

Redes de Computadores

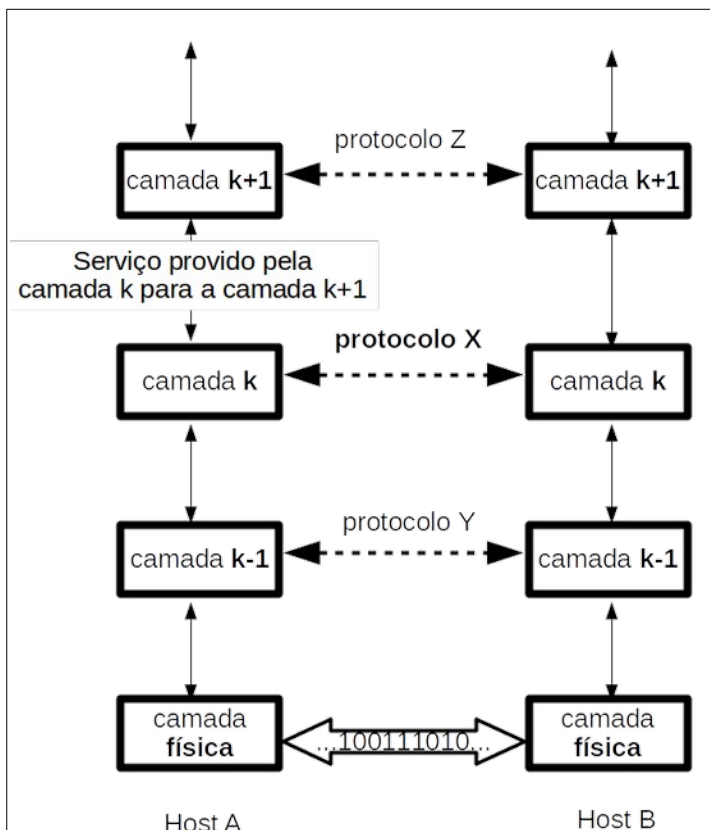
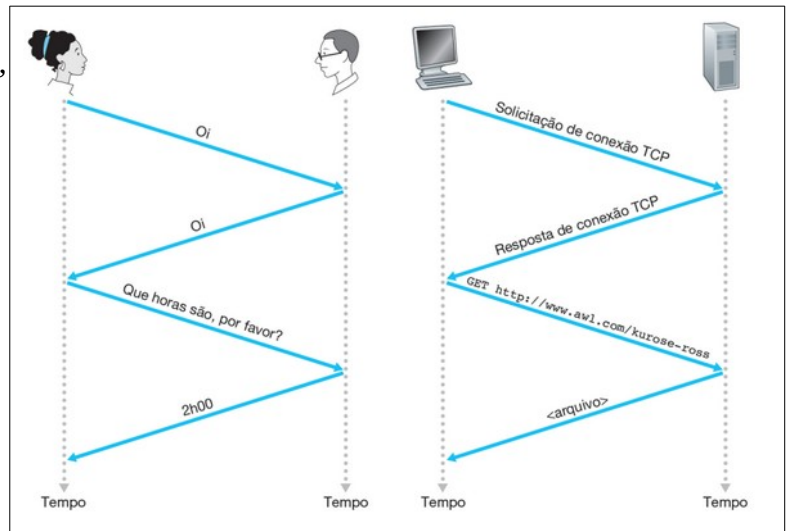
Assuntos: **Redes de computadores e redes TCP/IP: camadas, protocolos, empacotamento/desempacotamento, comunicação lógica e física**

Professor: **Gerson L Camillo**

Revisão: maio 2022

Redes de computadores: dispositivos e equipamentos (computadores, servidores, celulares, dispositivos sensores, *switches*, roteadores, impressoras, etc) que estão interconectados e que trocam informações usando protocolos.
Coleção de computadores autônomos interconectados.

PROTOCOLO: formato e ordem de mensagens, além das ações tomadas na transmissão e/ou recepção das mensagens ou devido por qualquer outro evento (KUROSE; ROSS, 2017).
Define o acordo entre as partes e a sintaxe e semântica da comunicação.



CAMADAS DE REDE

e

PROTOCOLOS

A *camada k* num *host A* “conversa” (comunicação) com a respectiva *camada* (nível) no *host B*.

Hosts: podem ser computadores ou quaisquer outros dispositivos em rede.

- Cada camada usa um protocolo específico.
- Cada instância do protocolo conversa virtualmente com o seu par (isto é, a camada *k* do *host A* com a camada *k* do *host B*). Pares de *hosts* compreendem as mensagens relacionadas ao protocolo da camada.
- A troca de dados ocorre entre duas camadas adjacentes no mesmo *host* (camada *k* envia e recebe dados da camada *k-1* e da *k+1*).
- Serviços da camada mais baixa são acessados por uma interface.
- Na camada mais baixa, as mensagens são enviadas através de um meio físico.

| Modelo de referência OSI (<i>Open Systems Interconnection</i>) (da ISO – <i>International Standards Organization</i>) | Modelo de referência TCP/IP |
|---|--|
| <p>Estabeleceu três conceitos fundamentais: serviços, interfaces e protocolos. Cada camada fornece serviço para a camada superior.</p> <p>Serviços: o que a camada faz (serviços relacionados às interfaces).</p> <p>Interface: como os processos acima dela podem acessar os serviços.</p> <p>Semântica de acesso: como a camada superior acessa a interface e não os estados internos da camada (paradigma OO).</p> <p>Protocolos: em termos de redes, trata de serviço de comunicação. Pacotes de dados enviados entre entidades pares de máquinas diferentes.</p> <p>O modelo não definiu protocolos os protocolos específicos de cada camada, apenas tratou dos conceitos fundamentais de cada uma.</p> | <p>Não é um modelo, mas um conjunto de protocolos de amplo uso geral.</p> <p>Definido pela primeira vez em 1974.</p> <p>Os protocolos foram criados antes da definição do modelo respectivo.</p> |

Modelo de Referência OSI: padronização internacional de protocolos de rede, em 1983. Revisão em 1995. Modelo de sete camadas. Princípios para criação das camadas:

- Uma camada deve ser criada onde houver necessidade de um grau de abstração adicional.
- Cada camada deve executar uma função bem definida.
- A função de cada camada deve ser escolhida tendo em vista a definição de protocolos padronizados internacionalmente.
- Os limites de camadas devem ser escolhidos para minimizar o fluxo de informações pelas interfaces.
- O número de camadas deve ser grande o bastante para que funções distintas não precisem ser desnecessariamente colocadas na mesma camada e pequeno o suficiente para que a arquitetura não se torne difícil de controlar.

Camada física: trata da transmissão de bits brutos por uma canal de comunicação. Questões relacionadas às interfaces mecânicas, elétricas e de sincronização.

Camada de enlace: transformar um canal de transmissão bruto em uma linha que pareça livre de erros de transmissão não detectados para a camada de rede. Dados em forma de quadros (frames). Controle de acesso ao meio e controle de fluxo.

Camada de rede: determina como os pacotes de dados são roteados do *host* origem até *host* destino. Questões de endereçamento de hosts.

Camada de transporte: aceitar dados da camada acima dela, dividi-los em unidades menores, caso necessário, e repassar essas unidades à camada de rede. É uma camada para comunicação fim a fim, entre aplicações. Questões de eficiência e isolamento das questões de *hardware* subjacente. Tipos de serviço, determinados durante o estabelecimento da conexão: confiável (com conexão) e não confiável (sem conexão).

Camada de sessão: permite que usuários de diferentes máquinas estabeleçam sessões entre eles. Serviços: controle de diálogo, gerenciamento de *token*, sincronização (verificação do andamento da conexão de forma a permitir reiniciar após uma falha).

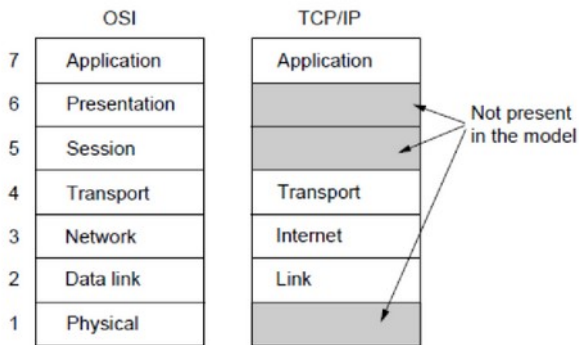
Camada de apresentação: as camadas anteriores (mais abaixo na hierarquia) tratam principalmente da movimentação de dados, enquanto a camada de representação está relacionada com a sintaxe e semântica das informações transmitidas. As estruturas de dados precisam ser definidas junto com uma codificação padrão para permitir troca de informações entre diferentes tipos de sistemas.

Camada de aplicação: são protocolos que são implementados por aplicações que oferecem serviços aos usuários ou a outras máquinas.

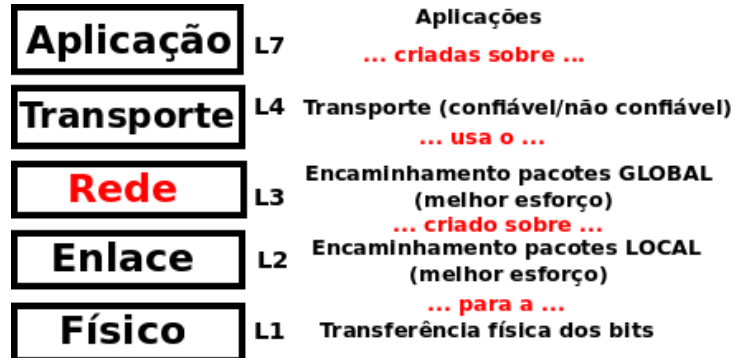
Os protocolos para as camadas podem ser especificados por diversos organismos (IETF, IEEE, ITU, etc). Os dois modelos (OSI e TCP/IP) se baseiam ambos em pilhas de protocolos (TANENBAUM, 2003).

| Modelo de referência OSI (RM-OSI) | Principais funções das camadas | Modelo TCP/IP (quais camadas da pilha e alguns protocolos que tratam os serviços/funções das respectivas camadas do modelo RM-OSI) |
|-----------------------------------|---|---|
| Aplicação | receber/enviar dados | Aplicação (HTTP, DNS, SMTP, etc) |
| Apresentação | formatação, compactação, criptografia | |
| Sessão | controle do diálogo | |
| Transporte | multiplexação/demultiplexação segmentação/reagrupamento de dados detecção e correção de erro controle de fluxo e de congestionamento | Transporte (TCP e UDP) |
| Rede | roteamento e encaminhamento endereço (global) fragmentação | IPv4 e IPv6 |
| Enlace de dados | comunicação com camadas superiores (LLC – Logical Link Control) controle de acesso ao meio (MAC) enquadramento (frames) endereçamento físico (endereço local) detecção e correção de erros controle de fluxo | Acesso à rede |
| Física | meios físicos sinais conectores | |

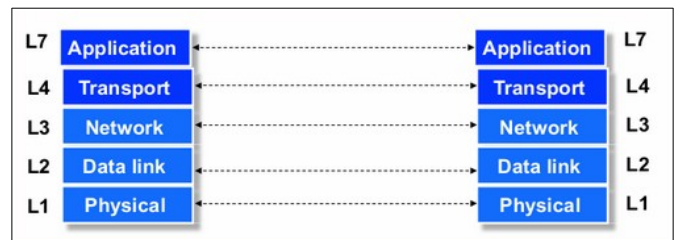
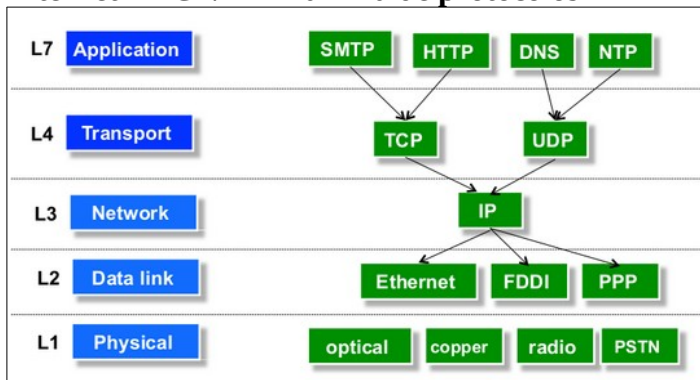
Correspondência entre CAMADAS OSI e TCP/IP



INTERNET (família protocolos TCP/IP) – CAMADAS (função)



Internet – TCP/IP – Família de protocolos



Protocolos de camada de aplicação: **HTTP** (Web), **HTTPS** (Web com navegação protegida por criptografia), **SMTP** (email), **DNS** (para resolver um nome em um endereço IP), **NTP** (para definir a hora correta para dispositivos conectados à Internet: pode ser roteador, computador, celular, etc), **XMPP** (*Extensible Messaging and Presence Protocol*) (protocolo usado pelo WhatsApp). Há vários outros para diferentes tipos de serviços.

No sítio da Wikipedia (<https://pt.wikipedia.org/wiki/TCP/IP>) há uma lista resumida da pilha de protocolos da família TCP/IP.

REDES – o que é implementado e onde

Os bits chegam pelo meio físico (cabo ou sem fio) e chegam à aplicação. Mas para isso, passam por diversas camadas de rede. Cada protocolo de camada é implementado por uma entidade diferente. Nos sistemas finais (computadores), todas as camadas devem ser implementadas.

- Bits chegam e são enviados pelo fio do par trançado: CAMADA FÍSICA (L1)
- Frames devem ser recebidos e enviados através de ligações lógicas entre sistemas dentro de uma rede local: CAMADA DE ENLACE (L2).
- Pacotes de dados precisam ser enviados/recebidos entre redes para possibilitar comunicação global.

Um navegador Web [camada de **aplicação**] gera dados de requisição de página web [usando protocolo **HTTP**] que precisam ser empacotados em um segmento de **transporte (TCP)**. O transporte é responsável por entregar os dados do HTTP para o servidor web localizado em uma outra rede, que pode estar em outro continente.

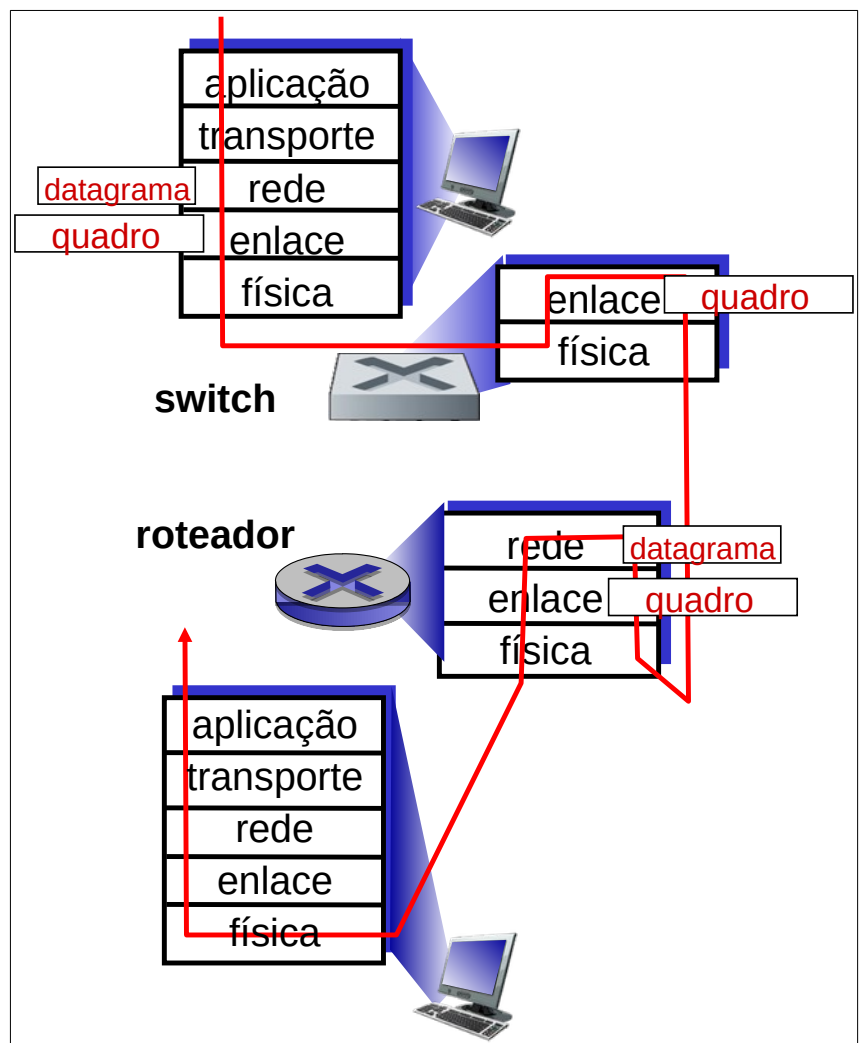
Mas o TCP não entende nada de rede, só sabe [pelo número de porta] que deve entregar para o servidor web no destino. Para chegar ao destino, os dados do **segmento TCP** precisam ser empacotados num protocolo da camada de rede [**IP: pode ser o IPv4 ou IPv6**]. Por quê isso?

O protocolo IP gera um **datagrama** que contém endereços IP (IPv4 de 32 bits ou IPv6 de 128 bits) do destino (e também de origem, pois o servidor web precisa devolver o resultado). Os **roteadores** entendem o endereço IP e conseguem encontrar o caminho até o destino. Mas como o **datagrama** chega ao roteador, já que o computador está conectado num **switch**?

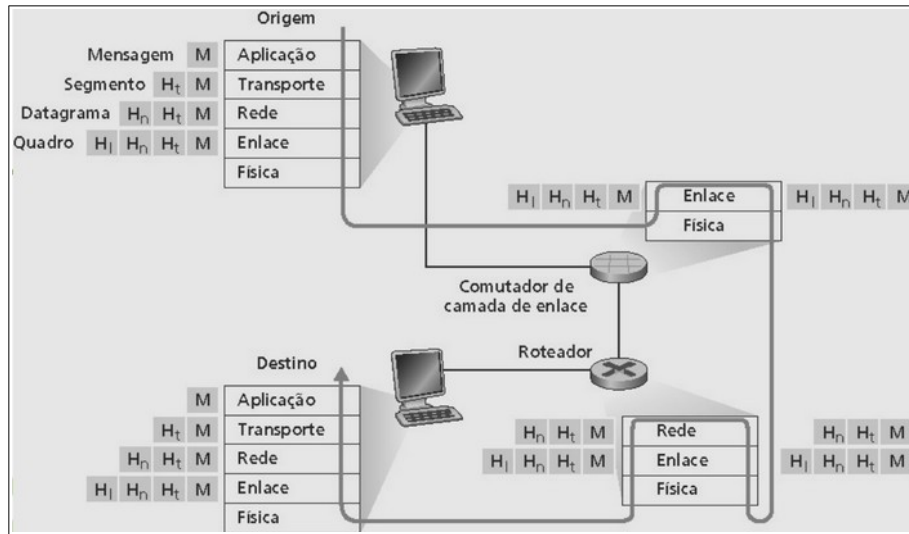
A **camada de rede** então precisa da ajuda de uma camada mais baixa, que é a camada de enlace.

Na **camada de enlace** está o protocolo **Ethernet** que trabalha com quadros. Então, o datagrama é empacotado num **quadro** para então ser transmitido pela **camada física**. Como o quadro vai encontrar a porta do roteador?

Pelos endereços **MAC** [endereços de 48 bits] contidos no quadro, tanto de destino quanto de origem. O **switch** conhece todas as interfaces dos computadores e roteadores conectados e pode encaminhar para o destino, apenas olhando o MAC de destino.



Empacotamento/desempacotamento em redes



Os protocolos determinam a sintaxe da comunicação, que é constituída do formato das mensagens:

- Cabeçalho (*header*): contém instruções em como processar a carga dos dados (*payload*)
- Elementos importantes dos cabeçalhos das camadas de enlace, rede e de transporte são os **endereços de origem e de destinatário**.

Na figura a seguir está a representação de como ocorre o empacotamento de dados das camadas superiores nas camadas de rede logo abaixo delas. O cabeçalho contém informações importantes, mas do nosso interesse são os endereços de origem e destino.

Tipos de endereços e tamanhos em bits

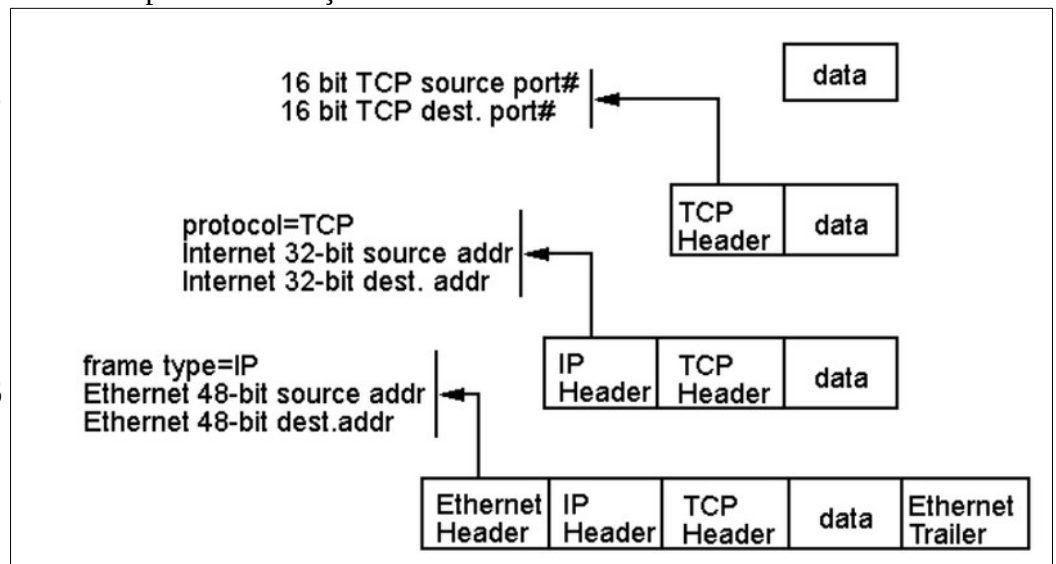
TCP (ou UDP)

Portas: número de tamanho de 16 bits que indica a aplicação (por exemplo, a porta 80 quer dizer que o segmento será entregue para um servidor web)

IP: **Endereços de rede** IPv4 (32 bits) ou endereços IPv6 (128 bits) que indicam a interface de destino e a interface de origem (pode-se dizer computador, mas deve-se lembrar uma

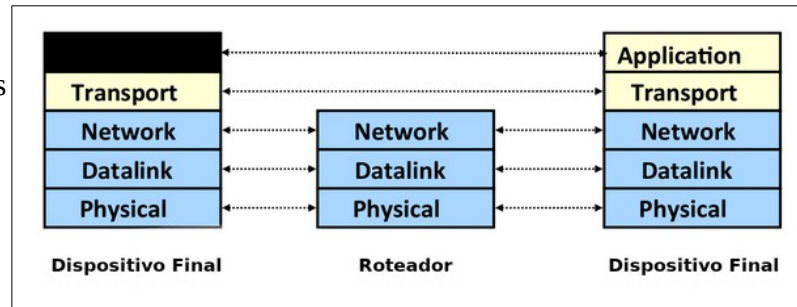
máquina pode conter mais de uma interface: um celular possui uma interface para rede dados móveis e uma para rede sem fio, cada qual terá um endereço IP diferente).

Ethernet: **endereços de interface a nível de enlace MAC** de tamanho de 48 bits, tanto para origem quanto para destino. Por exemplo, o endereço ec:0e:c4:60:ab:f5 é de uma interface de rede sem fio.

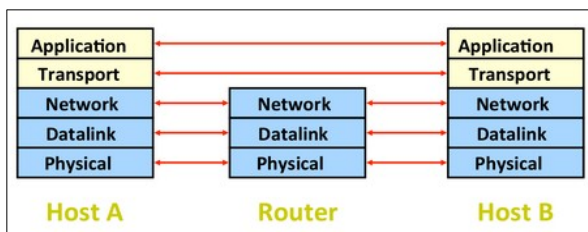


As duas camadas superiores (Transporte e Aplicação) são implementadas somente nos hosts ou sistemas finais (*end system*), geralmente computadores.

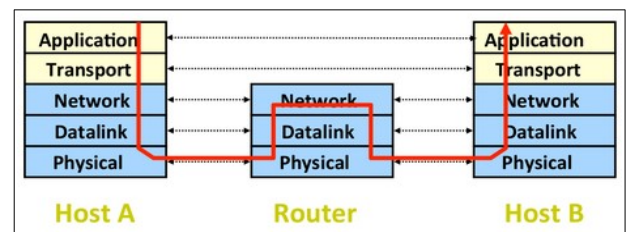
As três camadas mais baixas são implementadas em todos os dispositivos e computadores.



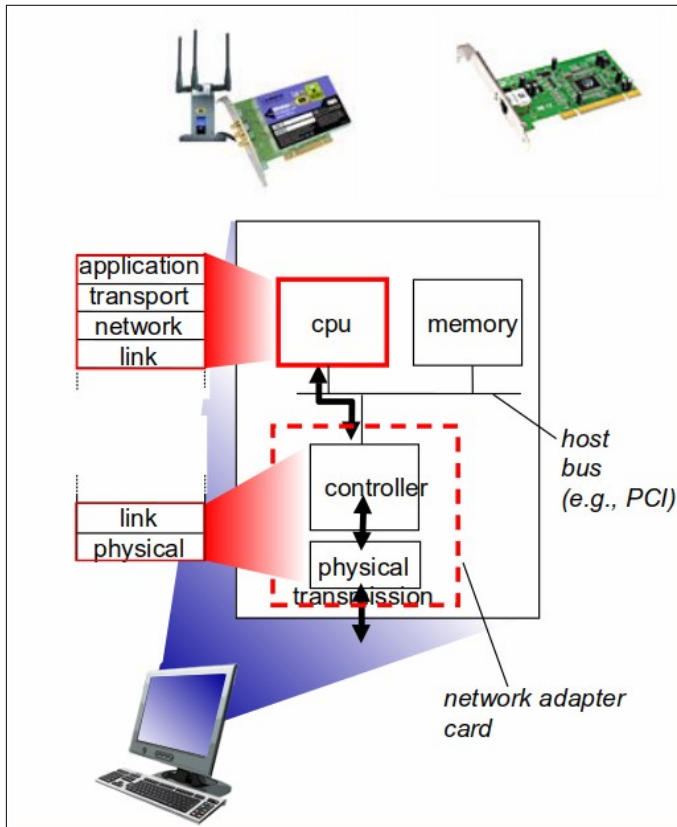
COMUNICAÇÃO LÓGICA



COMUNICAÇÃO FÍSICA



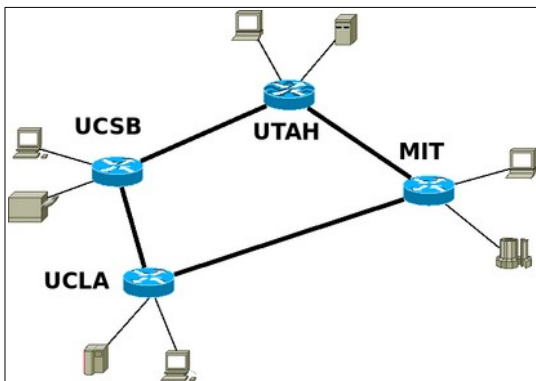
Camada de Enlace: como e onde é implementada



- Em cada host
- Cada enlace é implementada em: um **adaptador** (*Network Interface Card – NIC*) ou um **chipset** na placa mãe. Exemplos: placa Ethernet cabeada, cartão Ethernet 802.11, chipset Ethernet. Implementa a camada física e a camada de enlace.
- **Ethernet**: parte do protocolo é implementada na placa e outra como driver de dispositivo.
- Conjunto: hardware, software e firmware.

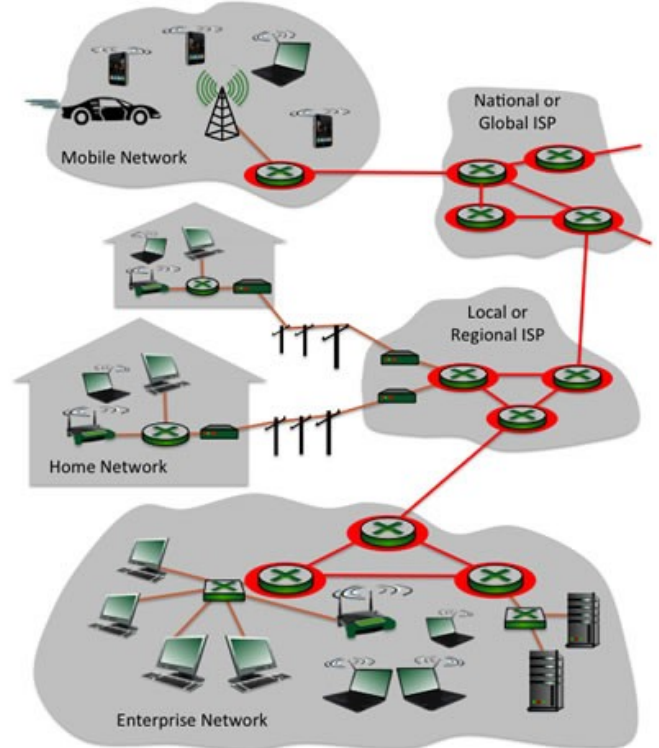
Visão horizontal das redes (interconexão)

INTERNET (ARPANET inicial)



INTERNET – atual

Interconexão de diversos tipos de redes usando um mesmo conjunto de protocolos de rede e transporte (TCP/IP).

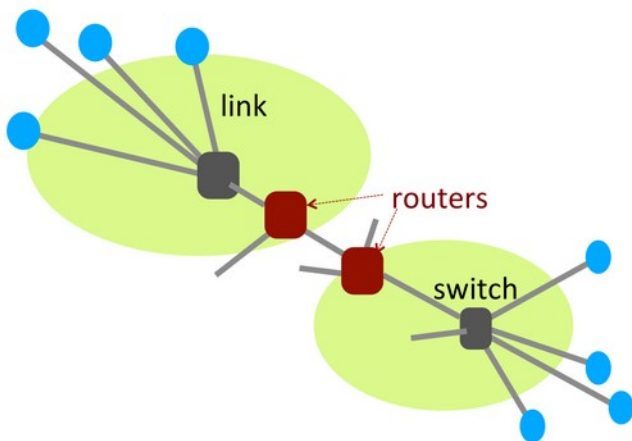


A REDE NO SISTEMA FINAL (COMPUTADOR)

APLICAÇÃO: servidor Web, navegador, e-mail, game

TRANSPORTE E CAMADA DE REDE: implementada geralmente pelo Sistema Operacional

ENLACE E CAMADA FÍSICA: *hardware/firmware/drivers*



Esquema de duas redes locais interconectadas por dois roteadores. Os dispositivos finais (computadores) conectam-se entre si pelo switch.

SWITCHES: implementam a camada física e a camada de enlace (L1, L2). Não participam da entrega de pacotes global, apenas localmente na rede.

ROTEADORES: implementam as camadas física, de enlace e de rede (L1, L2, L3). Realizam a entrega e o encaminhamento de pacotes na Internet.