terem como objetivo suprir a necessidade de interoperabilidade entre produtos e serviços heterogêneos, o TCP/IP não foi criado para ser padrão mas sim para atender necessidades de conexão entre os vários projetos do Departamento de Defesa dos EUA, inclusive o de suas redes de computadores. O TCP/IP foi projetado sem que se conhecessem ainda as camadas do OSI, contudo é possível classificar suas camadas conceitualmente como similares às do modelo OSI. Geralmente ele é apresentado como composto de 4 ou 5 camadas, dependendo do autor, semelhantes às do modelo OSI em termos de funções e serviços.

O modelo de referência TCP/IP atualmente é o mais usado em redes locais. Fundamenta-se na necessidade de interligação de diferentes tecnologias de redes. Tem como base dois protocolos: o TCP, um protocolo compatível com a camada 4 do modelo OSI, que fornece um serviço de transporte orientado à conexão, e o IP, compatível com a camada 3, que fornece um serviço de rede não-orientado à conexão. Isso se deve basicamente à popularização da Internet, já que esse protocolo foi criado para ser utilizado na Internet. Mesmo sistemas operacionais de rede que só utilizavam o seu protocolo proprietário (como Windows NT com seu NetBEUI e o Netware com seu IPX/SPX), hoje suportam o protocolo TCP/IP.

Uma das grandes vantagens do TCP/IP em relação aos outros protocolos existentes é que ele é roteável, isto é, foi criado pensando em grandes redes e de longa distância, onde podem existir vários caminhos para o dado atingir o computador de destino. Outro fato que tornou o TCP/IP popular é que ele possui arquitetura aberta e qualquer fabricante pode adotar a sua própria versão TCP/IP em seu sistema operacional, sem necessidade de pagamento de direitos autorais a ninguém. Com isso, todos os fabricantes de sistemas operacionais acabam adotando o TCP/IP, transformando-o em um protocolo universal, possibilitando que todos os sistemas possam se comunicar entre si sem dificuldade.

## II- Estrutura do modelo

Na figura a seguir, a arquitetura do TCP/IP é apresentada. Ao analisar a figura, verifica-se que esse protocolo pode ser tratado como tendo 4 camadas. Veja a correlação com o modelo OSI.





O modelo TCP/IP é muito pouco explícito em relação à **camada Host/rede**. Apenas indica que o host precisa se conectar à rede com algum protocolo que permita o envio de pacotes IP.

A **camada Inter-redes** deve se encarregar da entrega correta dos pacotes IP, usando os roteamentos necessários e evitando congestionamentos. Pode ser feita uma analogia com a camada de rede do modelo OSI.

A **camada de Transporte** tem funções bastante semelhantes à camada de transporte OSI. É responsável por pegar os dados enviados pela camada de Aplicação e dividi-los em pacotes chamados datagramas.

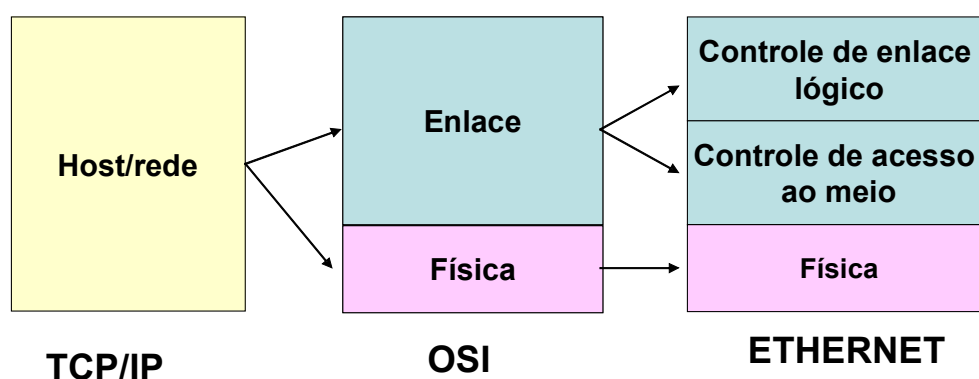
O modelo TCP/IP não tem as camadas de sessão e de apresentação. A **camada de Aplicação** contém todos os protocolos de nível mais alto.

### III - MODELO IEEE 802.X (ETHERNET)

O IEEE, em fevereiro de 1980, tomou para si a responsabilidade de desenvolver padrões para redes locais, tomando por base o modelo OSI. E os mesmos se concentraram nas camadas física e de enlace de dados.

O projeto de desenvolvimento logo ganhou o nome de IEEE 802, como uma referência ao ano e mês de início dos trabalhos. Os vários subprojetos que se seguiram tiveram um ponto (.) e um número seqüencial acrescentados a seu nome (por exemplo IEEE 802.1).

Em particular o padrão IEEE 802.3 é praticamente igual ao padrão Ethernet, daí o modelo ser identificado muitas vezes, indiferentemente, como modelo Ethernet ou modelo IEEE 802. A Ethernet é hoje a mais popular das redes locais (LAN), por sua simplicidade: ela é confiável, de baixo custo e fácil manutenção e por sua flexibilidade: interoperabilidade com protocolos existentes, principalmente com o TCP/IP que é dominante no mercado, evolução de velocidades, adaptação fácil aos novos dispositivos de mercado (hubs, chaves, etc.). O modelo Ethernet é um padrão que define como os dados serão transmitidos fisicamente através dos cabos de rede. Sendo assim, esse protocolo atua de forma equivalente às camadas Física e de Enlace do modelo OSI ou à camada Host/rede do modelo TCP/IP. Veja a figura abaixo.

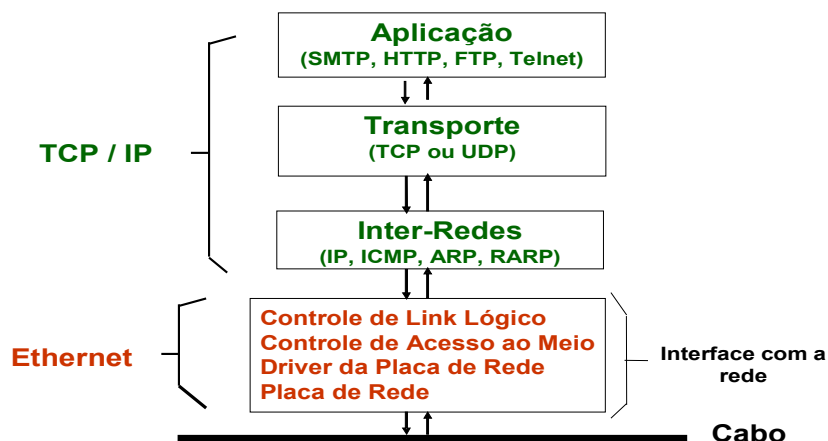


A subcamada **LLC – Logical Link Control (Controle de Enlace Lógico)** é responsável pela divisão do pacote de dados em quadros, é responsável pelo controle de fluxo destes quadros e pelo controle de erros de transmissão.

A subcamada **MAC – Medium Access Control (Controle de Acessos aos Meios)** controla a utilização compartilhada dos meios físicos de transmissão.

O papel do modelo Ethernet é, portanto, pegar os dados entregue pelos protocolos de alto nível – TCP/IP, IPX/SPX, NetBEUI, etc – e inseri-lo dentro de quadros que serão enviados através da rede. O modelo Ethernet também define como fisicamente esses dados serão transmitidos (o formato do sinal, por exemplo).

A figura a seguir apresenta uma rede local utilizando o protocolo TCP/IP como protocolo de alto-nível e o protocolo Ethernet como protocolo de baixo nível. Nesta configuração, o protocolo TCP/IP corresponde às camadas 7, 6, 5, 4 e 3 do modelo OSI e o protocolo Ethernet corresponde às camadas 1 e 2. Os protocolos internos de cada camada serão vistos posteriormente.



## IV - ESTUDO DA CAMADA FÍSICA

A Camada Física transforma os quadros de dados recebidos em sinais compatíveis com o meio onde os dados serão transmitidos. Ela é a responsável pela adequação do sinal transmitido ao meio físico de transmissão.

Entende-se por sinal o resultado da conversão do dado em bits na forma elétrica, óptica ou eletromagnética.

A camada física é a única camada que possui acesso físico ao meio de transmissão da rede devendo, portanto, se preocupar com fatores como as especificações elétricas, mecânicas, funcionais e procedurais da interface física entre o equipamento e o meio de transmissão, ou seja, a camada física tem como função básica a adaptação do sinal ao meio de transmissão.

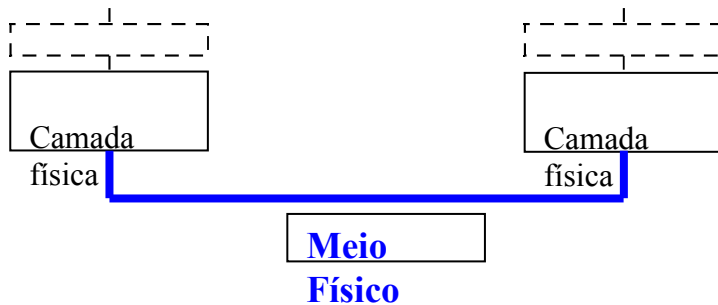
- especificações mecânicas: propriedades físicas da interface com o meio físico de transmissão, incluindo, por exemplo, o tipo de conector utilizado, o diâmetro do cabo;
- especificações elétricas: relacionam-se com a representação de um bit em termos de, por exemplo, nível de tensão utilizado e taxa de transmissão de bits;
- especificações funcionais: definem as funções a serem implementadas por esta interface;
- especificações procedurais: definem a sequência de eventos trocados durante a transmissão de uma série de bits através do meio de transmissão.

A camada física possui as seguintes funções:

- estabelecimento/encerramento de conexões: ativa e desativa conexões físicas mediante a solicitação de entidades da camada de enlace;
- transformação de dados: transformar os dados recebidos no formato de quadros, da camada de enlace, na unidade de transmissão utilizada que é o bit.
- transferência de dados: O nível físico tem como função transmitir os bits na mesma ordem em que chegam da camada de enlace (no sistema de origem) e entregá-los à camada de enlace na mesma ordem que chegaram (no sistema de destino);

- gerenciamento das conexões: gerência da qualidade de serviço das conexões físicas estabelecidas. Deve monitorar taxa de erros, disponibilidade de serviço, taxa de transmissão, atraso de trânsito etc.

São os protocolos, funções e especificações da camada física que definem tudo o que se relaciona com os meios físicos de transmissão utilizados nas redes de computadores, sejam eles com ou sem fio. Definem, por exemplo, tipos e comprimentos de cabos, padrões de conectores, sinais físicos associados a cada pino em cada conector.



De forma geral os componentes de um meio físico de transmissão são:

- **Cabos**
  - Par trançado não-blindado
  - Par trançado blindado
  - Coaxial
  - Fibra óptica
- **Conectores**
- **Outros Dispositivos**
  - Modem
  - Placa de rede
  - Hub
  - Repetidor

A transmissão pode ocorrer através de:

- **Meios guiados**
  - Fios, Cabos e Fibras Ópticas
- **Meios não guiados:**
  - Rádio-difusão
  - Microondas
  - Infra-vermelho
  - Via satélite

Nas transmissões por cabo algumas características físicas e elétricas são comuns aos diversos componentes:

- **Características físicas:**
  - Condutor – é o meio para o transporte do sinal físico. Geralmente são cabos de cobre desfiados ou sólidos, fibras de vidro ou de plástico;
  - Isolamento – é uma barreira protetora que evita que o sinal escape do condutor ou sofra interferências externas;
  - Capa externa – de materiais como PVC ou Teflon.
- **Características elétricas:**
  - Capacitância – é a propriedade que um circuito elétrico tem de armazenar carga elétrica que depois irá distorcer o sinal transmitido. Quanto menor a capacitância mais alta é a qualidade do cabo.

- Impedância – é a propriedade de um circuito elétrico em se opor a mudanças na quantidade de corrente elétrica fluindo pelo circuito. É importante prestar atenção nos limites aceitáveis de variação de impedância exigidos para cada dispositivo da rede.
- Atenuação – é o enfraquecimento da força do sinal à medida que o sinal caminha pelo cabo.

#### 4.1. Meios de transmissão de cobre

Sinais transmitidos através de cabos e fios de cobre estão constantemente sujeitos a interferências elétricas de outros cabos que estão próximos, a interferências eletromagnéticas de máquinas e motores, a campos magnéticos próximos. Além disso, os próprios cabos e fios estão sujeitos a deterioração por umidade ou maus tratos. Tudo isto contribui para que o sinal perca força no decorrer do trajeto.

##### 4.1.1. Par trançado não-blindado – (UTP – Unshielded Twisted Pairs)

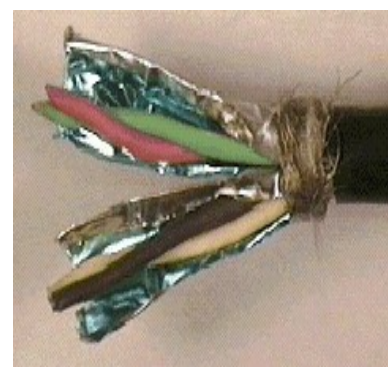
O cabo par trançado não-blindado é um tipo de cabo onde existem pares de fios de cerca de 1 mm de diâmetro isolados individualmente e enrolados em espiral. Esta forma faz com que as ondas de diferentes partes dos fios se cancelem, resultando em menor interferência. Em um mesmo cabo podem existir dois ou mais pares envolvidos por uma capa protetora externa a todos. A transmissão de dados exige, no mínimo, dois pares: um para transmissão e outro para recepção dos dados. Possui alta taxa de transmissão, baixa atenuação, menor custo por metro linear e ligação aos nós da rede extremamente simples e barata. Admite um distância entre nós de até 100 m sem amplificação.



Padrões da Electronic Industries Association e da Telecommunications Industries Association (EIA/TIA) estabelecem algumas categorias para estes cabos conforme suas características de fabricação. Por exemplo, um cabo da categoria 3 pode ser usado para transmissão de dados e voz, com características de transmissão de até 16 MHz e taxa de até 10 Mbps. Um cabo da categoria 5 pode ser usado para transmissão de dados e voz, com características de transmissão de até 100 MHz e taxa de até 100 Mbps. Há várias categorias que vão se sofisticando com o passar do tempo e a evolução tecnológica. Atualmente as categorias 3 e 5 são as mais utilizadas.

##### 4.1.2. Par trançado blindado (STP – Shielded Twisted Pairs)

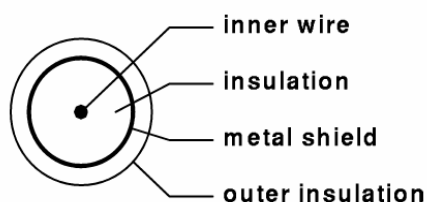
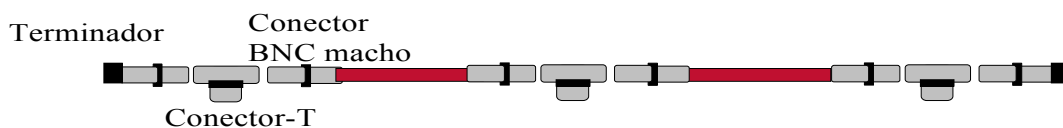
O cabo par trançado blindado é um tipo de cabo onde existe pares de fios isolados individualmente e trançados em forma helicoidal, concedendo-lhe certa imunidade a ruídos elétricos. Cada par é envolvido ainda por uma blindagem para minimizar a interferência que fontes externas possam causar. A transmissão de dados exige, no mínimo, dois pares: um para transmitir e outro para receber dados. O conjunto é envolvido por uma capa protetora. podendo dentro de um mesmo cabo existir dois ou mais pares. Cada fio possui o diâmetro aproximado de 1 mm. Possui a vantagem de ser barato, flexível e confiável. Por ser mais caro que o par não-blindado, é menos usado. Admite uma distância entre os nós de até 100 m, sem amplificação.



##### 4.1.3. Cabo coaxial

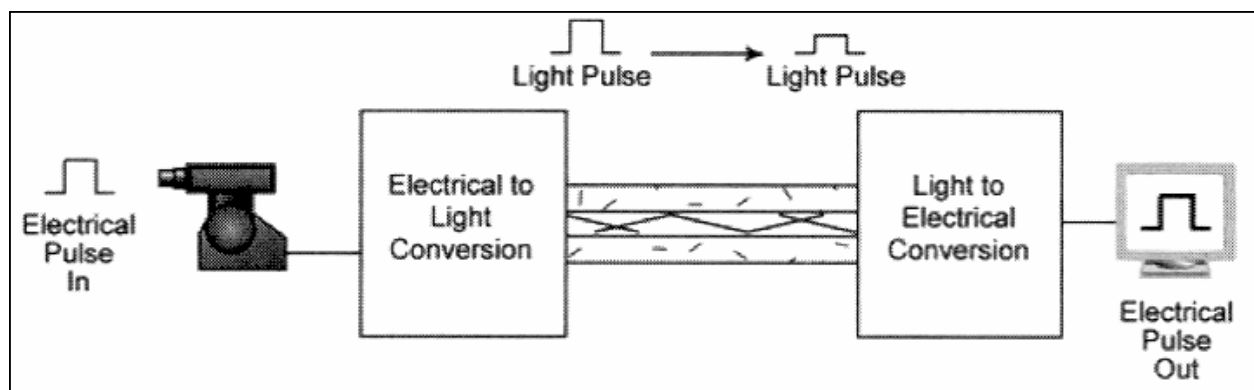
O cabo coaxial é formado por 1 fio de cobre esticado na parte central, envolvido por um material isolante. Este material isolante, por sua vez é envolvido por um condutor cilíndrico, geralmente uma malha metálica entrelaçada coberta por uma camada plástica protetora. É um cabo de média flexibilidade, quase não apresenta interferência e tem alta resistência mecânica. Tem melhor blindagem que os pares trançados, o que lhe permite se estender por distâncias mais longas em velocidades mais altas, porém tem maior custo.

Existe uma grande variedade de cabos coaxiais, porém numa rede local Ethernet são utilizados apenas dois tipos, o cabo grosso (yellow cable ou thick ethernet) ou cabo fino (cheapernet ou thin ethernet).



## 4.2. Meios de transmissão por fibra

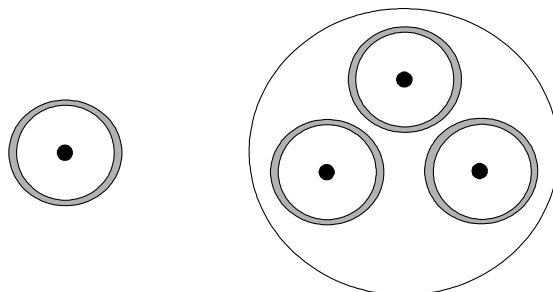
Em um sistema de transmissão óptica o elemento emissor é uma fonte de luz, o meio de transmissão é uma fibra de vidro ou de plástico e o receptor é um detector de luz. Um sinal elétrico é convertido pela fonte de luz em sinal luminoso que é transmitido pela fibra. O detector de luz “desconverte” este sinal luminoso novamente em sinal elétrico. Por convenção um pulso de luz indica um bit 1 e a ausência de luz é o bit 0. Como fonte usam-se geralmente diodos emissores de luz (LED – Light Emitting Diodes) e lasers semicondutores que operam na faixa de frequência do infravermelho (de 10 a 15 Mhz). Como receptor geralmente há um fotodiodo, que emite um pulso elétrico ao ser atingido pela luz.



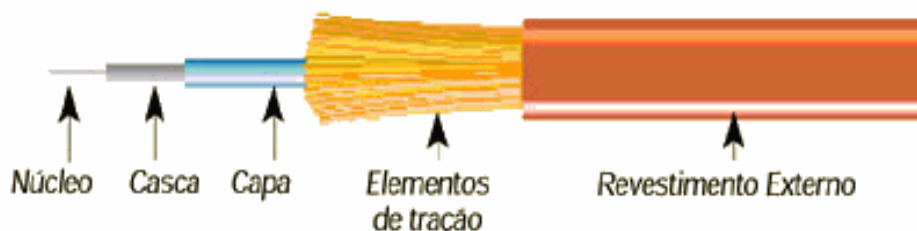
**Obs.:** Óptica – parte da Física que se relaciona com a luz.  
 Ótica – é relativa ao ouvido.

#### 4.2.1. Cabos de fibra óptica

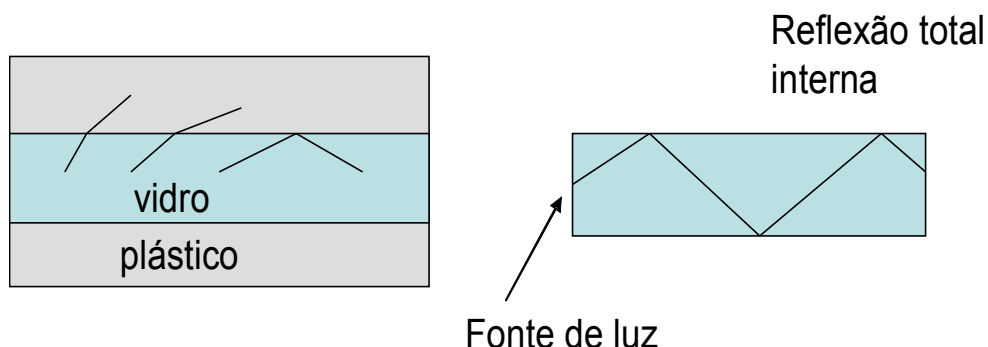
Uma fibra óptica é constituída de um filamento muito fino de vidro ou plástico por onde se propaga a luz. Este filamento é envolvido por uma camada de vidro ou plástico de índice de refração inferior ao do núcleo e uma capa protetora. Externamente há uma camada protetora e que dá resistência física à fibra. Existe cabo com uma única fibra ou um feixe de fibras no mesmo cabo.



Os cabamentos de fibra óptica possuem características de segurança superiores e podem suportar taxas de transmissão de dados de dezenas de Gbps ( $10^9$ ). Os custos para implantação e conexão de redes de fibra óptica ainda são bem superiores aos de outros meios de cobre. Os cabos de fibra óptica não são suscetíveis a qualquer tipo de interferência eletromagnética, inclusive as mais severas e, por isto, podem alcançar grandes distâncias (em torno de 1500 m entre os nós).



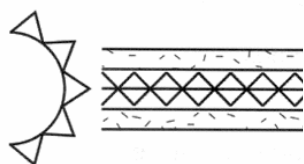
Fisicamente a fibra óptica se vale do princípio físico da refração da luz que é desviada quando passa de um meio físico para outro de índice de refração diferente. Aumentando o ângulo de incidência na divisa de um meio físico para outro o desvio pode ser tão grande que a luz é refletida para dentro do mesmo meio onde caminhava. Com isto ela não se perde e caminha dentro deste meio até o fim, como se ele fosse uma tubulação de luz.



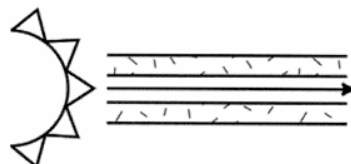
**Fibras multimodo** – são aquelas em que vários feixes luminosos em diferentes ângulos de incidência se propagam através de diferentes caminhos dentro da fibra.

**Fibras monomodo** – são aquelas fibras com diâmetro do núcleo tão pequeno que apenas um raio de luz será transmitido, praticamente sem reflexão nas paredes internas.

### FIBRA MULTIMODO



### FIBRA MONOMODO



## 4.3. Conectores

São os dispositivos da camada 1 que ligam os demais dispositivos aos cabos da rede. Há, no mercado, diversos tipos de conectores cuja utilização vai depender de cada situação específica: conectores para ligar placas de rede a um cabo; conectores para ligar segmentos de cabo; conectores para ligar cabos a outros dispositivos da rede; conectores terminais para ligar no final de um cabo para possibilitar o balanceamento da impedância no mesmo.

Alguns exemplos mais comuns: na ligação de cabos de par trançado usa-se o conector modular de 8 pinos, mais conhecido como terminal RJ-45 (registered jack ou terminal registrado com o número 45); o conector para cabos coaxiais é conhecido como conector BNC, mostrado na figura a seguir.



## 4.4. Outros



## Dispositivos

Além dos cabos e conectores, a camada física utiliza alguns outros dispositivos para compor o meio físico na transmissão de dados. São modems, placas de rede, hubs e repetidores.

### 4.4.1. Modem

É um dispositivo interno ou externo ao computador capaz de transformar, no lado do emissor dos dados, o sinal digital que sai do computador para uma forma analógica para que este sinal possa ser transmitido por linhas telefônicas padrão. É o processo chamado de modulação. No lado receptor dos dados, o modem demodula o sinal, reconvertendo o sinal analógico transmitido da linha telefônica para a forma digital que é inteligível para o computador. A palavra vem de MODulação – DEModulação. Os protocolos ITU-T especificam padrões de modem levando em consideração a velocidade com que eles trocarão dados entre si. Os padrões de modem (e seus protocolos) mais comuns são: 14.400 bps (V.32 bis); 28.800 bps (V.34); 33.600 bps (V.34 melhorado) e 57.600 bps (V.90).



#### 4.4.2. Placa de rede

A placa de interface de rede ou (Network Interface Card – NIC) é um dispositivo que atende a camada de nível 1 e também a de nível 2. É instalada dentro do computador e é a responsável pela conexão do hardware com o meio físico de transmissão. Precisa sempre da instalação de seu driver, ou seja, do software que a faz executar as funções necessárias para a rede. Pode ter entrada para um ou mais tipos de conectores.



#### 4.4.3. Hub

É um dispositivo que permite interligar vários nós de uma rede. Tem várias linhas de entrada que ele conecta eletricamente. Os dados que chegam a qualquer destas entradas são enviados a todas as outras, ou seja, ele retransmite o que chega para todos os nós da rede, não analisando endereços. Vai ocorrer colisão se dois dados chegarem ao mesmo tempo. Todas as placas que enviarem dados para um hub devem estar operando na mesma velocidade. Normalmente não amplificam os sinais de entrada e são projetados para conter várias placas de expansão. As entradas são denominadas portas que podem ser 8, 16, 24 ou 32, de acordo com o modelo e fabricante.

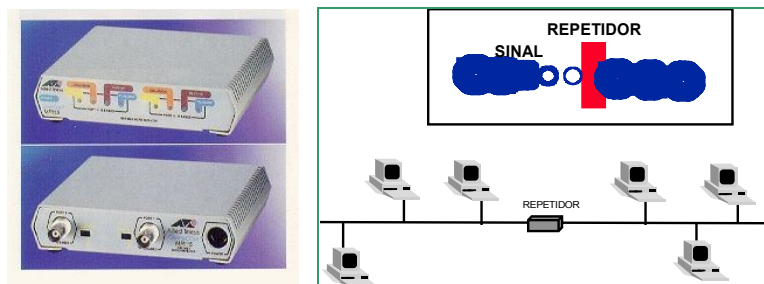


#### 4.4.4. Repetidor

É um dispositivo analógico que tem como finalidade conectar dois segmentos de um cabo. Um sinal que aparece em um deles é amplificado e colocado no outro. Há portanto uma regeneração de sinais. Não reconhece quadros, pacotes ou cabeçalhos, somente volts. Um exemplo clássico de sua utilização é em redes Ethernet onde o



limite entre nós de 500 metros pode se ampliar até 2.500 m com a colocação de um máximo de 4 repetidores no caminho.



## 4.5. Formas de transmissão por meios não guiados

São as transmissões sem fio (wireless). Baseiam-se nas ondas eletromagnéticas que foram previstas pelo físico inglês Maxwell e comprovadas pelo físico alemão Hertz. Geralmente estão sujeitas a uma série de interferências do ambiente, como interferências elétricas, magnéticas, do clima e até mesmo de obstáculos no meio do caminho. A rede sem fio é uma alternativa viável onde é difícil ou mesmo impossível implantar uma rede física. É imprescindível para comunicação entre computadores portáteis em ambiente de rede móvel. É uma solução em aplicações militares onde um problema com cabos pode paralisar toda a comunicação. É um complemento para as redes convencionais: um computador sem fio pode se comunicar, através de antenas, com um nó da rede e daí a informação pode seguir por fios e cabos até o destino.

### 4.5.1. Transmissão por Rádio-difusão

As ondas de rádio são fáceis de gerar, podem percorrer longas distâncias, atravessar prédios e viajam em todas as direções sem necessidade de alinhamento rigoroso entre emissor e receptor. Estão sujeitas a uma série de interferências e podem também interferir em outras transmissões. Por isto, são rigorosamente controladas pelos governos.

### 4.5.2. Transmissão por microondas

Acima de 100 MHz as ondas de rádio-frequência praticamente caminham em linha reta e podem ser concentradas em um feixe estreito. Exigem alinhamento perfeito entre a antena de emissão e a de recepção, sem obstáculos pelo caminho (visada direta). Todo o sistema telefônico de longa distância e o sistema de distribuição de sinais de TV brasileiros eram por microondas, até o surgimento das fibras ópticas.

### 4.5.3. Transmissão por ondas de infravermelho

São ondas milimétricas muito utilizadas na comunicação de curto alcance. São bem direcionais, baratas e fáceis de montar mas não atravessam objetos sólidos. Seu uso atualmente está restrito a aparelhos domésticos que fiquem dentro de um mesmo espaço físico, como ligar TVs, vídeos, ou mesmo para conectar mouse, notebooks ou impressoras aos computadores.

### 4.5.4. Transmissão Via satélite

Satélites amplificadores e repetidores de comunicações colocados em órbita ao redor da Terra tem um importante papel nas transmissões sem fio. Existem atualmente três grandes tipos de satélites de comunicação. Os que ficam em órbitas geoestacionárias na altitude de 35.800 Km e que para alguém da Terra parecem fixos no

espaço. Os dados que chegam ao satélite são retransmitidos de volta para grandes antenas na Terra que se encarregam da distribuição para suas redes. Não há controle de privacidade e segurança das mensagens transmitidas.

Os satélites de órbita média que ficam a mais ou menos 15.000 Km de altitude. Precisam ser acompanhados em suas órbitas. Os satélites GPS (Global Positioning System) estão neste caso.

Satélites de órbita baixa – Girando a aproximadamente 1.000 Km de altitude, com movimento muito rápido, há necessidade de uma quantidade grande de satélites para se ter um sistema de comunicação completo. Atualmente existem 2 sistemas para comunicação de voz e um para a Internet em utilização/projeto.

O Projeto Iridium previa 77 satélites depois alterado para 66, que permitiriam a qualquer usuário de seus telefones estar sempre enxergando um deles. O objetivo é permitir transmissão de dados de qualquer lugar para qualquer lugar do planeta, via satélites. O Projeto Globalstar é uma alternativa ao Iridium. 48 satélites mais um sistema de antenas na Terra permitiriam que uma chamada refletida no satélite seguisse por uma rede terrestre até chegar ao destino, transferindo a complexidade do sistema para o solo, onde a administração é mais fácil. O projeto Teledesic prevê a utilização da Internet sem depender dos sistemas telefônicos e com alta largura de banda, utilizando 30 satélites em órbita baixa. Cada satélite tem capacidade de rotear os pacotes para seus satélites vizinhos.

### **Bibliografia:**

1. SOARES, L. F. G., LEMOS, G. e COLCHER, S.: “Redes de Computadores: das LANs, MANs e WANs às Redes ATM”, 2ª Ed., Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1995.
2. TANENBAUM, A. S.: “Redes de Computadores”, Tradução da 4ª edição, Rio de Janeiro, Ed. Campus, 2003.
3. GALLO, MICHAEL A., HANCOCK, W. M.: “Comunicação entre Computadores e Tecnologias de Rede”, São Paulo, 2003.

### **Site para pesquisa**

<http://redes.ucpel.tche.br/ensino/arq-redes/enderecamento-transporte.html>



## Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas  
De um povo heróico o brado retumbante,  
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,  
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade  
Conseguimos conquistar com braço forte,  
Em teu seio, ó liberdade,  
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,  
Idolatrada,  
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido  
De amor e de esperança à terra desce,  
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,  
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,  
És belo, és forte, impávido colosso,  
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,  
Entre outras mil,  
És tu, Brasil,  
Ó Pátria amada!  
Dos filhos deste solo és mãe gentil,  
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,  
Ao som do mar e à luz do céu profundo,  
Fulguras, ó Brasil, florão da América,  
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,  
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;  
"Nossos bosques têm mais vida",  
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,  
Idolatrada,  
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo  
O lábaro que ostentas estrelado,  
E diga o verde-louro dessa flâmula  
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,  
Verás que um filho teu não foge à luta,  
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,  
Entre outras mil,  
És tu, Brasil,  
Ó Pátria amada!  
Dos filhos deste solo és mãe gentil,  
Pátria amada, Brasil!

## Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes  
Música de Alberto Nepomuceno  
Terra do sol, do amor, terra da luz!  
Soa o clarim que tua glória conta!  
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta  
Em clarão que seduz!  
Nome que brilha esplêndido luzeiro  
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!  
Chuvas de prata rolem das estrelas...  
E despertando, deslumbrada, ao vê-las  
Ressoa a voz dos ninhos...  
Há de florar nas rosas e nos cravos  
Rubros o sangue ardente dos escravos.  
Seja teu verbo a voz do coração,  
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!  
Ruja teu peito em luta contra a morte,  
Acordando a amplidão.  
Peito que deu alívio a quem sofria  
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!  
Vento feliz conduza a vela ousada!  
Que importa que no seu barco seja um nada  
Na vastidão do oceano,  
Se à proa vão heróis e marinheiros  
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!  
Porque esse chão que embebe a água dos rios  
Há de florar em meses, nos estios  
E bosques, pelas águas!  
Selvas e rios, serras e florestas  
Brotem no solo em rumorosas festas!  
Abra-se ao vento o teu pendão natal  
Sobre as revoltas águas dos teus mares!  
E desfraldado diga aos céus e aos mares  
A vitória imortal!  
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,  
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



**GOVERNO DO**  
**ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria da Educação*