

Fundamentos de Redes de Comunicação

Técnico Superior Profissional em Redes e Sistemas Informáticos

Introdução às Redes de Computadores

Professor: António Godinho

2025/2026

SUMÁRIO

ARQUITECTURAS DE COMUNICAÇÃO

PROTOCOLOS DE REDE

EQUIPAMENTOS DE REDE

MODELO OSI

MODELO TCP/IP

ENDEREÇAMENTO IP

1

ARQUITECTURAS DE COMUNICAÇÃO

PERSPECTIVA HISTÓRICA

- **Inicio '60 – RS232 – 1 kbps/10 kbps**
- **Meados '70 – RS422 – 100 kbps/ >1 Mbps**
- **Inicio '80 – Ethernet – 10 Mbps Ethernet**
- **Meados '80 – Token Ring – 4 Mbps/16 Mbps**
- **Finais '80 – FDDI – 100 Mbps**
- **Inicio '90 – Fast Ethernet – 100 Mbps**
- **Meados '90 – ATM – 155 Mbps/622 Mbps ATM**
- **Finais '90 – Gigabit Ethernet – 1 Gbps**
- 2000 – 2010
 - ATM – 2,4 Gbps
 - Ethernet – 10 Gbps
- ≈ 2020 – 1 Tbps/1 Tbps

REDES DE COMPUTADORES

- **Objectivos**
 - **Partilha de recursos** – disponibilizar todos os programas, dados e equipamentos a toda a gente na rede sem ligar à localização física do recurso e do utilizador.
 - **Fiabilidade elevada** – os recursos podem estar replicados em várias máquinas para que, no caso de uma delas falhar, o recurso continue disponível.
 - **Diminuir os custos** – os computadores pequenos têm uma razão preço/eficiência melhor que os grandes. Os mainframe são dez vezes mais rápidos que os micro-computadores mas custam mil vezes mais. A partilha de recursos, evita a sua duplicação.
 - **Comunicação entre utilizadores** – os utilizadores da rede podem trocar informação sem ser necessário utilizar outros meios de comunicação tais como as telecomunicações ou os correios.

REDES DE COMPUTADORES

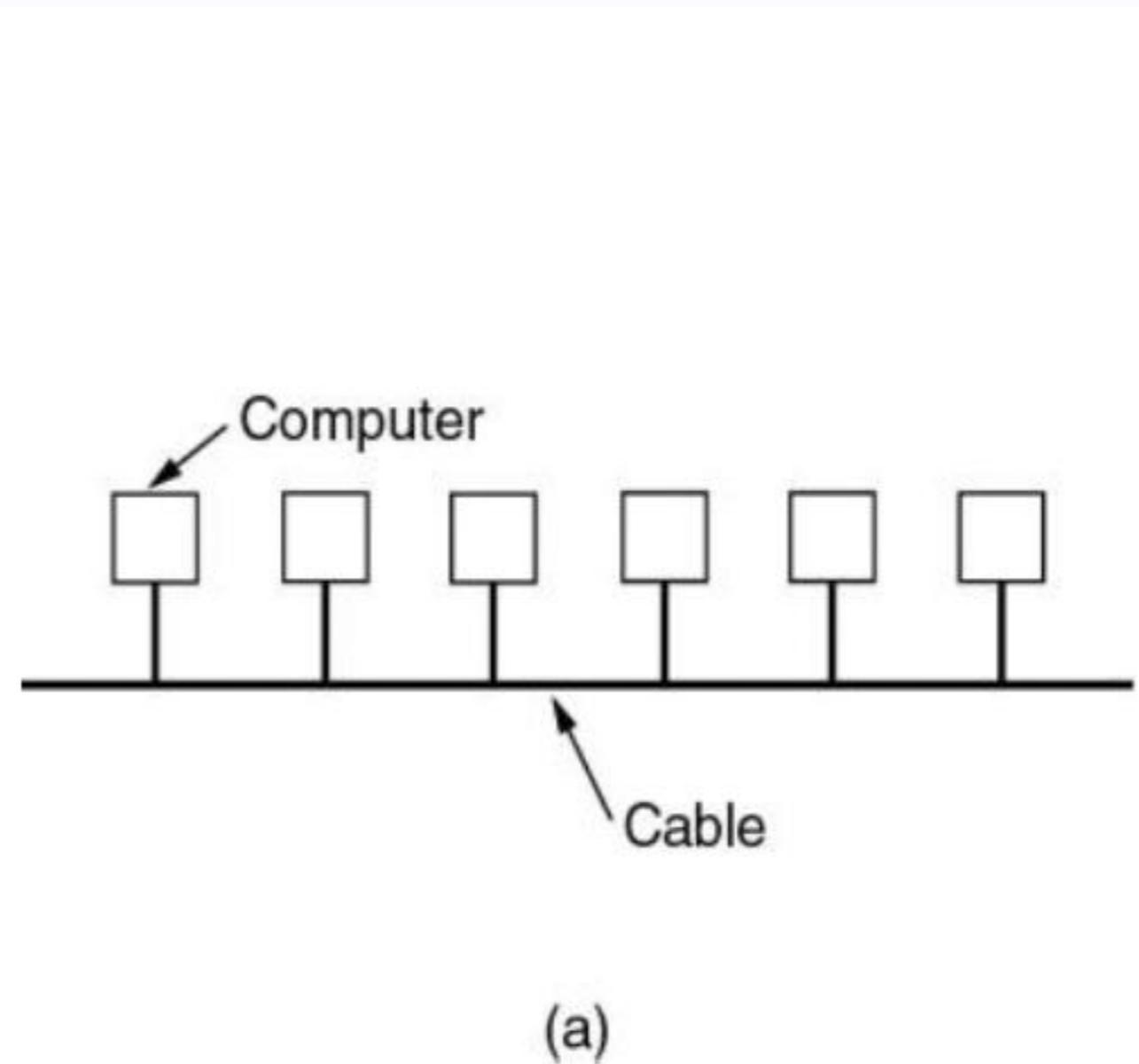
- Aplicações
 - **Acesso remoto a programas** – os utilizadores podem utilizar os programas sem ser necessário a sua duplicação e a sua instalação na máquina local. Isto é bastante importante para programas que estão a ser constantemente modificados e programas que só são executados em máquinas com grande necessidade de processamento.
 - **Acesso remoto a base de dados** – aceder à base de dados sem haver a necessidade da sua duplicação (difícil se for enorme e difícil de propagar as alterações) e sem haver a necessidade do utilizador se deslocar.
 - **Redes informáticas como meio de comunicação** – troca de correio electrónico entre pessoas bem como a possível troca de voz e de vídeo. A distinção entre redes informáticas e redes de telecomunicações é cada vez mais ténue. Os operadores de telecomunicações já oferecem serviços que antes só eram fornecidos por redes informáticas.

COMPONENTES DA REDE

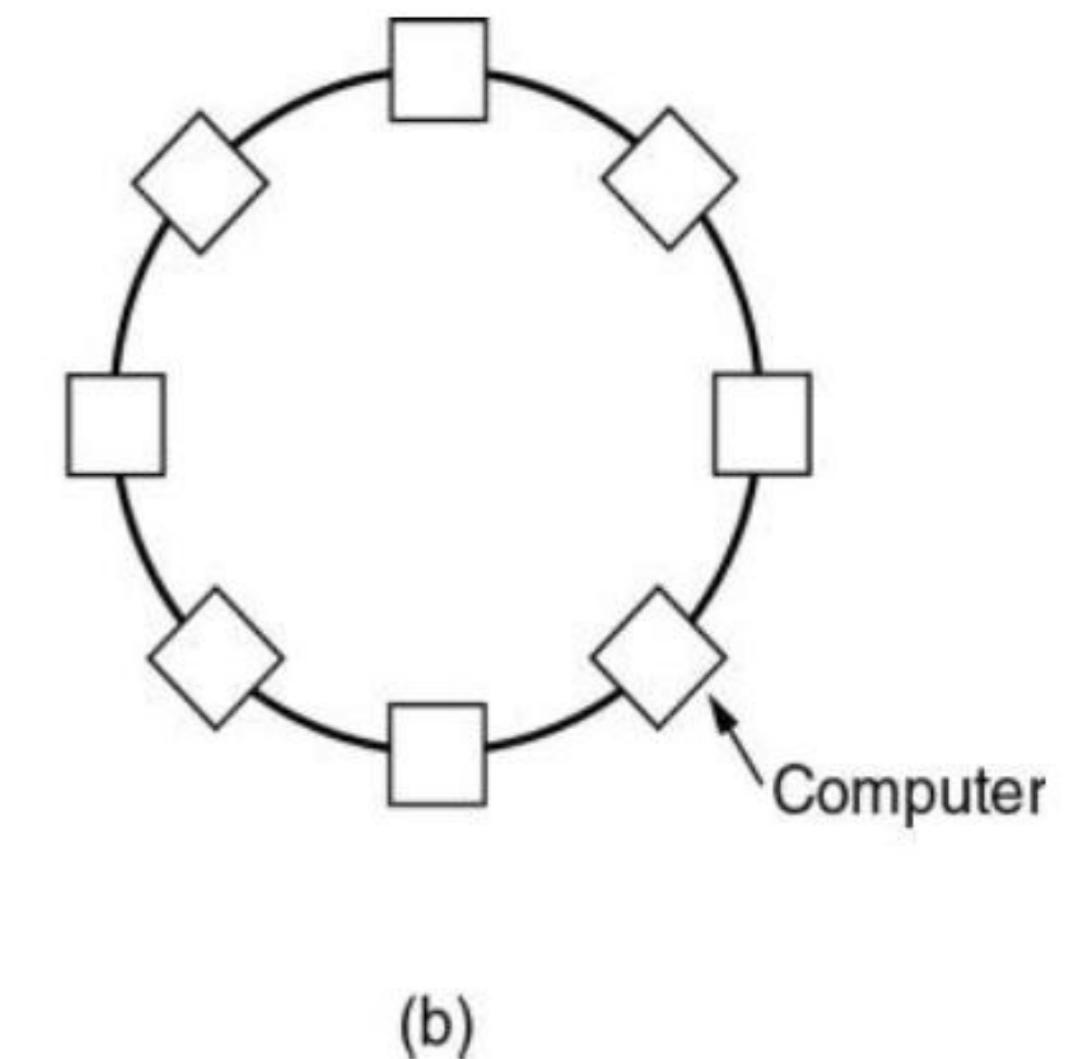
- **Sistemas computacionais** – computadores pessoais, estações de trabalho, impressoras de rede, aparelhos de interligação, etc. Os periféricos simples tais como discos e impressoras normais podem ser partilhados pelos computadores mas não são sistemas computacionais.
- **Adaptadores de rede** – efectuam as funções de hardware que permitem dotar os sistemas computacionais com capacidade de comunicação física. Os sistemas computacionais podem conter o adaptador de rede ou virem preparados para o poderem incluir.
- **Sistema de cablagem** – canal de comunicação entre os sistemas que pode ser implementado por cabos físicos, cabos eléctricos ou ópticos, mas também por sistemas sem fio, microondas, infravermelhos, etc. Inclui também as ligações aos adaptadores de rede.
- **Software de rede** – efectua as funções de alto nível necessárias para haver comunicação entre os sistemas computacionais. Software adicionado ao sistema operativo para acrescentar ao sistema computacional a capacidade de comunicação em rede.

CLASSIFICAÇÃO

- Segundo a tecnologia de transmissão
 - Redes ponto-a-ponto
 - Redes de difusão
- Segundo a escala
 - Uma sala, um edifício ou um campus: LAN
 - Uma cidade: MAN
 - Um país ou um continente: WAN
 - O planeta: Internet



(a)

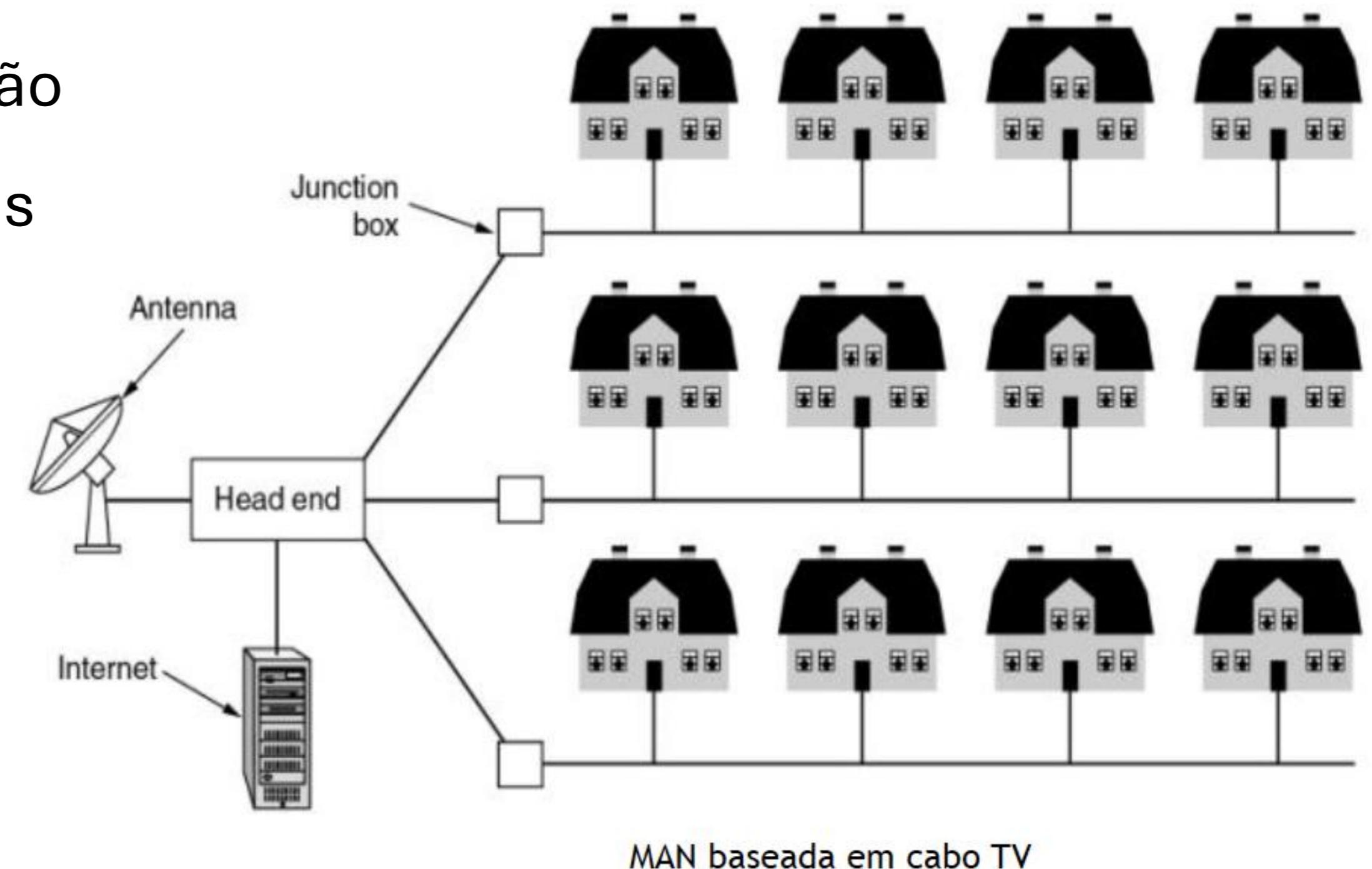


(b)

Redes locais de difusão: (a) bus (b) anel

CLASSIFICAÇÃO

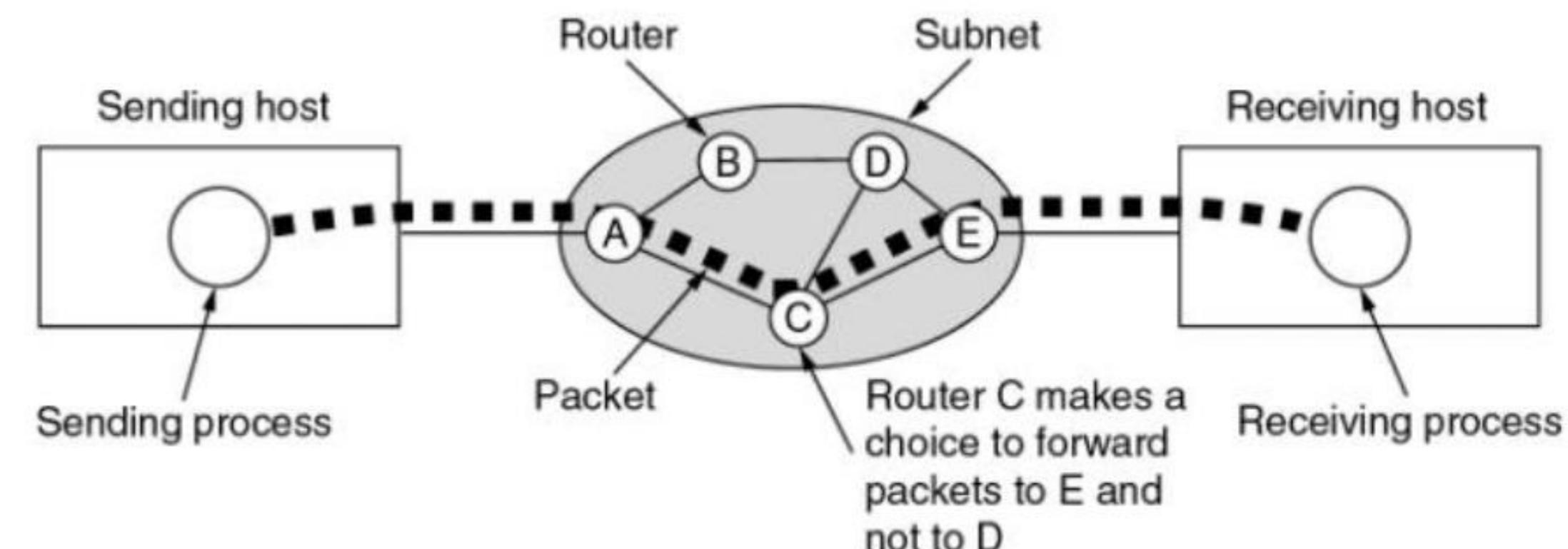
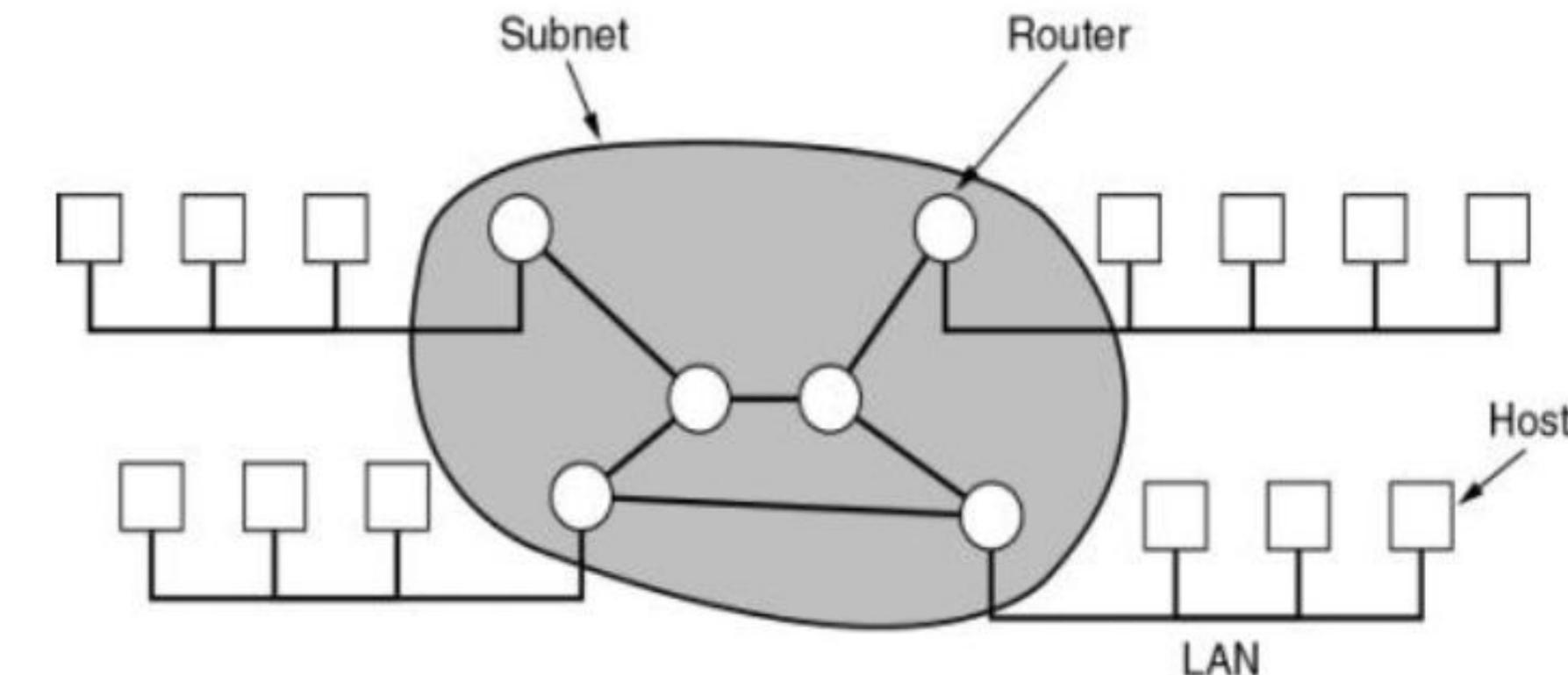
- **Redes de Área Metropolitana (MAN)**
 - Cobre um conjunto de edifícios ou a área de uma cidade (até 50 Km)
 - Neste caso a área abrangente é uma área metropolitana. Normalmente a implementação destas redes é feita recorrendo a meios físicos externos à organização.
 - Pode ser pública ou privada
 - DQDB (Distributed Queue Dual Bus) / IEEE 802.6
 - DSL (Digital Subscriber Line) e Cabo



CLASSIFICAÇÃO

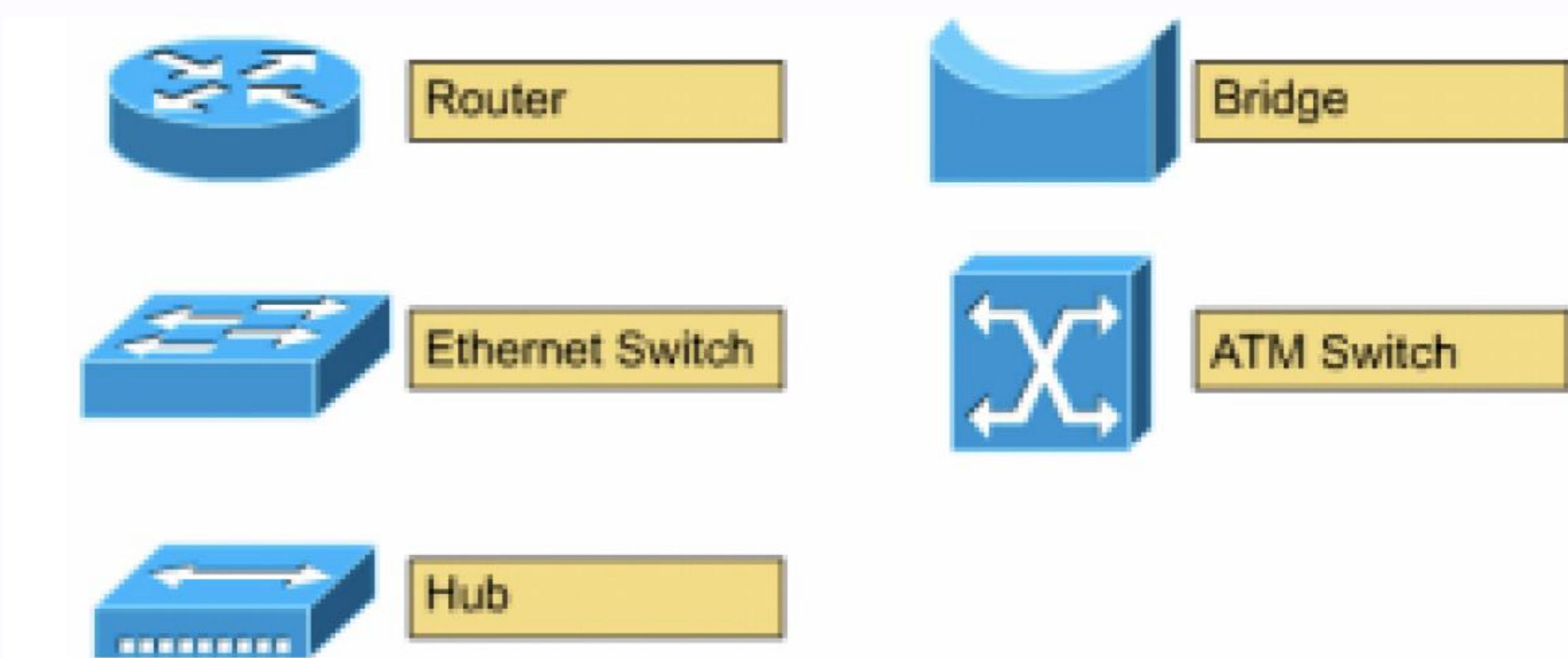
- **Redes de área alargada (WAN)**

- Geralmente constituídas por linhas de transmissão (ponto-a-ponto) e dispositivos de comutação
- Várias possibilidades
 - Linhas alugadas
 - Redes públicas de telefone
 - Redes públicas de dados
 - Redes digitais com integração de serviços
- Normalmente só é implementada por operadores de telecomunicações.
- O atraso de propagação pode ser crítico e a débitos elevados as taxas de erro pode ser consideráveis.
- Operam numa área alargada
- Permitem acesso sobre interfaces série que operam geralmente a baixas velocidades
- Fornecem ligação permanente ou por períodos limitados
- Interligam dispositivos separados por longas distâncias



CLASSIFICAÇÃO

- Redes de área Local (LAN)
 - A área abrangente pode ser uma sala, um piso, um edifício ou um conjunto de edifícios próximos (campus).
 - Utiliza um sistema de cablagem próprio e como tal são caracterizadas por débitos elevados e taxas de erro desprezáveis.
 - Operam numa área limitada
 - Permitem acessos múltiplos e larguras de banda elevadas
 - Redes privadas
 - Permitem ligação permanente aos serviços locais
 - Interligam dispositivos na mesma área local



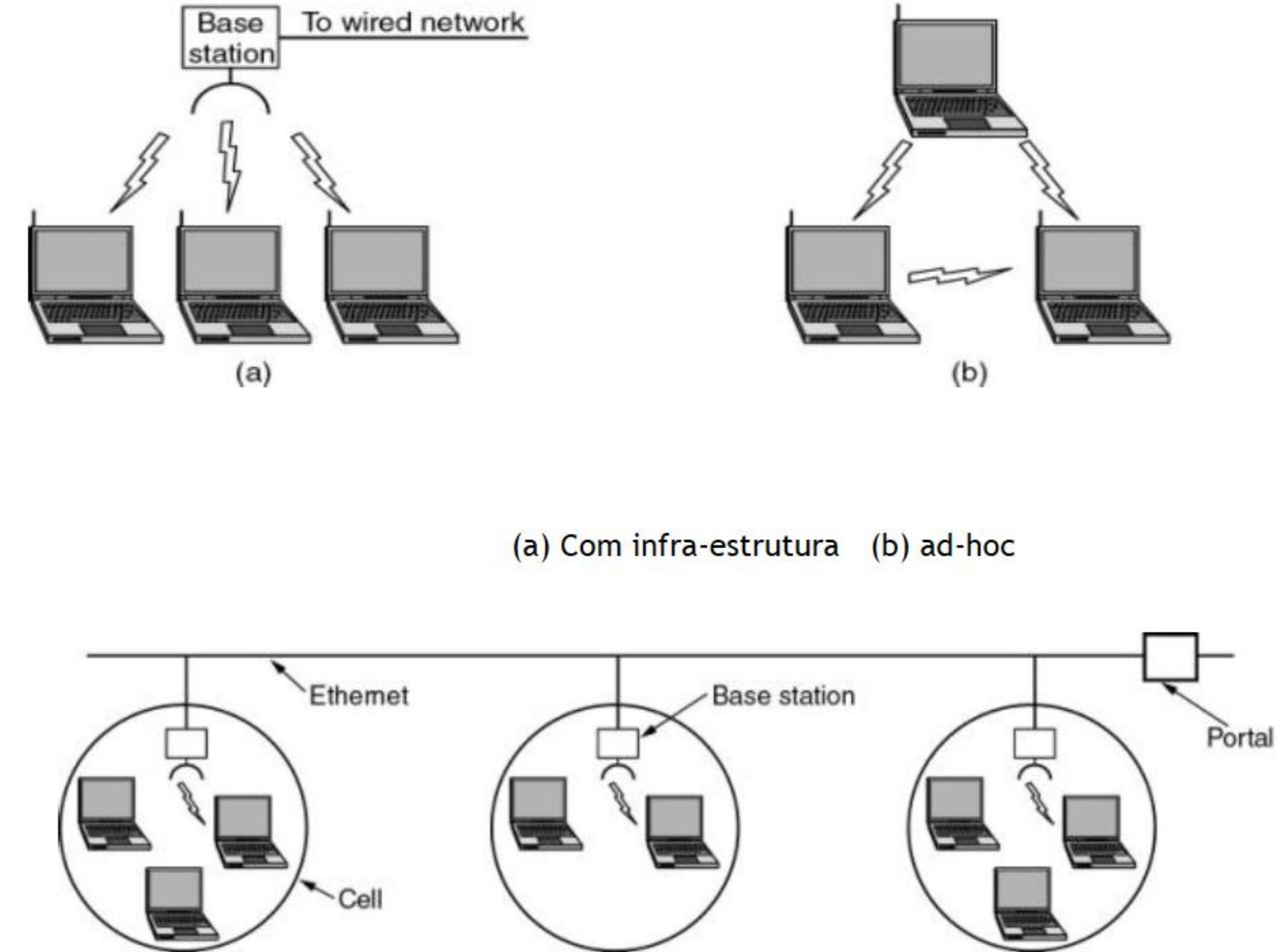
CLASSIFICAÇÃO

- **Redes de área pessoal – Personal Area Networks, PAN**
 - utilizam tecnologias de comunicação sem fios para interligar computadores, periféricos e equipamentos de voz numa área restrita.
- **Redes de armazenamento (Storage Area Networks, SAN)**
 - destinam-se à interligação de grandes computadores e dispositivos de armazenamento de massa.
Utilizam normalmente tecnologias de comunicação a muito alto débito.

CLASSIFICAÇÃO

1. Redes sem fios

1. Fáceis de instalar
2. Débitos muito inferiores às redes com fios
3. Taxas de erro mais elevadas
4. Riscos acrescidos de interferências
5. Em grande desenvolvimento



CLASSIFICAÇÃO

- **Internets**
 - Integração de várias redes de comunicação possivelmente heterogéneas
 - Sistemas distribuídos abertos e extensíveis

2

PROTOCOLOS DE
REDE

PROTOCOLOS DE REDE

- Um protocolo de rede é uma linguagem que comunica dois ou mais computadores distantes, permitindo que se troquem mensagens transmitindo dados. Na ciência da computação, os protocolos são conjuntos de regras que determinam como uma rede entre dois ou mais sistemas. É uma convenção que possibilita a conexão, a comunicação e a transferência de dados, aplicada tanto a nível de hardware como de software.
- A Internet, desde o seu surgimento pela década de 70 e até hoje, funciona a partir da junção de dois protocolos: o TCP e o IP, que dentro abriga uma pilha de protocolos menores que determinam as diferentes conexões, divididos em quatro camadas de acordo com a função: ligação dos dados, tipo de rede, transporte dos dados e a aplicação final.
- Esta última é a que especifica qual o tipo de serviço que um servidor de Internet irá prestar: seja a simples transferência de ficheiros, a conexão com um website ou a troca de e-mails.

PORTOS DE COMUNICAÇÃO

- Portas de comunicação são as entradas e saídas de dados que temos na nossa máquina, mas antes é bom saber que podemos falar de portas físicas USB, Serial,etc) e as Lógicas como a TCP e UDP, entre outros.
- A função das portas TCP (Transmission Control Protocol) é basicamente a comunicação de dados pela web, através dessa porta são usados vários protocolos que levam e trazem dados para a máquina da rede, é normal encontrarmos o termo TCP/IP pois os mesmos trabalham juntos.
- Já o UDP (User Datagram Protocol) é tido como um protocolo "irmão" do TCP, mais simples e também menos confiável. Não há procedimentos de verificação no envio e recebimento de dados e se algum pacote não for recebido, o computador de destino não faz uma nova solicitação.

PORTA	PROTOCOLO
21	FTP
23	TELNET
25	SMTP
80	HTTP
110	POP3
143	IMAP
443	HTTPS

EXEMPLOS DE PROTOCOLOS

- **TCP/IP (TCP e IP)**
 - O modelo TCP/IP é formado pela junção dos protocolos de rede Transmission Control Protocol (voltado para o transporte dos dados) e Internet Protocol (é o protocolo pelo qual os dados são enviados a partir de um computador para outro na Internet. É responsável pelo envio e endereçamentos dos pacotes TCP.).
 - Para quem não sabe, protocolo é uma espécie de linguagem utilizada para que dois computadores consigam se comunicar. Por mais que duas máquinas estejam conectadas à mesma rede, se não “falarem” a mesma língua, não há como estabelecer uma comunicação. Então, o TCP/IP é uma espécie de idioma que permite às aplicações conversarem entre si.
- **DNS**
 - O DNS significa Domain Name System, em português Sistema de Nomes de Domínios e é, basicamente, um sistema de GESTÃO de nomes hierárquico e distribuído. Este sistema tem por base duas definições:
 - Examinar e atualizar a respetiva Base de Dados
 - Resolver nomes de domínios em Endereços IP
 - Os servidores DNS traduzem nomes para os endereços IP e vice-versa.
- **DHCP**
 - DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) que ficaria, em português, algo como Protocolo de Configuração Dinâmica de Endereços de Rede, é um protocolo utilizado em redes de computadores que permite às máquinas obterem um endereço IP.
 - Ele pode operar de três formas: automática, dinâmica e manual.
 - Automática
 - Dinâmica
 - Manual

EXEMPLOS DE PROTOCOLOS

- **HTTP E HTTPS**
 - HTTP (Hypertext Transfer Protocol) é um protocolo utilizado para transmitir e receber informação através da Internet. É utilizado para que a informação possa ser trocada entre servidores de forma rápida e fácil. Mas, no que diz respeito à privacidade online, um “S” faz toda a diferença.
 - HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) existe para garantir que o site a que acedemos é seguro e autêntico, protegendo a privacidade e a integridade da informação trocada entre o servidor e o cliente.
 - O HTTPS é igual ao HTTP só que usa certificados (SSL e/ou TLS) para proteger as comunicações entre o servidor e o cliente e vice-versa.
- **SSL e TLS**
 - SSL (SECURE SOCKETS LAYER) resumidamente é um protocolo de segurança que permite a confirmação da identidade de um servidor, verificando o nível de confiança.
 - TLS (Transport Layer Security) assim como o seu antecessor Secure Sockets Layer (SSL), é um protocolo de segurança que protege as telecomunicações via internet para serviços como e-mail (SMTP), navegação por páginas (HTTPS) e outros tipos de transferência de dados.
 - Acreditava-se que a primeira versão do protocolo TLS foi apenas “ligeiramente” mais segura do que o SSL, mas em 2014 foi provado que o SSL é totalmente inseguro porque foi descoberto como quebrar a sua criptografia.

EXEMPLOS DE PROTOCOLOS

- **FTP**
 - File Transfer Protocol (Protocolo de Transferência de Arquivos). Foi posto em prática antes mesmo do padrão TCP/IP, sendo posteriormente adaptado. É o modo mais simples de transferir dados pela internet entre duas máquinas: um cliente e um servidor, independente dos hardwares.
 - O FTP funciona com dois tipos de conexão. A conexão de controle é feita pelo cliente na porta 21 do servidor, e permanece aberta durante toda a sessão para que se façam os comandos necessários, identificação e senhas. Ao fazer a transferência de arquivos, a conexão de dados é ativada pela porta 20 do servidor a alguma porta do cliente previamente estabelecida ou comunicada pelo próprio servidor.
- **SFTP**
 - A sigla serve para dois protocolos parecidos. O primeiro, já em desuso e considerado apenas para fins históricos, é o Simple File Transfer Protocol (Protocolo de Transferência Simple de Arquivos). Foi criado para ser mais simples que o FTP (utiliza apenas uma conexão TCP, enquanto o FTP utiliza duas), mas também é mais inseguro.
 - O segundo e oficial protocolo SFTP é o SSH File Transfer Protocol, uma extensão do protocolo SSH (Secure Shell, algo como “concha segura”). É uma evolução do FTP, permitindo, por exemplo, a continuação de downloads interrompidas e a remoção de arquivos do servidor remotamente. Apesar do nome, precisa de um protocolo SSH para garantir a segurança da conexão.

EXEMPLOS DE PROTOCOLOS

- **Telnet**

- O protocolo Telnet existe antes da própria internet. Ele foi criado para permitir que um computador cliente acesse um terminal virtual hospedado num servidor. Ou seja, os comandos escritos no teclado e que aparecem no ecrã do cliente são processados num servidor distante. A vantagem, lá no final da década de 60, era que outro cliente pudesse acessar esses mesmos dados processados e executar outros comandos. O Telnet transmite dados de forma não-segura e com fluxo em linha de texto, garantindo uma comunicação básica. Mas foi a partir dele que os demais protocolos da internet se desenvolveram.

- **POP**

- Post Office Protocol (em português Protocolo dos Correios). É o protocolo utilizado para emails. Uma das suas principais vantagens é a sua característica off-line: o usuário não precisa estar conectado à rede o tempo todo, permitindo mais economia de banda. O funcionamento do POP (atualmente POP3) é semelhante ao de uma caixa-postal dos Correios: um servidor de email recebe e armazena as diversas mensagens. Então o cliente liga-se e autentica-se aos servidores da caixa de correio. Com isso, todas as mensagens armazenadas no servidor são transferidas em sequência para a máquina do cliente. No final, a conexão é terminada e o cliente pode ler suas mensagens off-line.

EXEMPLOS DE PROTOCOLOS

- **SMTP**

- Simple Mail Transfer Protocol (Protocolo de Transferência de Correio Simples) é o outro lado do POP3: é o protocolo de envio de emails. A mensagem sai da máquina do cliente e, depois de ter um ou mais destinatários determinados, é autenticada e enviada para o servidor. Lá os destinatários terão acesso às mensagens através do protocolo POP3. É um protocolo eficiente pela sua simplicidade, mas limitado: baseia-se somente em texto. Para envio de arquivos necessita de extensões que convertem esses arquivos no formato de texto (depois eles são desconvertidos ao chegar à caixa de entrada do destinatário).

- **IMAP**

- O Internet Message Access Protocol (Protocolo de Acesso a Mensagem da Internet) é a evolução natural do POP3. Com ele, em vez das mensagens serem enviadas para um servidor que serve de caixa postal para depois o cliente fazer a transferência delas para sua máquina, os emails podem ser acessados, lidos e gerenciados diretamente do servidor. Os serviços de email modernos como Gmail e Hotmail são baseados no IMAP. As desvantagens são que a capacidade de armazenamento é limitada pelo servidor e que o cliente precisa de estar conectado à internet durante toda a sessão.

ACTIVIDADES DE NORMALIZAÇÃO

- **Normas**
 - De facto
 - Oficiais
- **ITU - International Telecommunication Union**
 - ITU-T
 - Normalizações nas Telecomunicações
- **Recomendações para interfaces nas áreas de comunicação de dados, telegrafia e telefone**
 - série V
 - ligação a redes públicas de telefone
 - série X
 - ligação a redes públicas de dados
 - série I
 - ligação a redes de dados com integração de serviços

NORMALIZAÇÃO

- Nos anos 80 surgiram muitas tecnologias de redes construídas utilizando diferentes implementações de [hardware](#) e de [software](#).
 - Muitas das novas tecnologias de rede eram incompatíveis, tornando difícil a comunicação entre redes com diferentes especificações.
- ▶ **Porquê a existência de normas?**
 - A normalização permite que dispositivos de fabricantes diferentes possam interagir (eliminando-se os problemas de compatibilidade).
 - Sem coordenação seria o caos completo e os utilizadores seriam prejudicados.
 - **Vantagens**
 - Interacção de produtos de diferentes fabricantes.
 - Maior mercado.
 - Maior qualidade.
 - Diminuição dos preços.

NORMALIZAÇÃO

▶ Normas nas redes de comunicação de dados

- Funcionam como **recomendações** e estabelecem um conjunto de **regras** seguidas pelos fabricantes no desenvolvimento dos seus produtos.
- **Aspectos normalizados nas redes de comunicação de dados**
 - Características mecânicas e eléctricas do meio de transmissão.
 - Métodos de acesso ao meio.
 - Estabelecimento de um canal de comunicação fiável.
 - Encaminhamento da informação entre redes.
 - Aplicações finais.

▶ Instituições de normalização

- Existem organismos de normalização que foram criados para normalizar soluções que se configurem como eficazes, económicas e universais.

NORMALIZAÇÃO

Instituições de normalização

- **Internacional**

- **ISO – International Organization for Standardization**
 - Organização não governamental sem fins lucrativos.
 - É a mais importante organização de normalização mundial.
 - Normas ISO designadas por *International Standards*.
 - Desenvolveu o modelo OSI (*Open Systems Interconnection*).
 - **Objectivo:** promover a normalização em todas as áreas.
- **Internet Society (ISOC)**
 - Organização internacional.
 - Actividades centram-se na arquitectura TCP/IP.
 - Grupos de trabalho do IETF (*Internet Engineering Task Force*)
 - **Objectivo:** promover o desenvolvimento, evolução e utilização da Internet.
 - Os documentos técnicos relacionados com a Internet são publicados nos RFC (*Request for Comments*).

NORMALIZAÇÃO

Instituições de normalização

- **Internacional (continuação)**

- **ITU – International Telecommunications Union**
 - Organização intergovernamental para regulação e para o desenvolvimento das comunicações terrestres e via satélite.
 - ITU-T é o sector das telecomunicações.
 - Normas designadas por *Recomendações Internacionais*.
- **IEC – International Electrotechnical Commission**
 - Responsável pela coordenação de actividades de normalização na área da electrotécnica e da electrónica.

NORMALIZAÇÃO

Instituições de normalização

- **Regional**
 - **CEN – Comité Européen de Normalisation**
 - Responsável pelo processo de normalização a nível europeu em todas as áreas, com excepção das áreas da:
 - Electrotecnia, a cargo da CENELEC (*Comité Européen de Normalisation Electrotechnique*).
 - Telecomunicações, a cargo da ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*).

NORMALIZAÇÃO

Instituições de normalização

- **Nacional**
 - **ANSI – American National Standards Institute**
 - Principal responsável pelo processo de normalização nos EUA.
 - Instituição privada, sem fins lucrativos, fundada em 1918.
 - Normas têm impacto e adopção generalizada a nível mundial.
 - **SA (*Standards Australia*) e NZS (*New Zealand Standards*)**
 - **Portugal**
 - NP – Norma Portuguesa
 - IPQ (*Instituto Português da Qualidade*)

NORMALIZAÇÃO

Instituições de normalização

- **Sectorial**

- Associações de fabricantes, consumidores, utilizadores e associações de profissionais.
- **EIA – Electrical Industries Association**
 - Associação sectorial dos industriais de electrotecnia e electrónica dos EUA e Canadá.
 - Realiza trabalho em conjunto com a TIA.
- **TIA – Telecommunication Industries Association**
 - Área da indústria de telecomunicações.
- **IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers**
 - Actividades de formação e promoção profissional dos seus associados.
 - Actividades de normalização na área das redes informáticas.
- **ECMA – European Computer Manufacturers Association**
 - Representa os fabricantes europeus de computadores.

NORMALIZAÇÃO

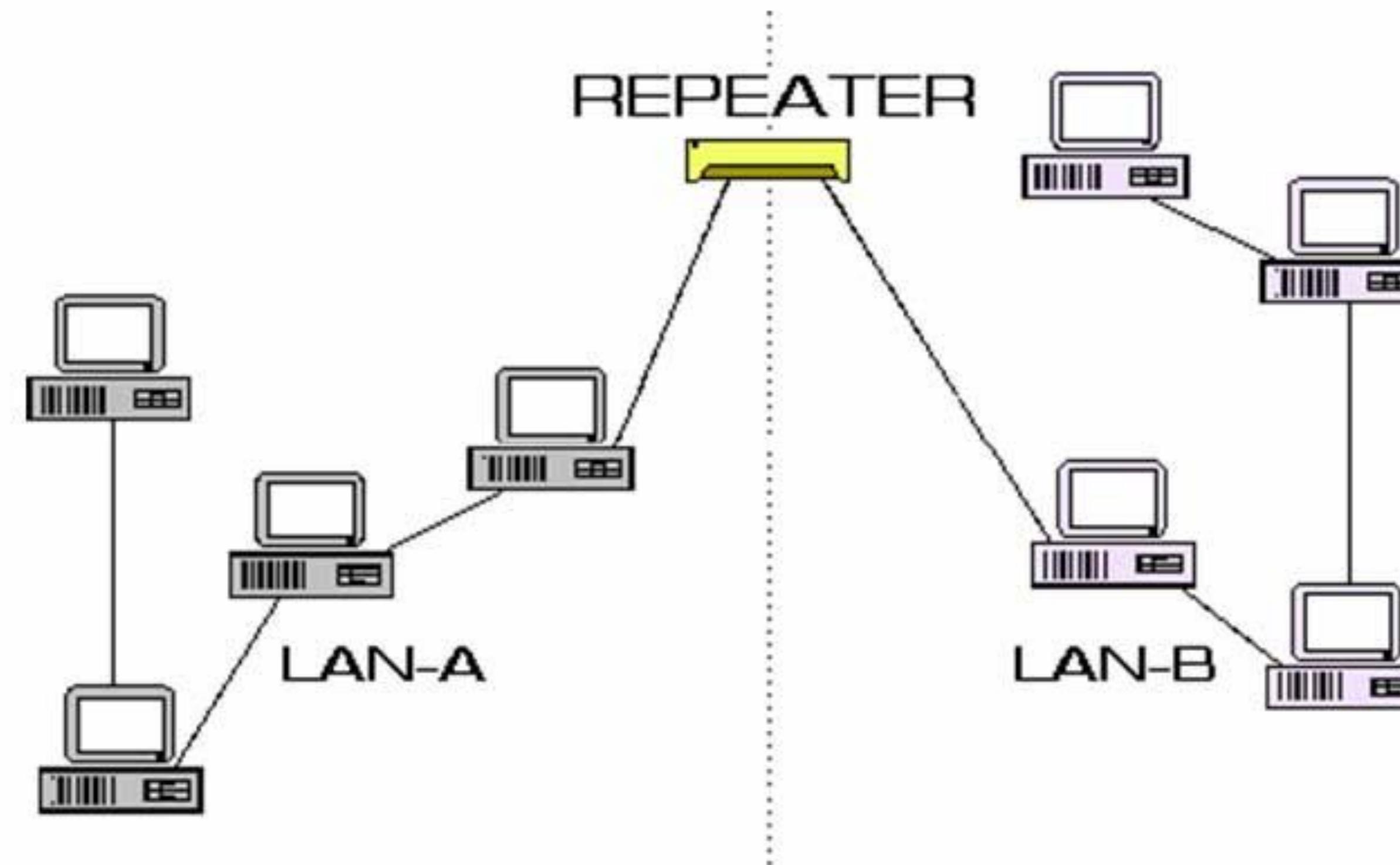
- **Internet/WWW**
 - Mecanismos próprios de normalização (de facto) distintos da ISO e da ITU-T
 - Mais informal
 - Comunicação feita por relatórios técnicos denominados RFC's
 - Request For Comments
 - Acesso Público (on-line)
 - Numerados sequencialmente

3

EQUIPAMENTOS
DE REDE

EQUIPAMENTOS DE REDE

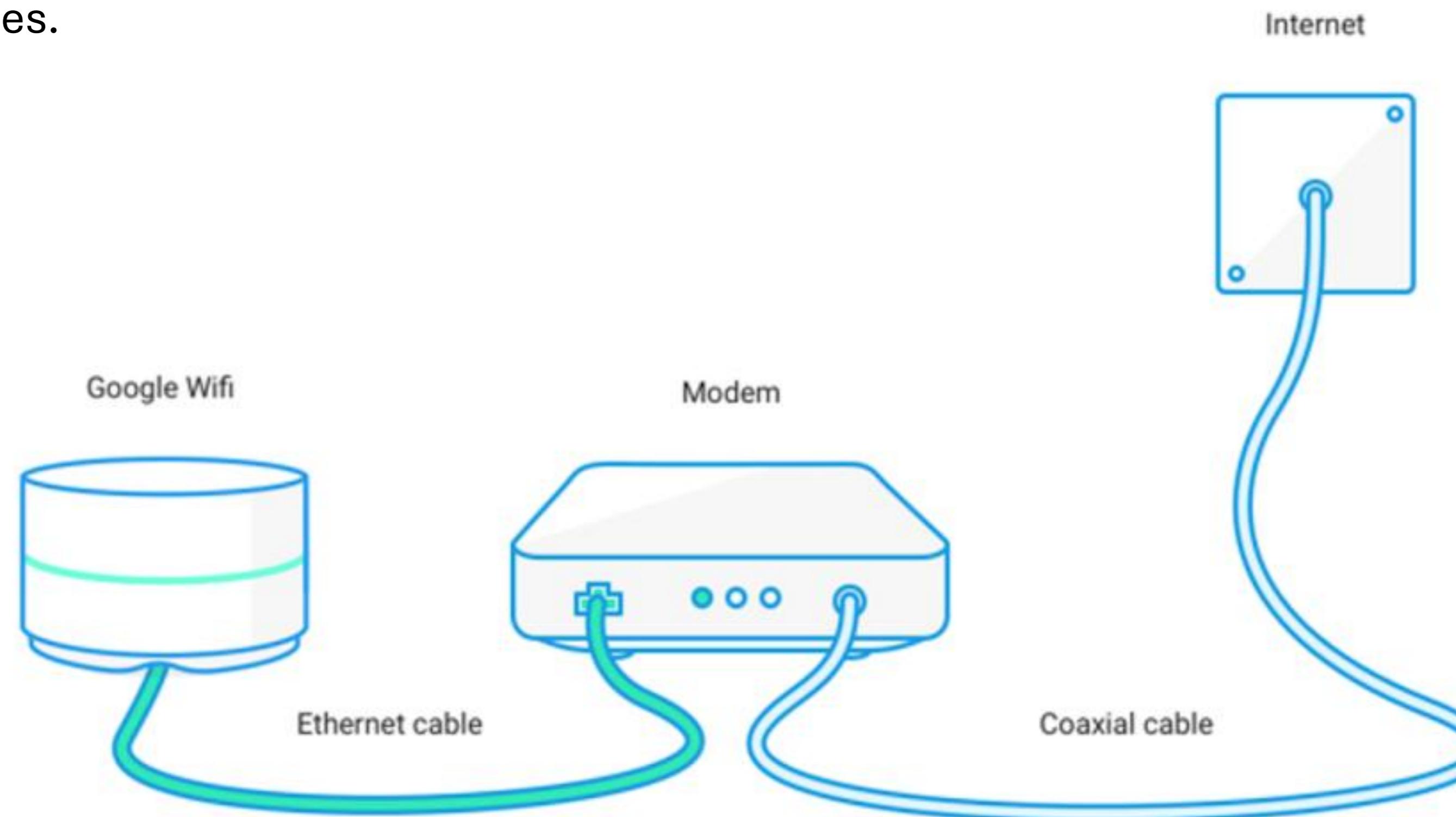
- Referem-se aos equipamentos que facilitam e dão suporte ao uso de uma rede de computadores, ou seja, são os meios físicos necessários para a comunicação entre os componentes participantes de uma rede.
- **Repetidores**
 - Os repetidores são dispositivos de hardware utilizados para a conexão de dois ou mais segmentos de uma rede local.



EQUIPAMENTOS DE REDE

- **Modem**

- O Modem é um dispositivo conversor de sinais que faz a comunicação entre computadores através de uma linha dedicada para esse fim. Seu nome é a junção das palavras Modulador e Desmodulador, pois essas são suas principais funções.



EQUIPAMENTOS DE REDE

- **Router**

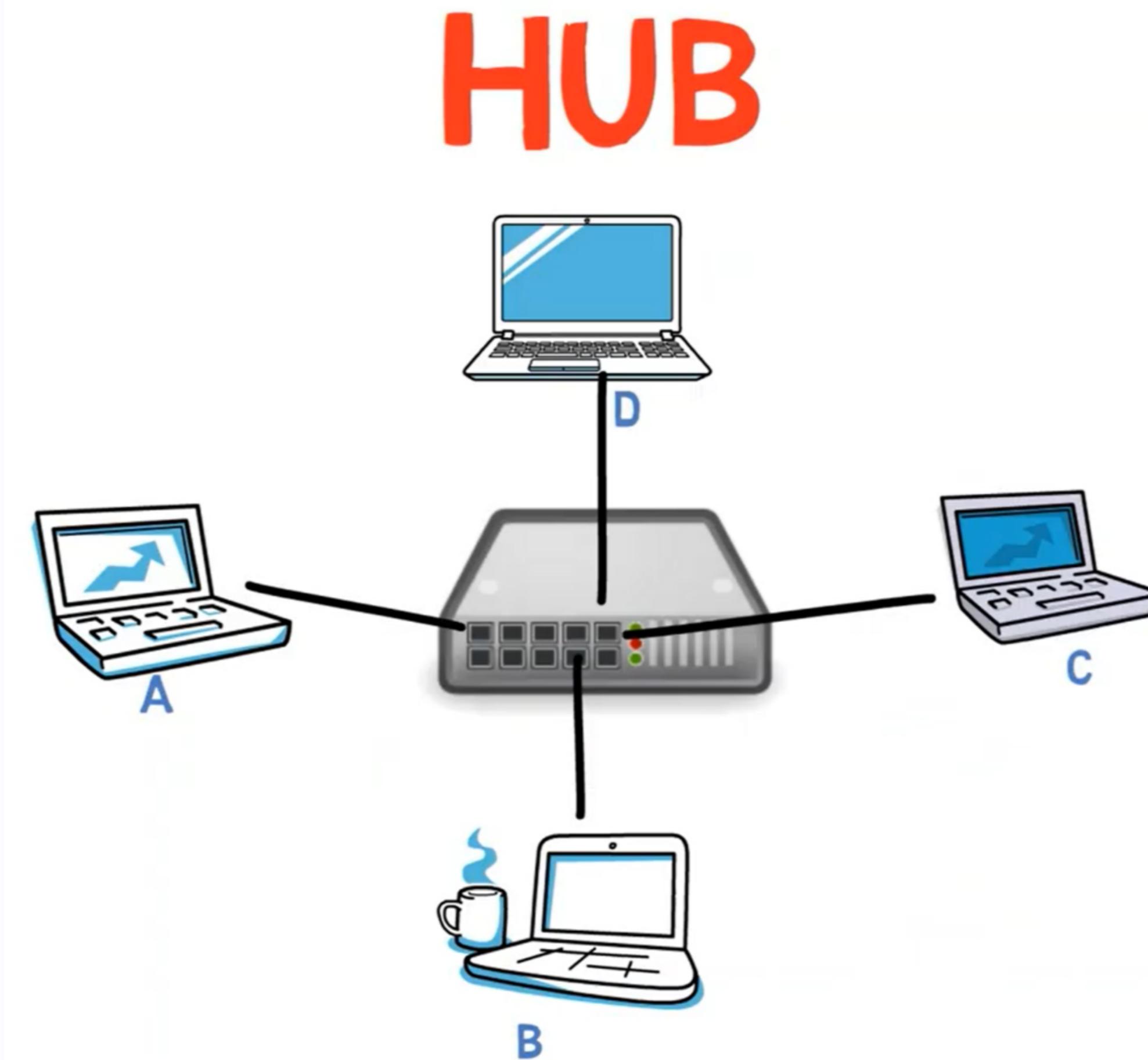
- O Router é um equipamento responsável pela interligação das redes locais entre si e redes remotas em tempo integral. Em outras palavras, permite que uma máquina de uma dada rede LAN comunique-se com máquinas de outra rede LAN remota, como se as redes LAN fossem uma só.



EQUIPAMENTOS DE REDE

- **Hub**

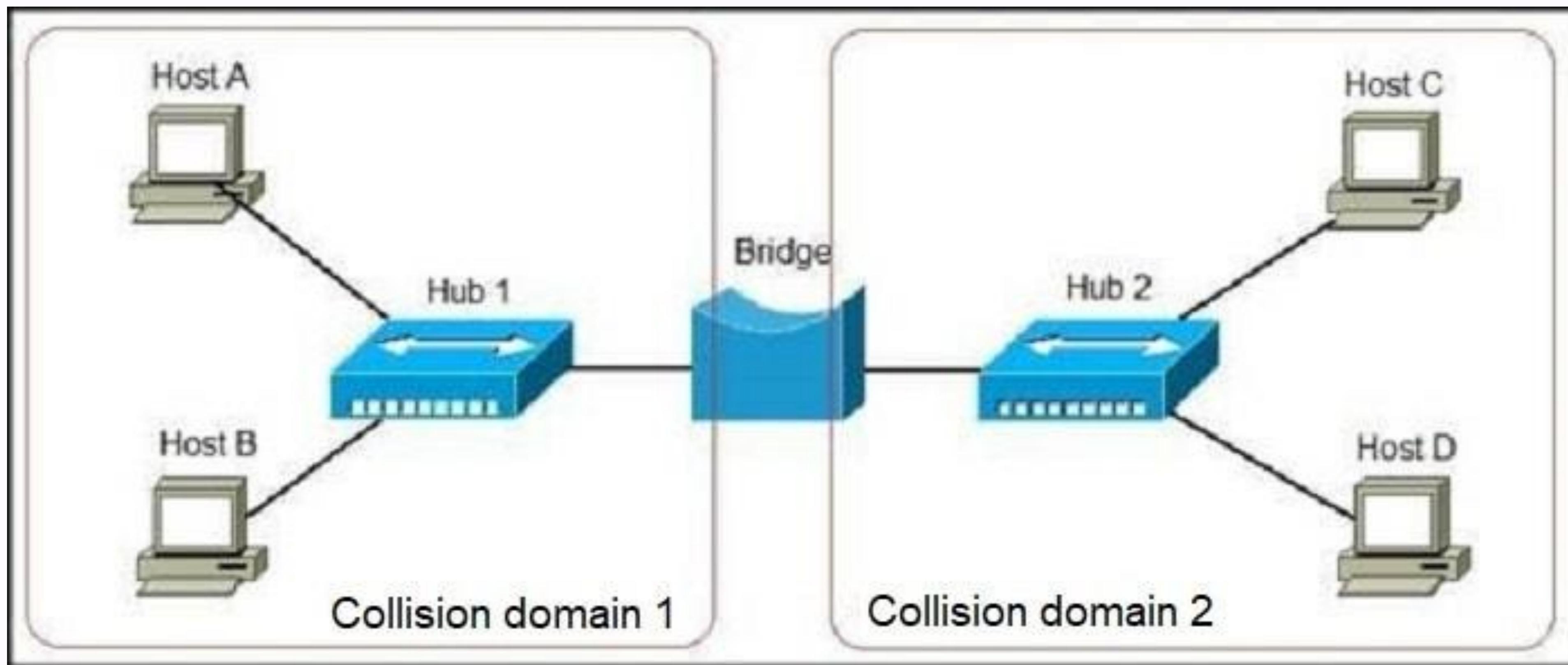
- Um hub, concentrador ou Multiport Repeater, nada mais é do que um repetidor que, promove um ponto de conexão física entre os equipamentos de uma rede.



EQUIPAMENTOS DE REDE

- **Bridges**

- As Bridges (ou pontes) são equipamentos que possuem a capacidade de segmentar uma rede local em várias sub-redes, e com isto conseguem diminuir o fluxo de dados (o tráfego).

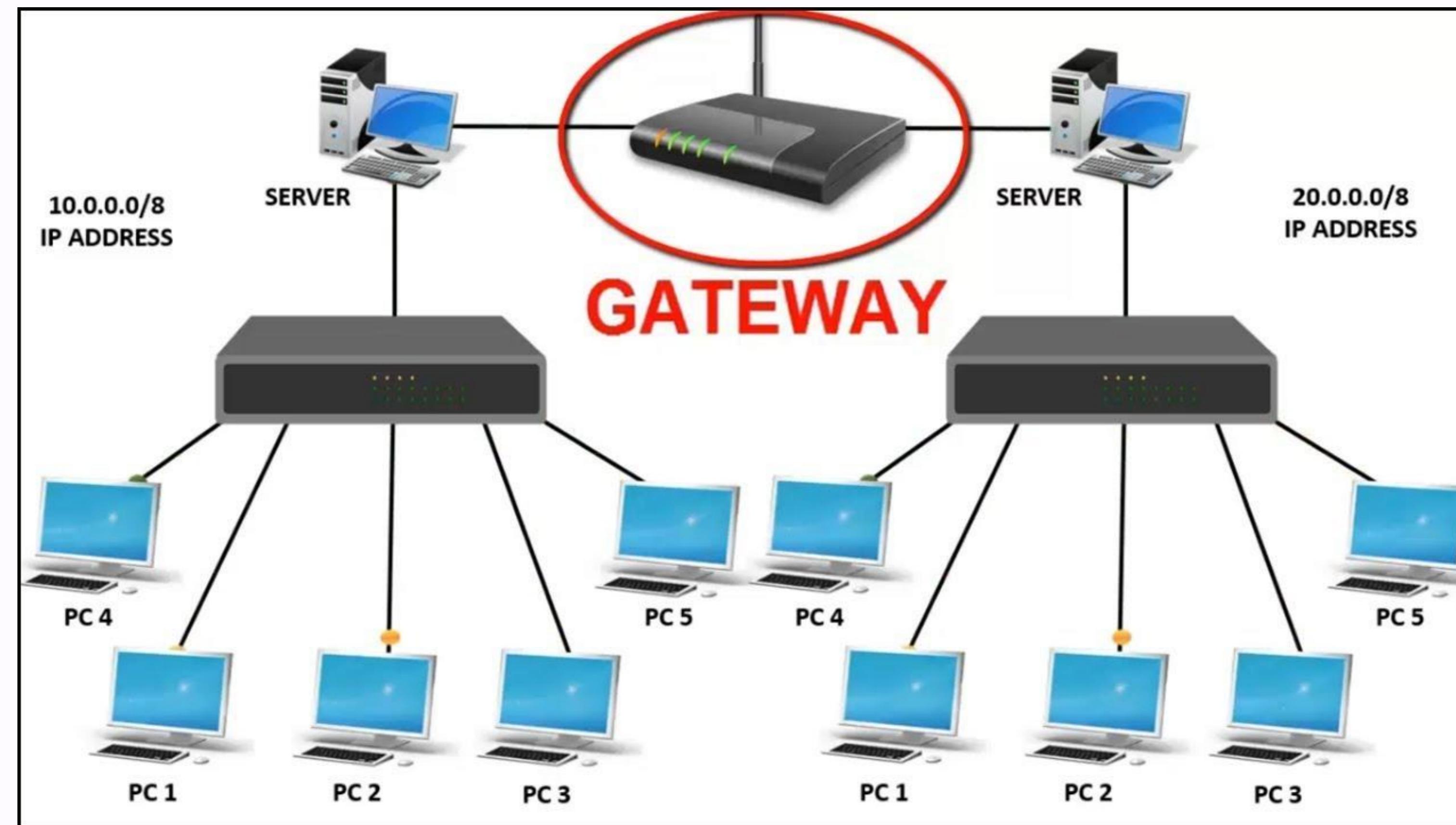


EQUIPAMENTOS DE REDE

- **Gateway**
 - É um dispositivo que permite a comunicação entre duas redes de arquiteturas diferentes. Ele atua em todas as camadas do modelo ISO/OSI.
- **Switch**
 - Trata-se de uma evolução do hub, com funções de pontes e roteadores e hardware especial que lhe confere baixo custo e alta eficiência.
- **Transceiver**
 - É um dispositivo de hardware que faz a conexão eletroóptica (transforma um sinal elétrico em sinal óptico e vice-versa) entre computadores de rede que usam fibra óptica e cabeamento metálico convencional
- **Placas de rede**
 - A placa de rede ou adaptador de LAN ou ainda NIC (Network Interface Card) funciona como uma interface entre o computador e o cabeamento da rede. Normalmente é uma placa de expansão que deve ser conectada em um dos slots localizados na parte traseira do computador.
- **Multiplexador**
 - Dispositivo usado para permitir que uma única linha de comunicação seja comutada com um computador. Ou seja Multiplexador (MPX, ou simplesmente, MUX) é 1 circuito digital que funciona como 1 roteador, permitindo conexões simultâneas em 1 única linha (como as linhas telefônicas convencionais: são varias linhas em 1 único fio).

EQUIPAMENTOS DE REDE

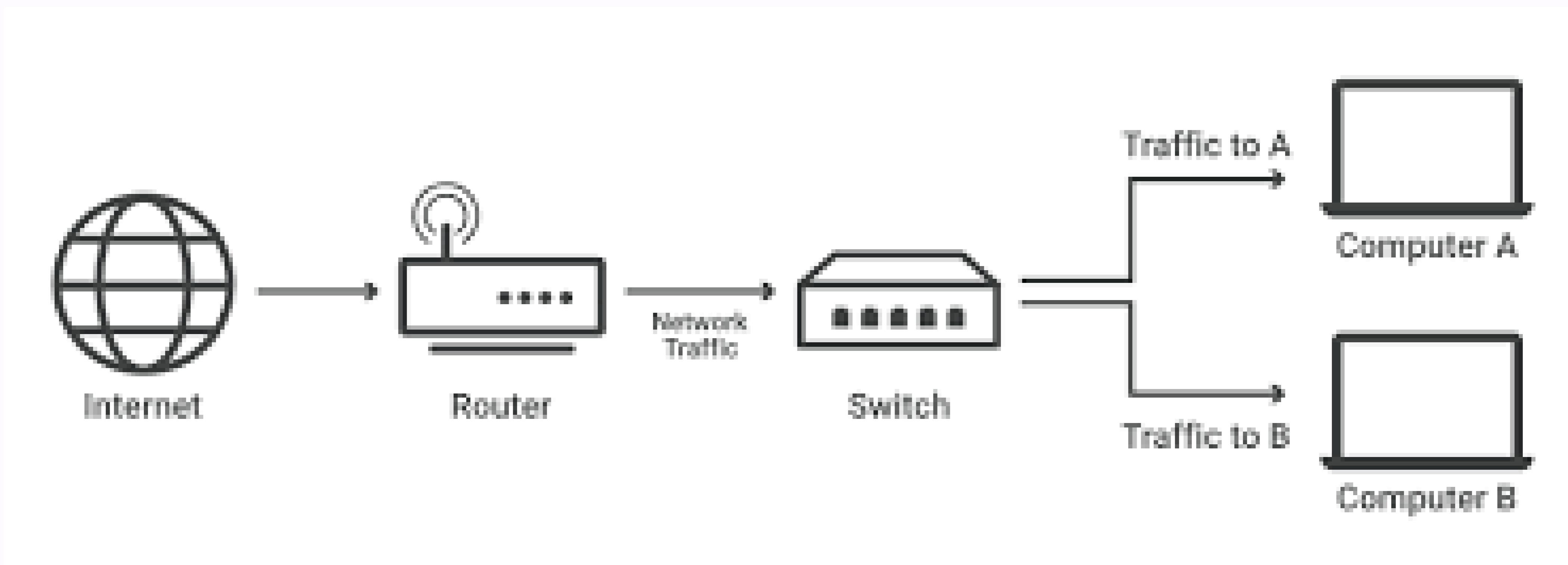
- **Gateway**
 - É um dispositivo que permite a comunicação entre duas redes de arquiteturas diferentes. Ele atua em todas as camadas do modelo ISO/OSI.



EQUIPAMENTOS DE REDE

- **Switch**

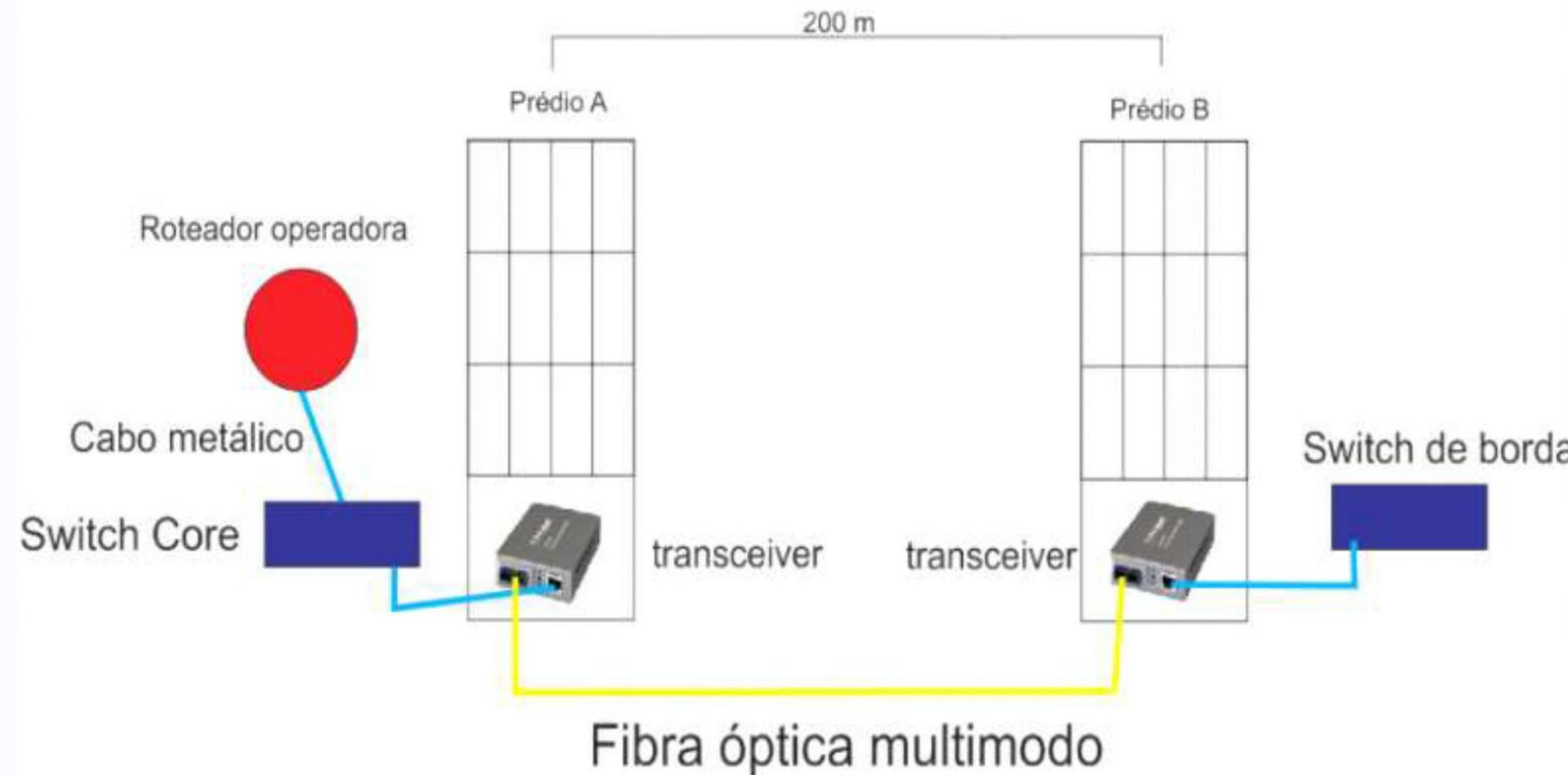
- Trata-se de uma evolução do hub, com funções de pontes e roteadores e hardware especial que lhe confere baixo custo e alta eficiência.



EQUIPAMENTOS DE REDE

- **Transceiver**

- É um dispositivo de hardware que faz a conexão eletroóptica (transforma um sinal elétrico em sinal óptico e vice-versa) entre computadores de rede que usam fibra óptica e cabeamento metálico convencional



EQUIPAMENTOS DE REDE

- **Placas de rede**

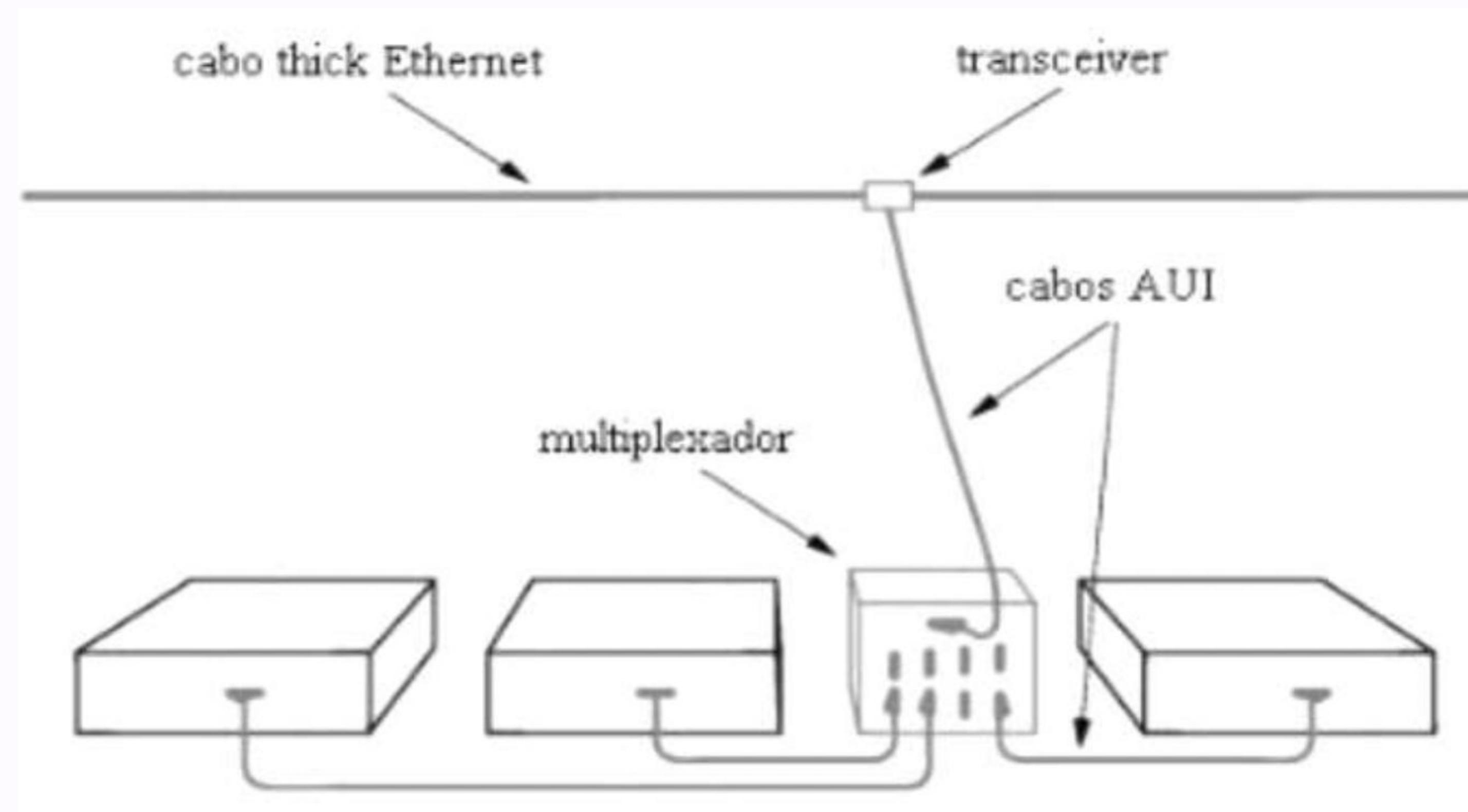
- A placa de rede ou adaptador de LAN ou ainda NIC (Network Interface Card) funciona como uma interface entre o computador e o cabeamento da rede. Normalmente é uma placa de expansão que deve ser conectada em um dos slots localizados na parte traseira do computador.



EQUIPAMENTOS DE REDE

- **Multiplexador**

- Dispositivo usado para permitir que uma única linha de comunicação seja comutada com um computador. Ou seja Multiplexador (MPX, ou simplesmente, MUX) é 1 circuito digital que funciona como 1 roteador, permitindo conexões simultâneas em 1 única linha (como as linhas telefônicas convencionais: são varias linhas em 1 único fio).

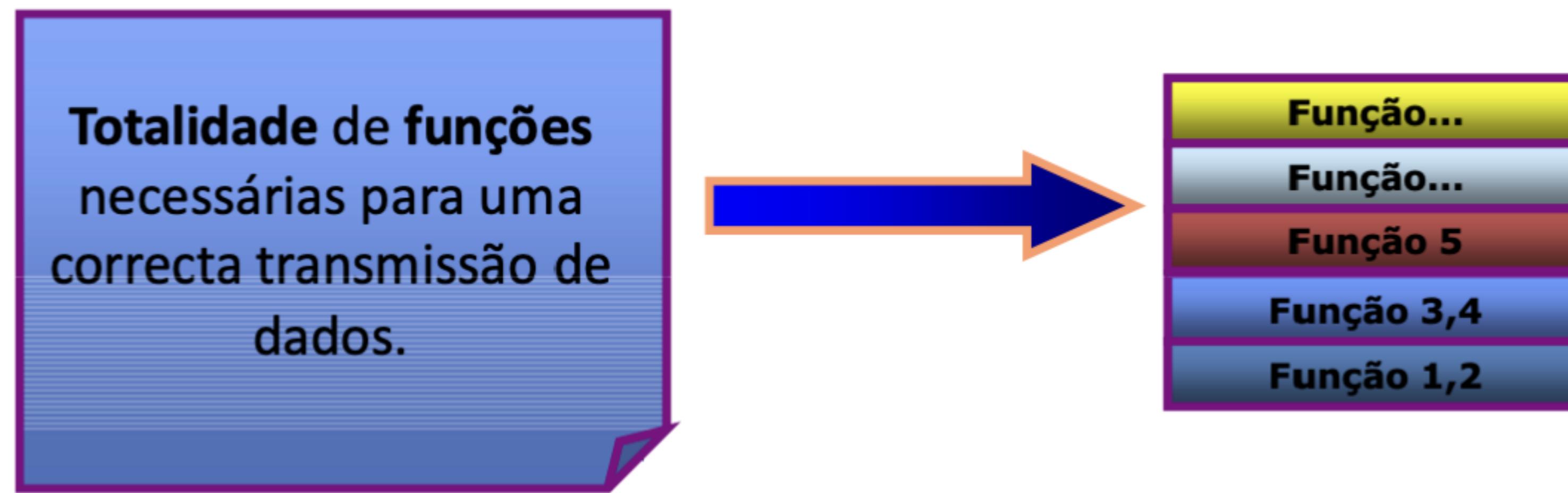


4

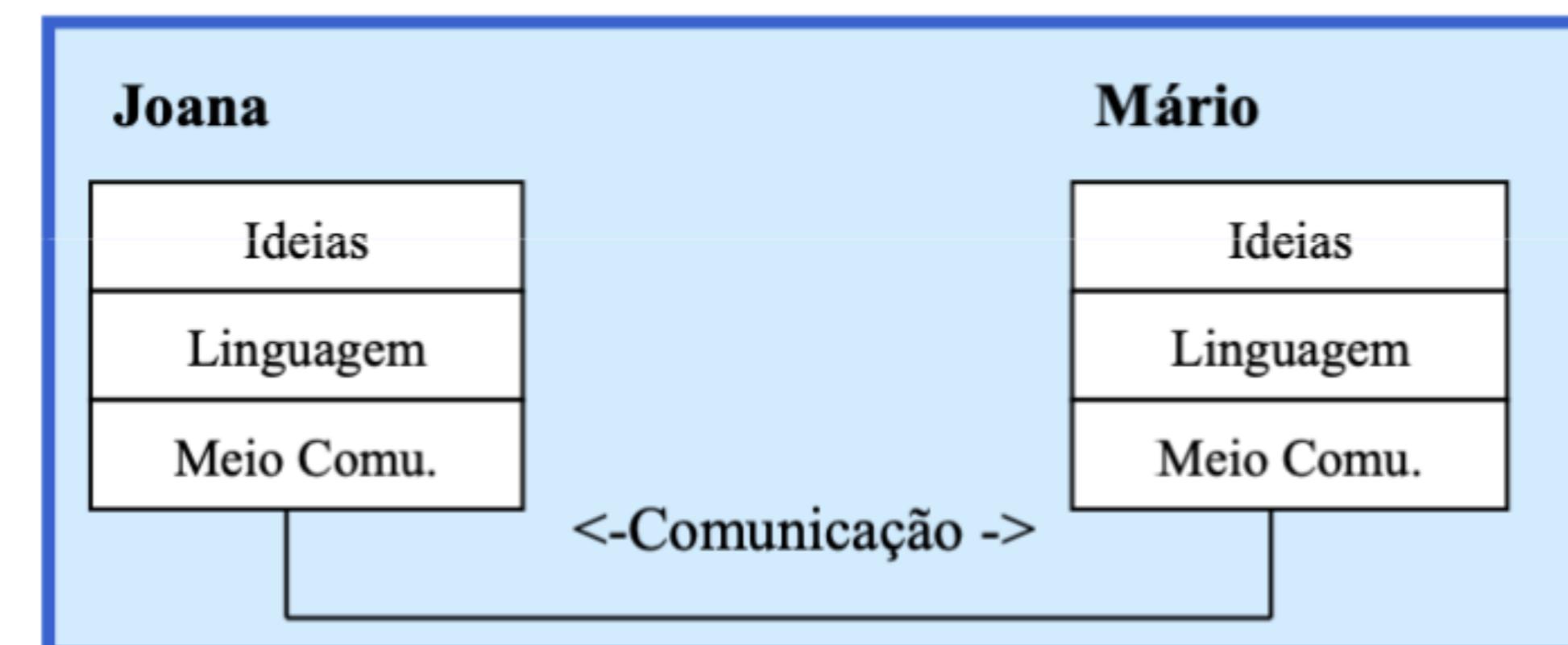
MODELO OSI

ARQUITECTURAS DE CAMADAS

A forma de atacar a **complexidade** é agrupar as funções de uma rede em subconjuntos chamados por convenção camadas.



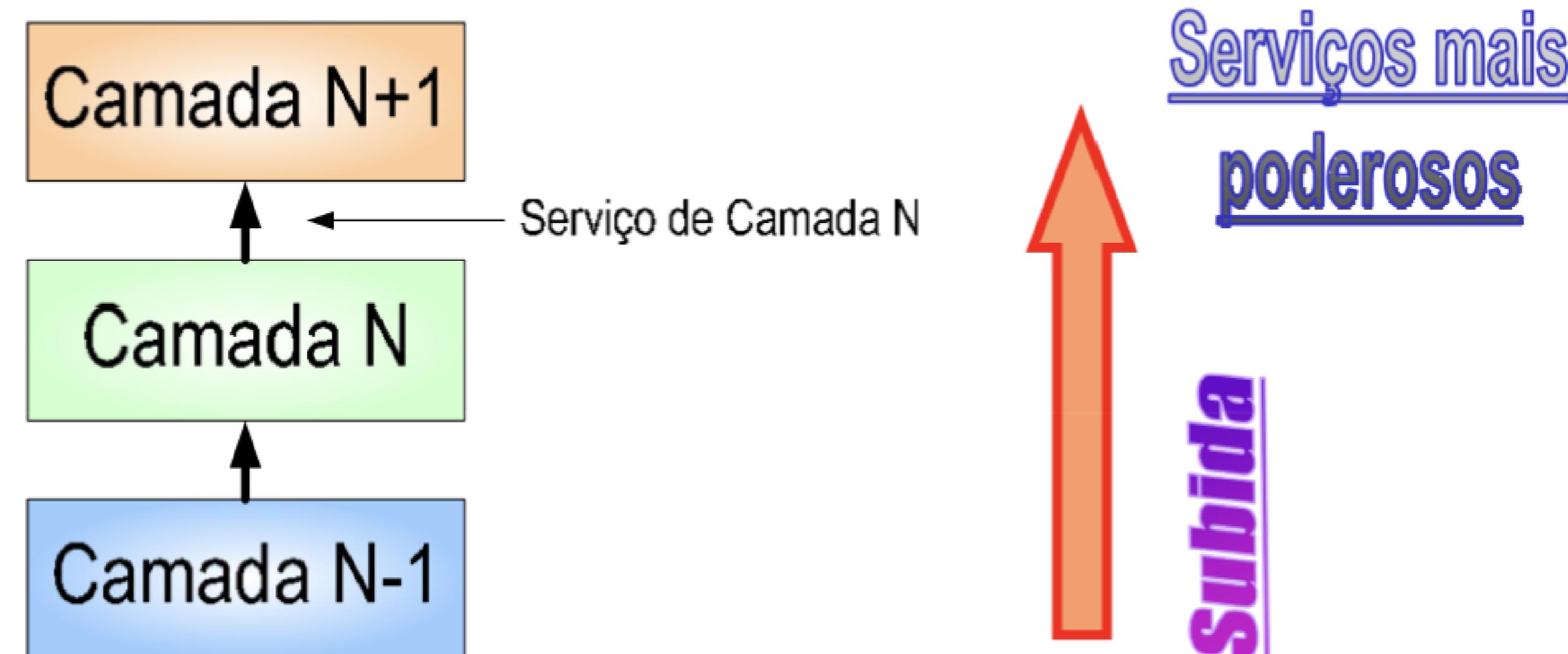
Analogia



ARQUITECTURAS DE CAMADAS

Hierarquia de funções (camadas)

- Atribuir às **camadas superiores** funções de nível lógico mais elevado.
- **Camadas inferiores** para funções de menor abstracção, mais próximas das acções físicas.
- Cada camada fornece **serviços de nível superior** utilizando para isso os **serviços de nível inferior (interface entre camadas)**



ARQUITECTURAS DE CAMADAS

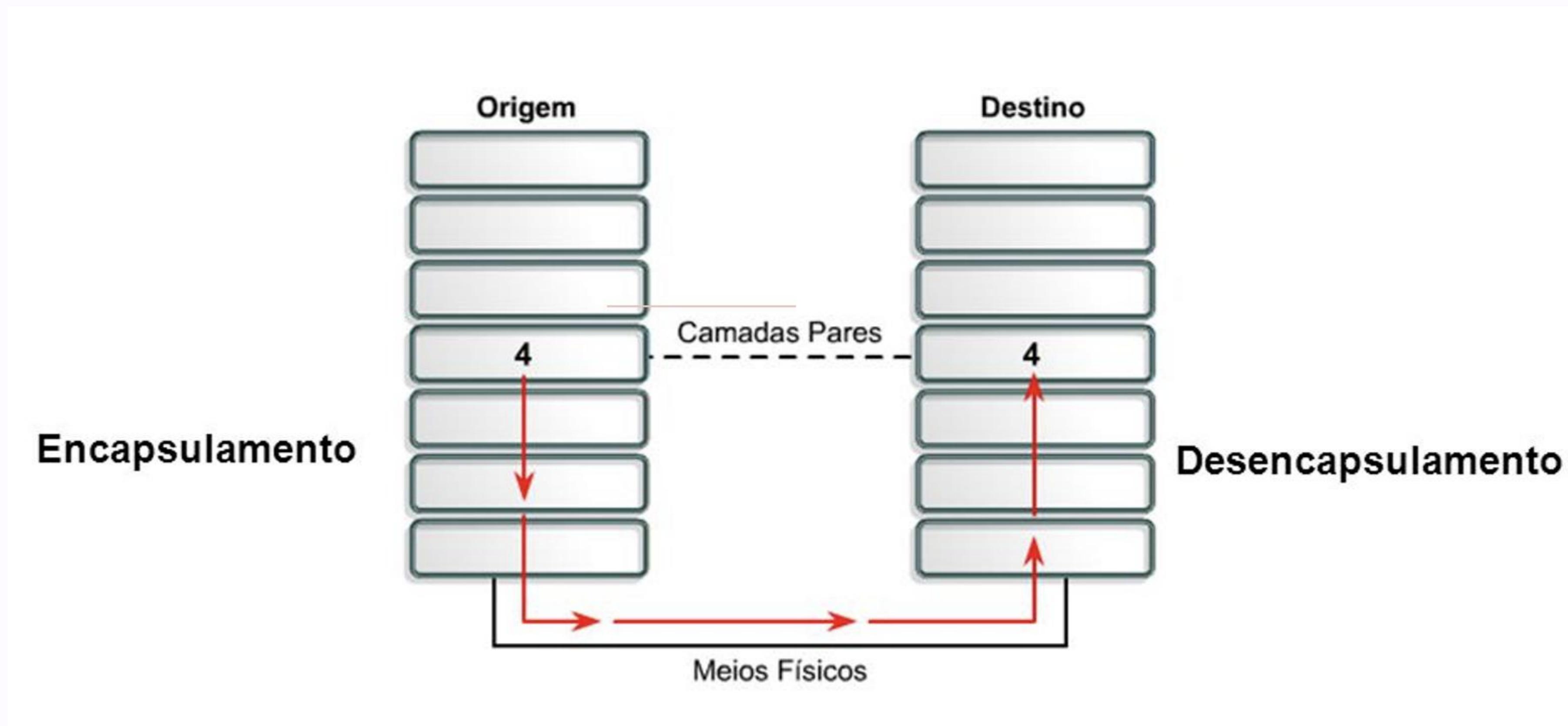
Este conceito de **arquitectura de camadas** pode ser aplicado para as redes de comunicação de dados!

- **Quais as funções atribuídas a cada camada?**
 - Uma camada deve ser criada quando é necessário um nível de abstracção diferente.
 - Cada camada deve desempenhar uma função ou grupo de funções bem definidos.
- **Qual o número de camadas?**
 - O número de camadas deve ser suficientemente grande de modo que funções distintas não estejam desnecessariamente na mesma camada.
 - O número de camadas deve ser suficientemente pequeno de modo que a arquitectura não se torne difícil de manipular.
- As fronteiras das camadas devem ser escolhidas para minimizar a informação a ser trocada através das interfaces.

ARQUITECTURAS DE CAMADAS

- ▶ A ideia de criar subconjuntos menores não é só uma questão de “*dividir para conquistar*”.
- ▶ A **divisão do processo** de comunicação em camadas tem as seguintes **vantagens**:
 - **Redução da complexidade** do processo de comunicação.
 - **Modularização facilita a concepção e manutenção**.
 - As interfaces entre as camadas devem ser clara e inequivocamente definidos.
 - O redesenho futuro de uma camada não implica qualquer intervenção noutras camadas.
 - Porquê?
 - Possibilidade de utilização de **protocolos proprietários e normalizados**, em simultâneo, nas diversas camadas.

ARQUITECTURAS DE CAMADAS



MODELO OSI

- Sistema de Interconexão Aberto
- Desenvolvido pela ISO
- Resultado de pesquisa sobre a DECnet, SNA e TCP/IP
- Conjunto de regras aplicáveis em todas as redes



Vantagens do Modelo OSI:

- Reduz a complexidade
- Padroniza as interfaces
- Facilita a engenharia modular
- Garante a tecnologia interoperável
- Acelera a evolução
- Simplifica o ensino e o aprendizado

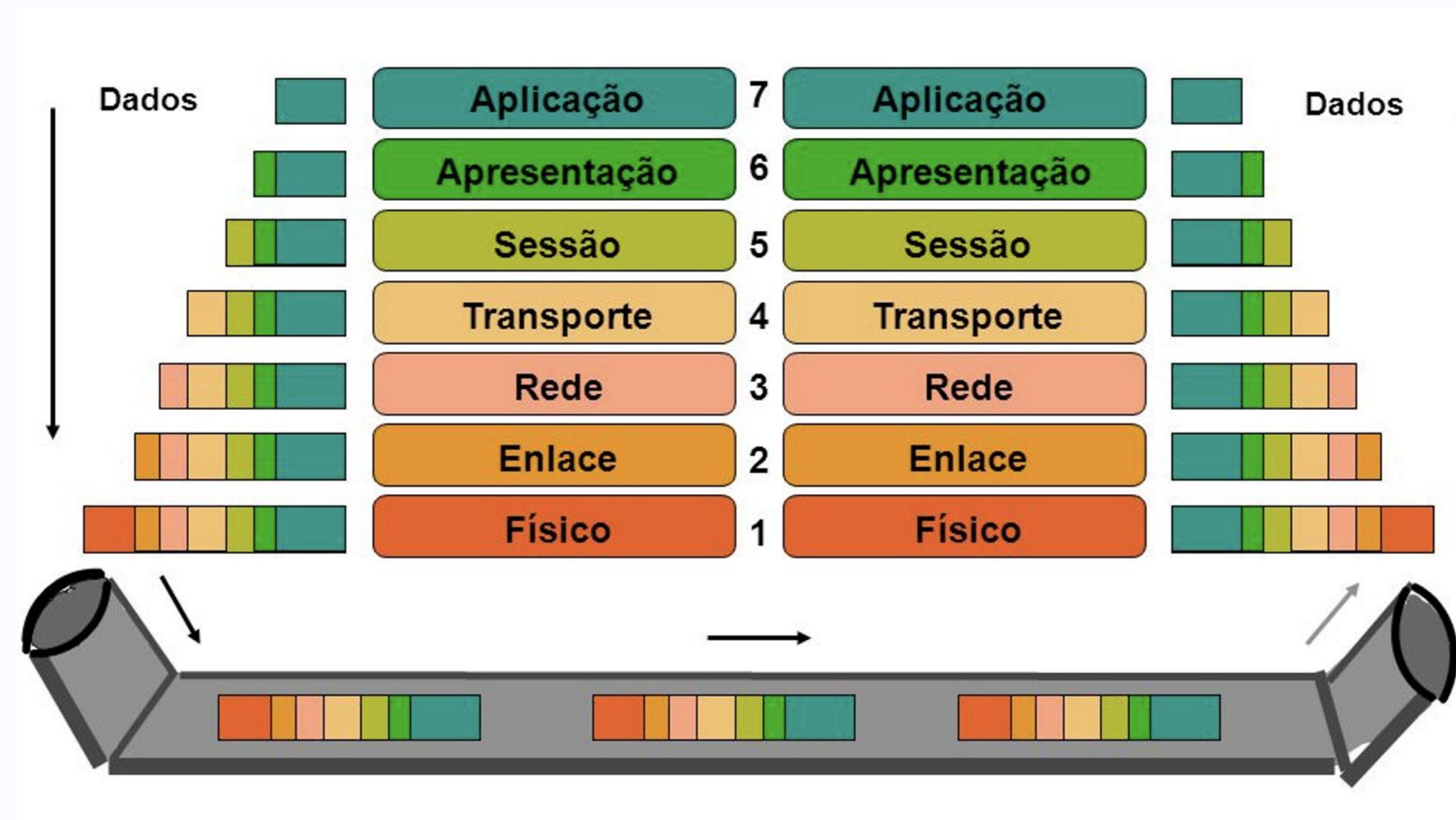
MODELO OSI

- Sete camadas dividem as funções de comunicação
- As interfaces entre os módulos são simples
- Princípio do ocultamento da informação:
 - camadas inferiores tratam com uma quantidade grande de detalhes
 - camadas superiores são independentes destes detalhes

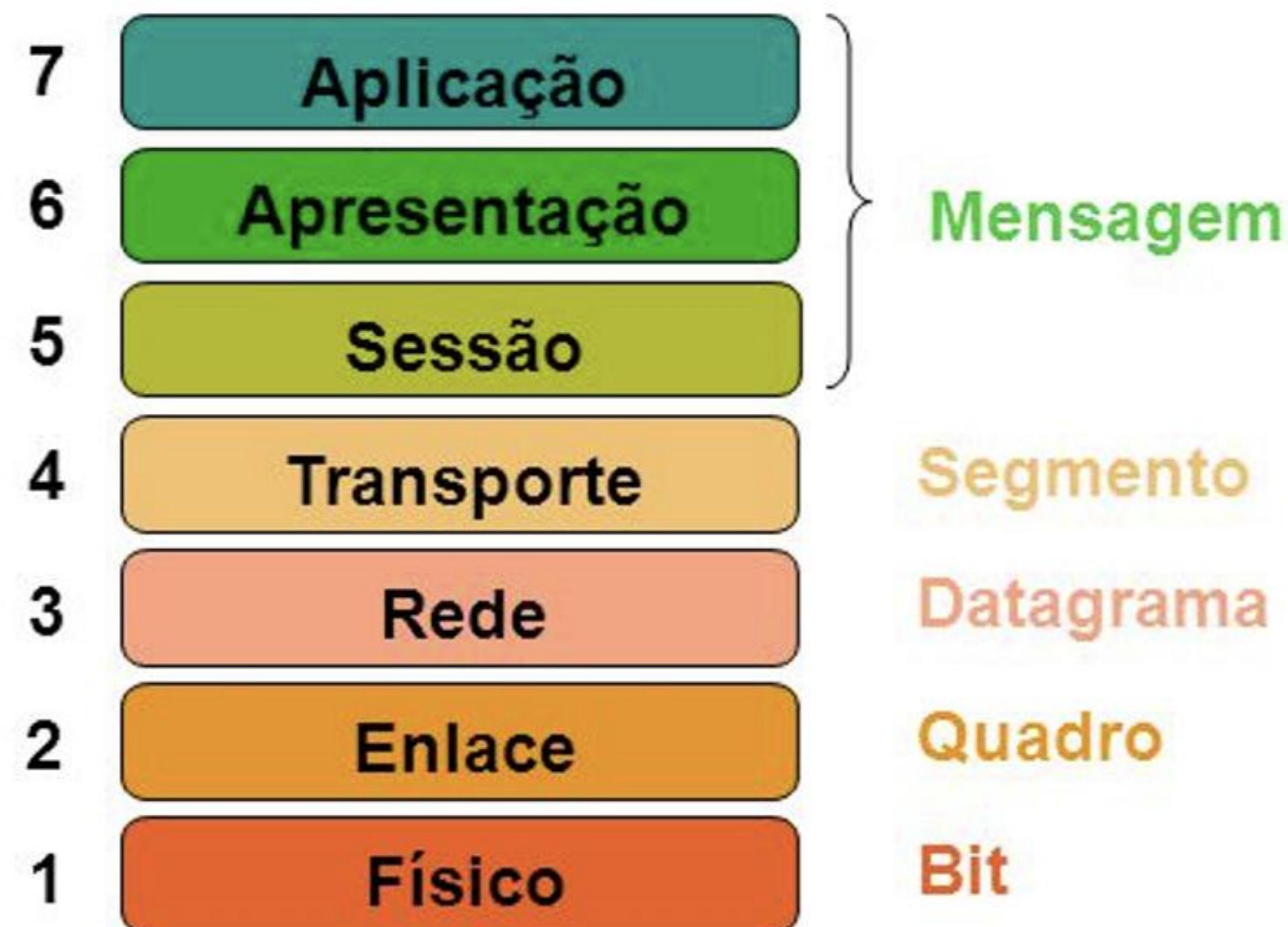
MODELO OSI

- Cada camada fornece serviços para camada superior e solicita serviços da camada inferior
- Cada camada de uma entidade possui um protocolo que se comunica com o mesmo protocolo na camada correspondente de outra entidade
- Cada camada realiza um subconjunto de funções relacionadas a comunicação entre sistemas

MODELO OSI – TRANSMISSÃO DE DADOS



MODELO OSI – UNIDADES DE DADOS



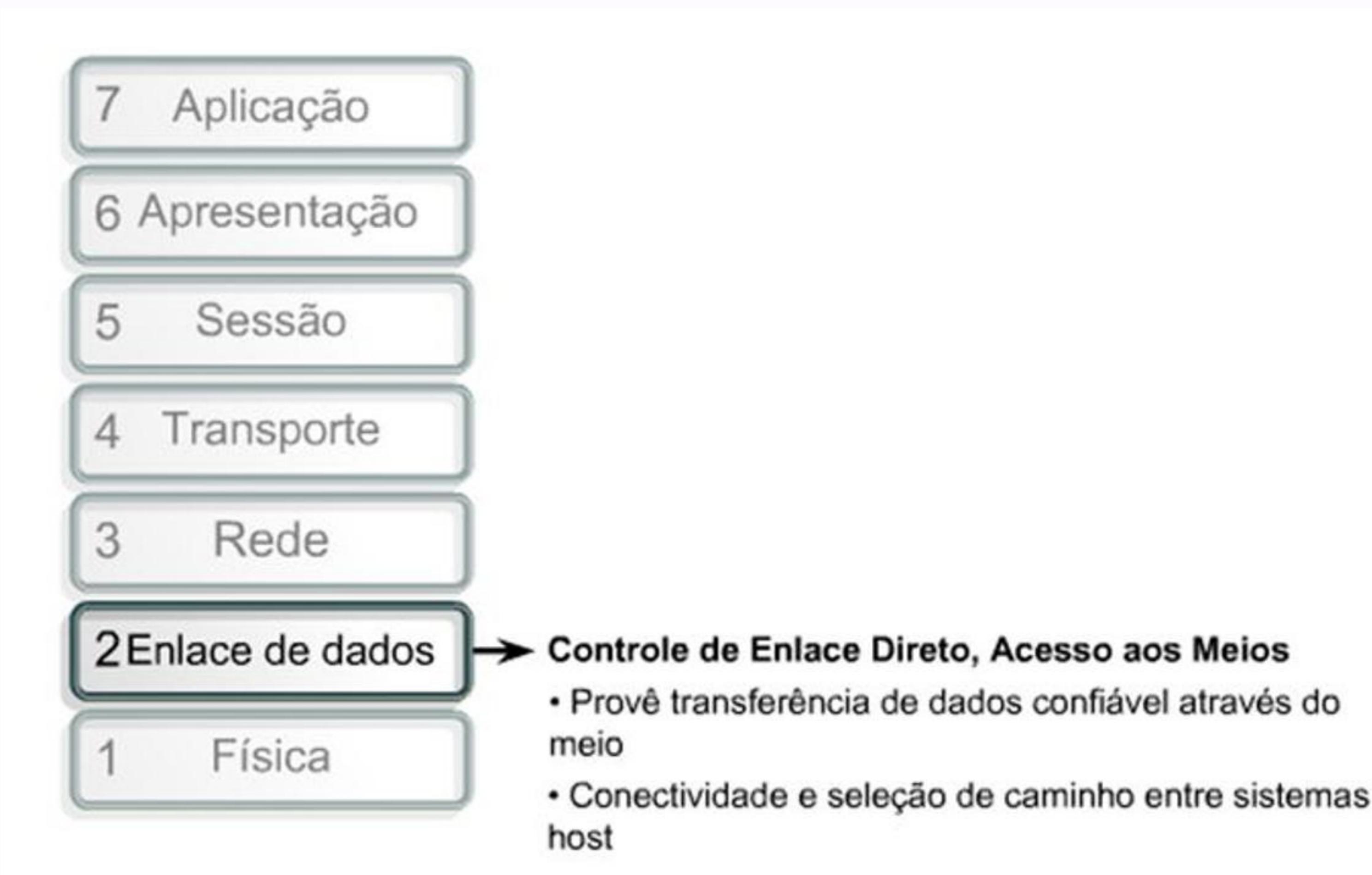
MODELO OSI – PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS CAMADAS

7	Aplicação	← APPLICATIVOS
6	Apresentação	← SINTAXE
5	Sessão	← SINCRONIZAÇÃO (MENSAGENS)
4	Transporte	← EMPACOTEAMENTO (SEGMENTOS)
3	Rede	← ROTEAMENTO (DATAGRAMAS)
2	Enlace	← CONTROLE DE ERROS (QUADROS)
1	Físico	← TRANSMISSÃO (BITS)

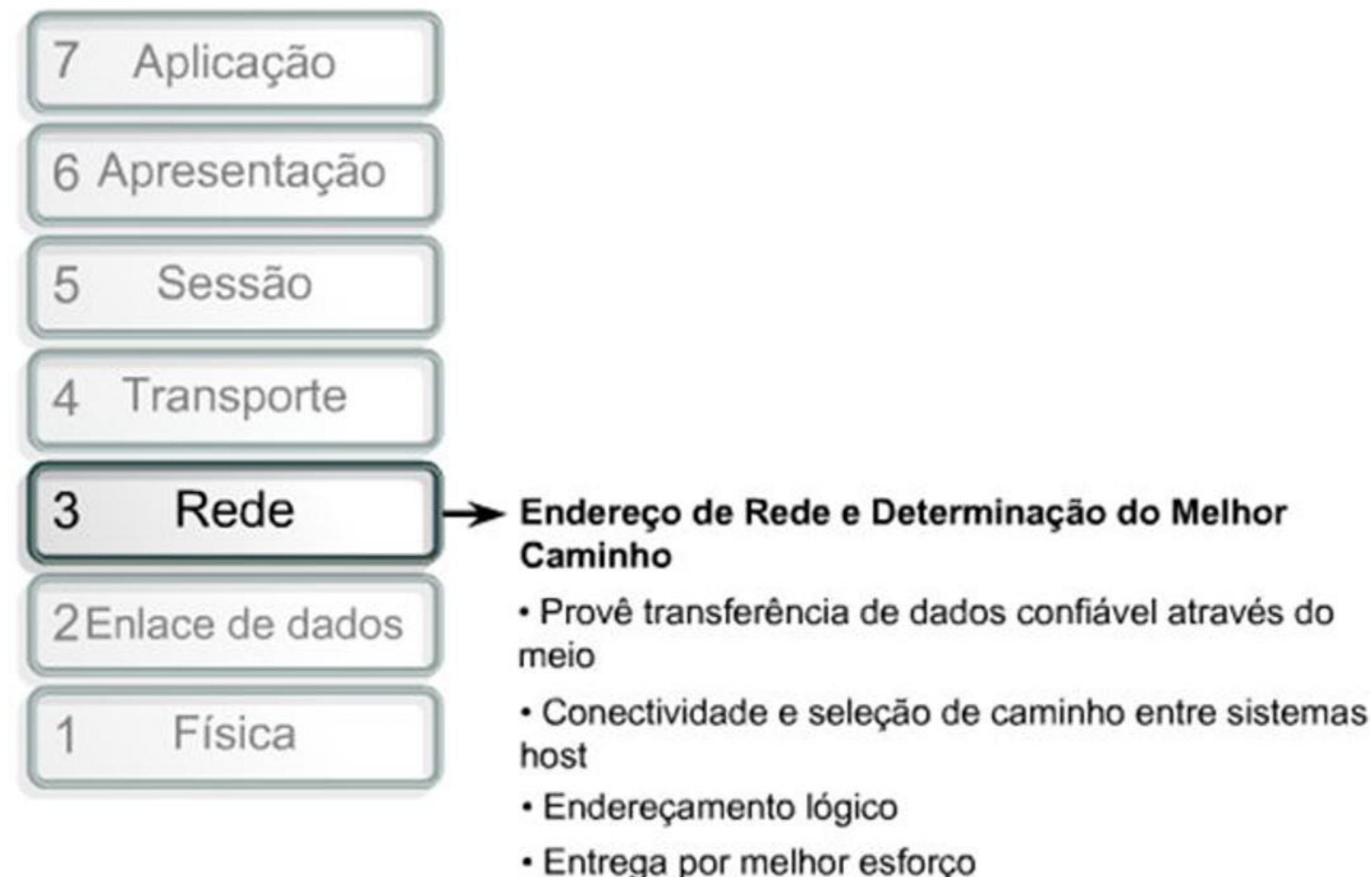
MODELO OSI – PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS CAMADAS



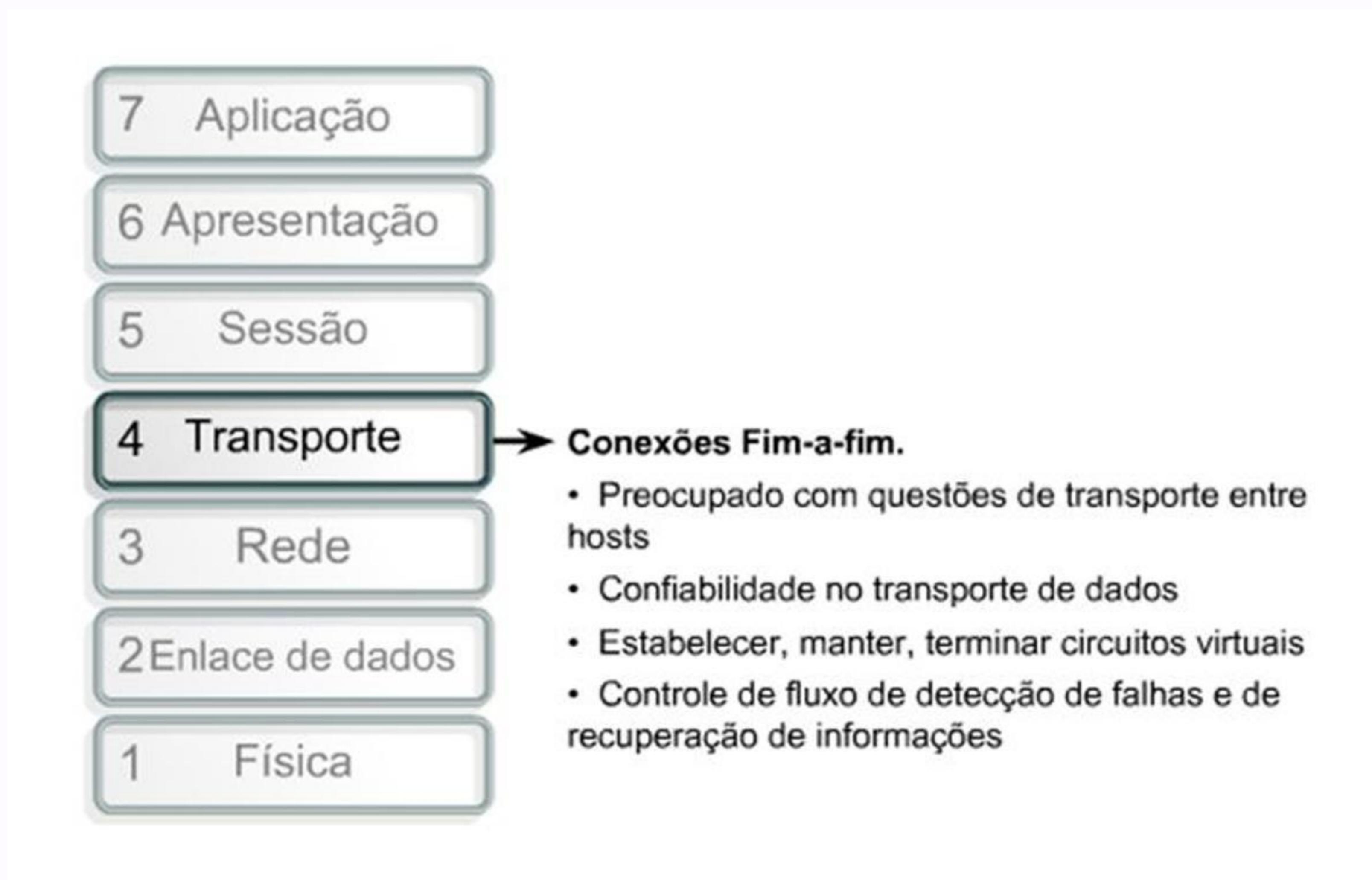
MODELO OSI – PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS CAMADAS



MODELO OSI – PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS CAMADAS



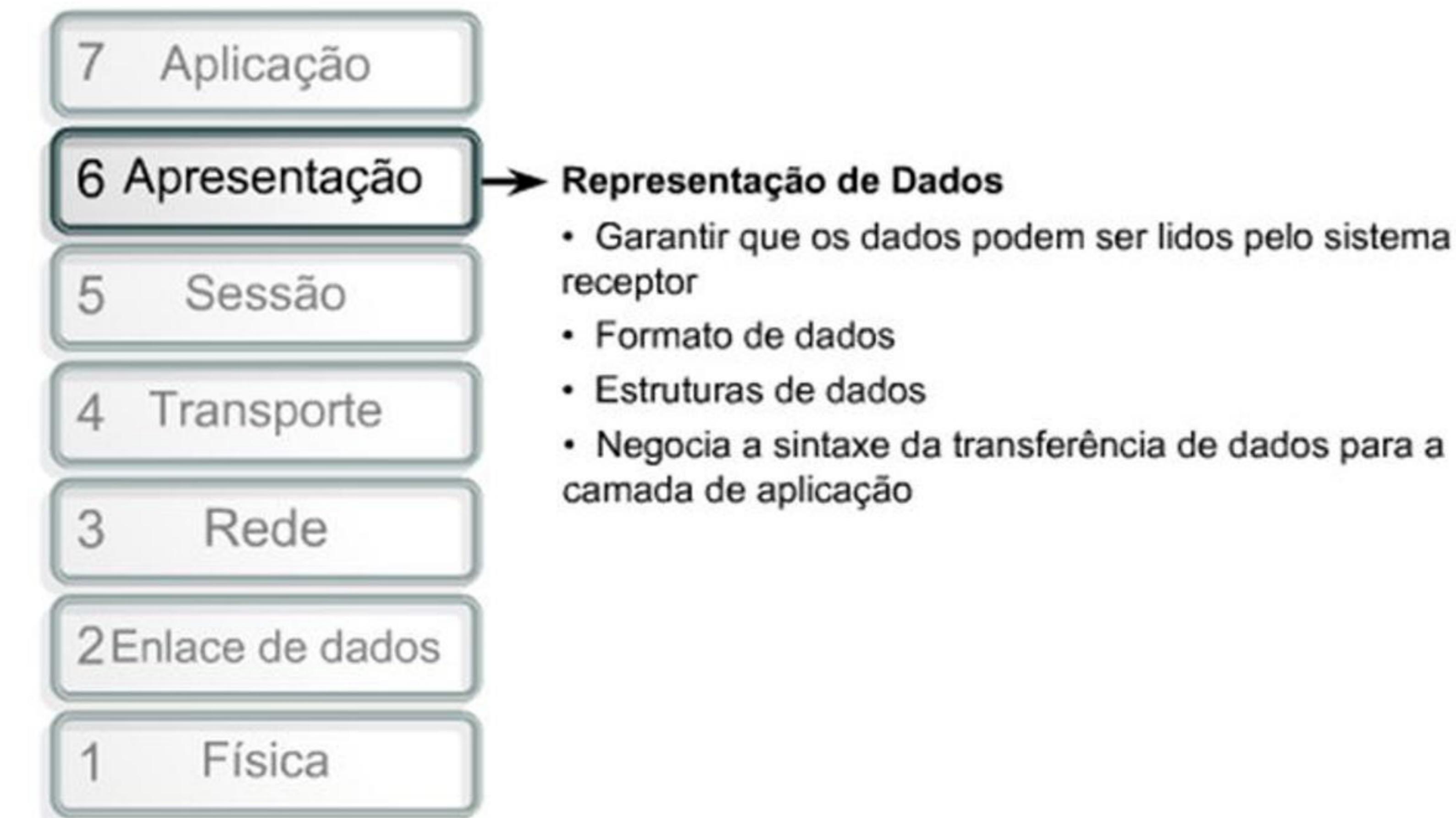
MODELO OSI – PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS CAMADAS



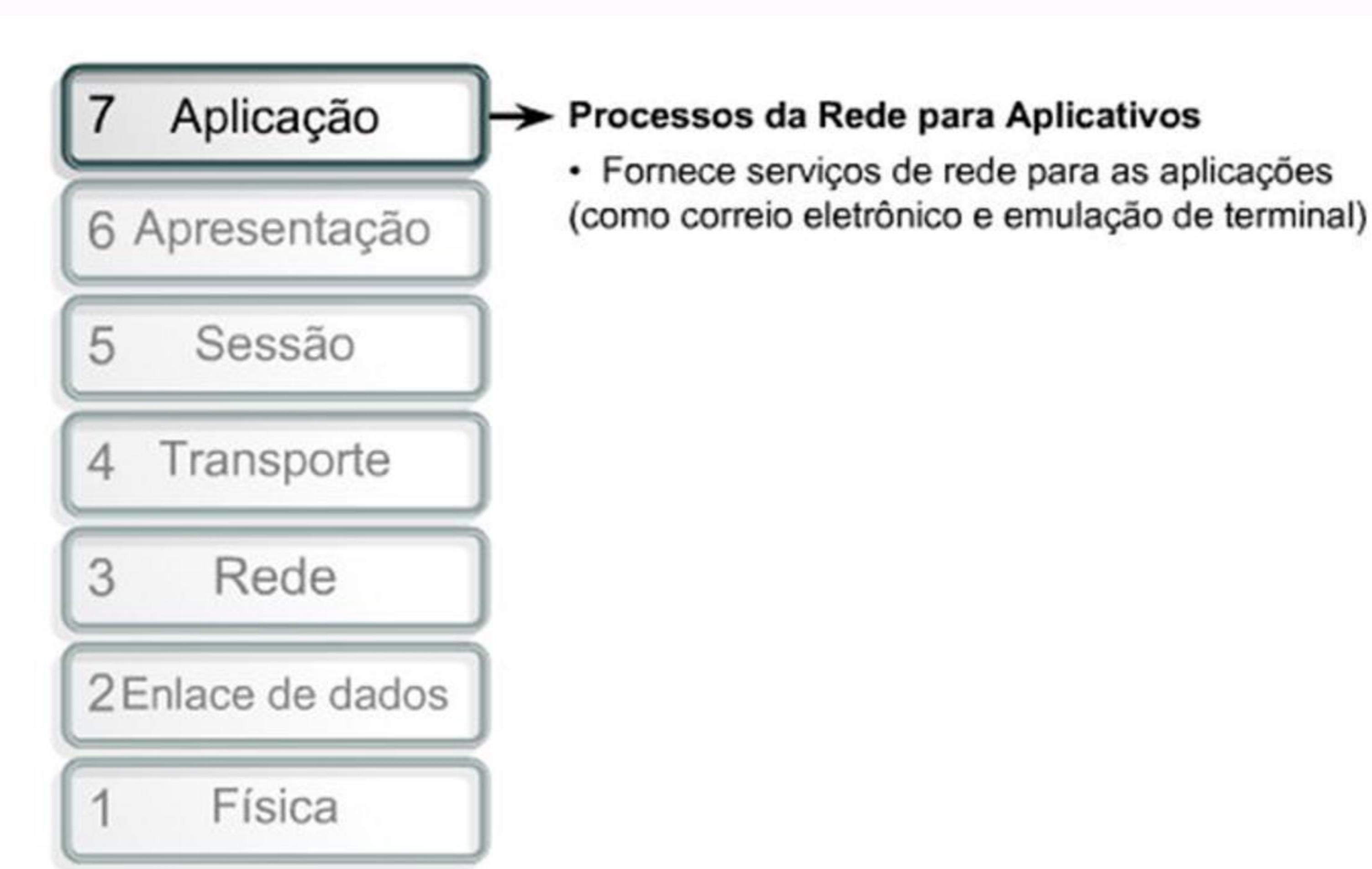
MODELO OSI – PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS CAMADAS



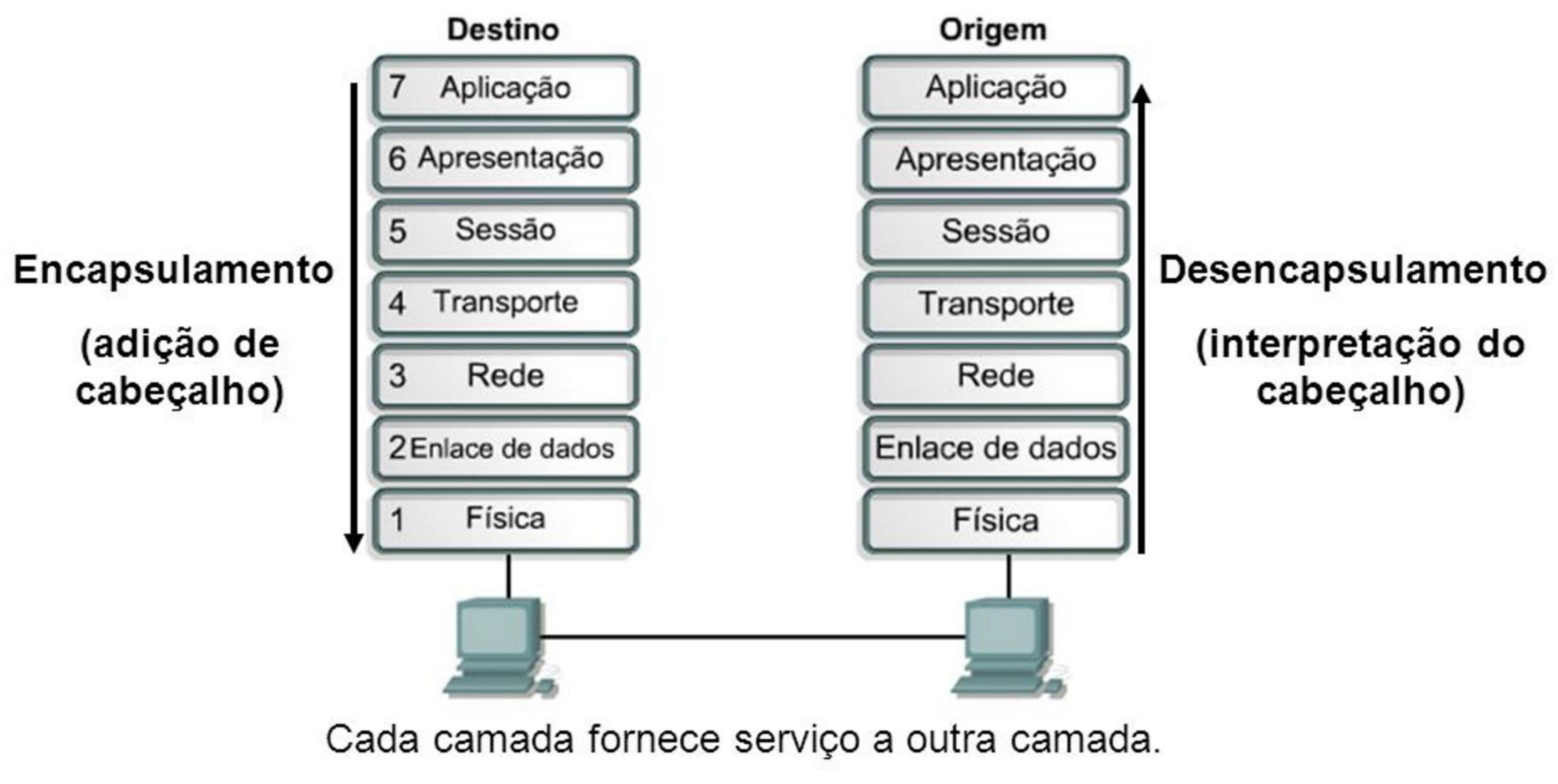
MODELO OSI – PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS CAMADAS



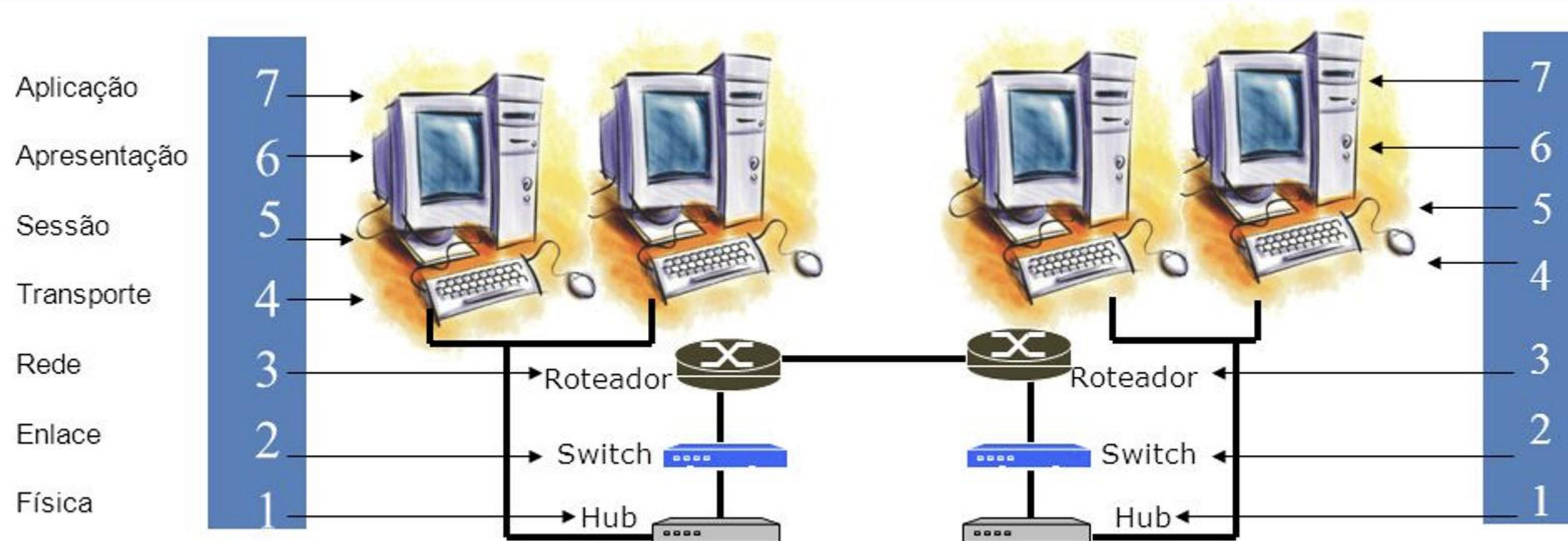
MODELO OSI – PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS CAMADAS



MODELO OSI – PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS CAMADAS



MODELO OSI – EXEMPLO DE APLICAÇÃO



Hub – Implementa o barramento de interligação dos Host na Camada Física (Por exemplo: Ethernet);

Switch – Comutador de Camada 2 (Enlace), fazendo a interligação entre os segmentos de uma Rede Local.

Roteador – Comutador que encaminha tráfego através da rede Wan, atuando junto à Camada 3 (Rede).

5

MODELO TCP/IP

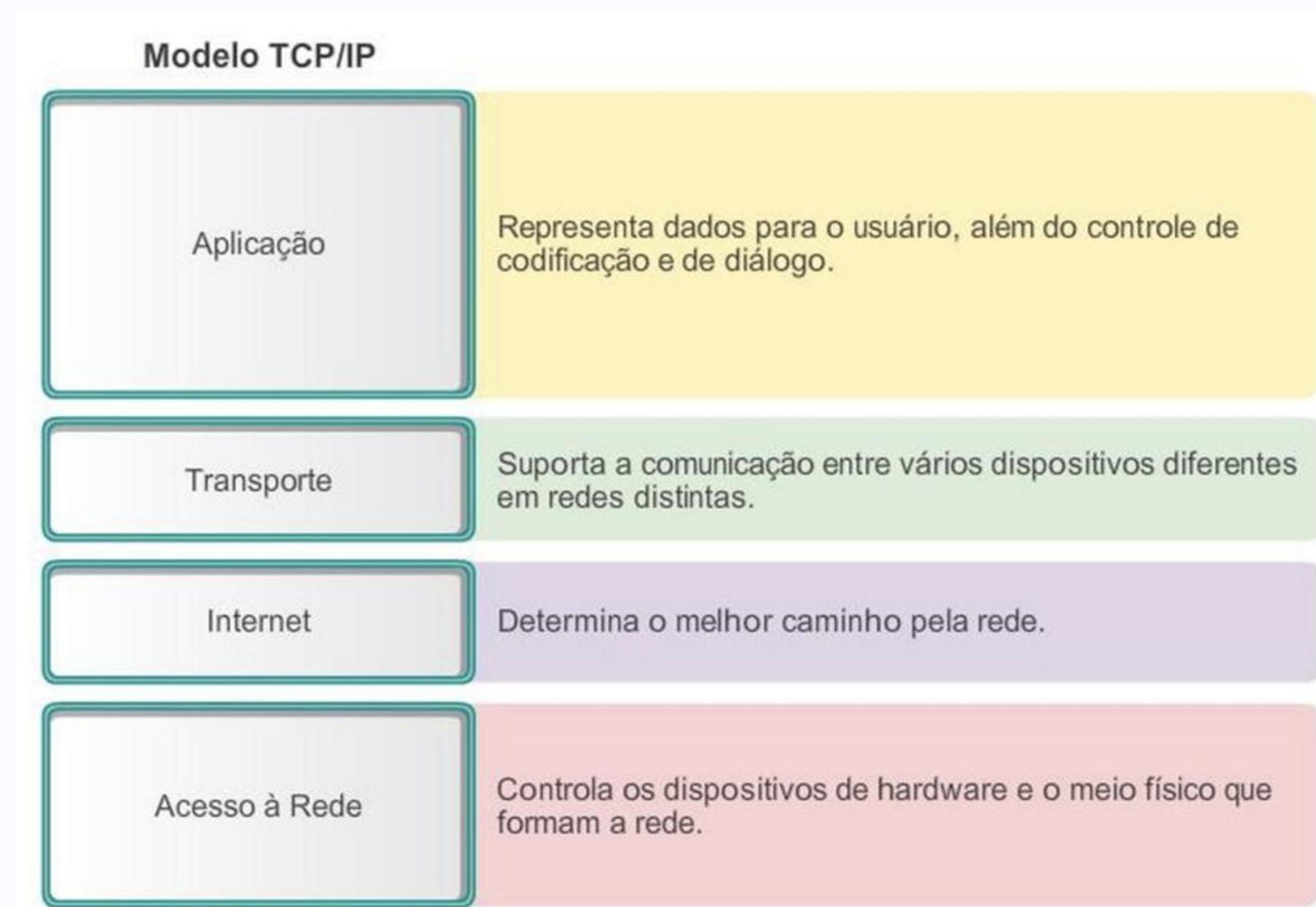
MODELO TCP/IP - HISTÓRICO

- 1969 – **DARPA** (*Department of Defense Advanced Research Projects Agency*) projeto **ARPANET**
- *Universidade da Califórnia (Los Angeles + Santa Bárbara) + UTAH + Instituto de Pesquisa de Stanford*
 - *TCP/IP sobre UNIX (Universidade da Califórnia de Berkeley)*
- Anos 85 – *National Science Foundation – NSFNET interconectou ARPANET e outras comunidades de pesquisa – padronizou TCP/IP*
- 1990 – *Brasil se conecta a NFSNET*
- 1993 – *Internet uso comercial = popularização*

MODELO TCP/IP - RESPONSÁVEL

- **ISOC** – Internet Society
- Padronização do TCP/IP
 - **RFC** - *Request for Comments* (Pedidos para Comentários)
 - O **IAB** (*Internet Activities Board*) é o comitê responsável por definir os padrões e por gerenciar o processo de publicação dos RFCs.
 - O IAB **coordena** dois grupos
 - IRTF (*Internet Research Task Force*)
 - Pesquisa sobre o TCP/IP
 - IETF (*Internet Engineering Task Force*)
 - Problemas ocorridos na Internet

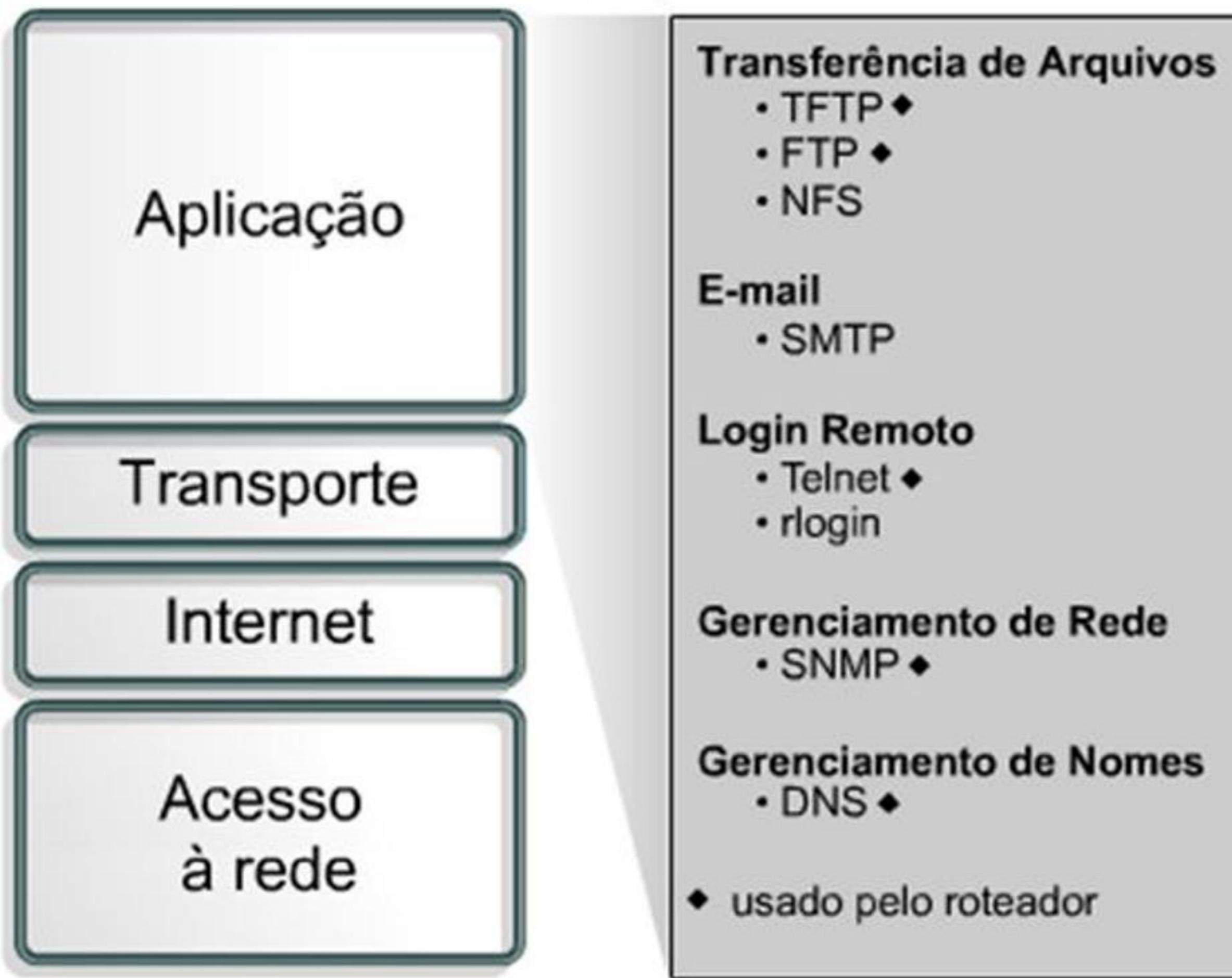
MODELO TCP/IP



MODELO TCP/IP

- Desenvolvido pelo DoD
- Padrão Aberto
- OSI e TCP/IP → Ambos fazem comutação
- TCP/IP pode garantir a entrega
- OSI garante a entrega
- TCP/IP é mais simples
- TCP/IP foi o protocolo adotado na Internet
- Orientados á conexão, confiáveis, fazem controle de fluxo e de erros

MODELO TCP/IP – CAMADA DE APLICAÇÃO



A camada superior, camada de aplicação é responsável por permitir que as aplicações possam se comunicar através de hardware e software de diferentes sistemas operacionais e plataformas.

MODELO TCP/IP – CAMADA DE TRANSPORTE

Aplicação

Transporte

Internet

Acesso
à rede

Transmission Control Protocol (TCP)

Orientado para Conexões

User Datagram Protocol (Protocolo
de Datagrama de Usuário)

Sem conexão

- Fornece forma de comunicação entre duas aplicações (ponto a ponto).
- Controle de fluxo.
- Controle de erros.
- Segmentação e reagrupamento das mensagens.

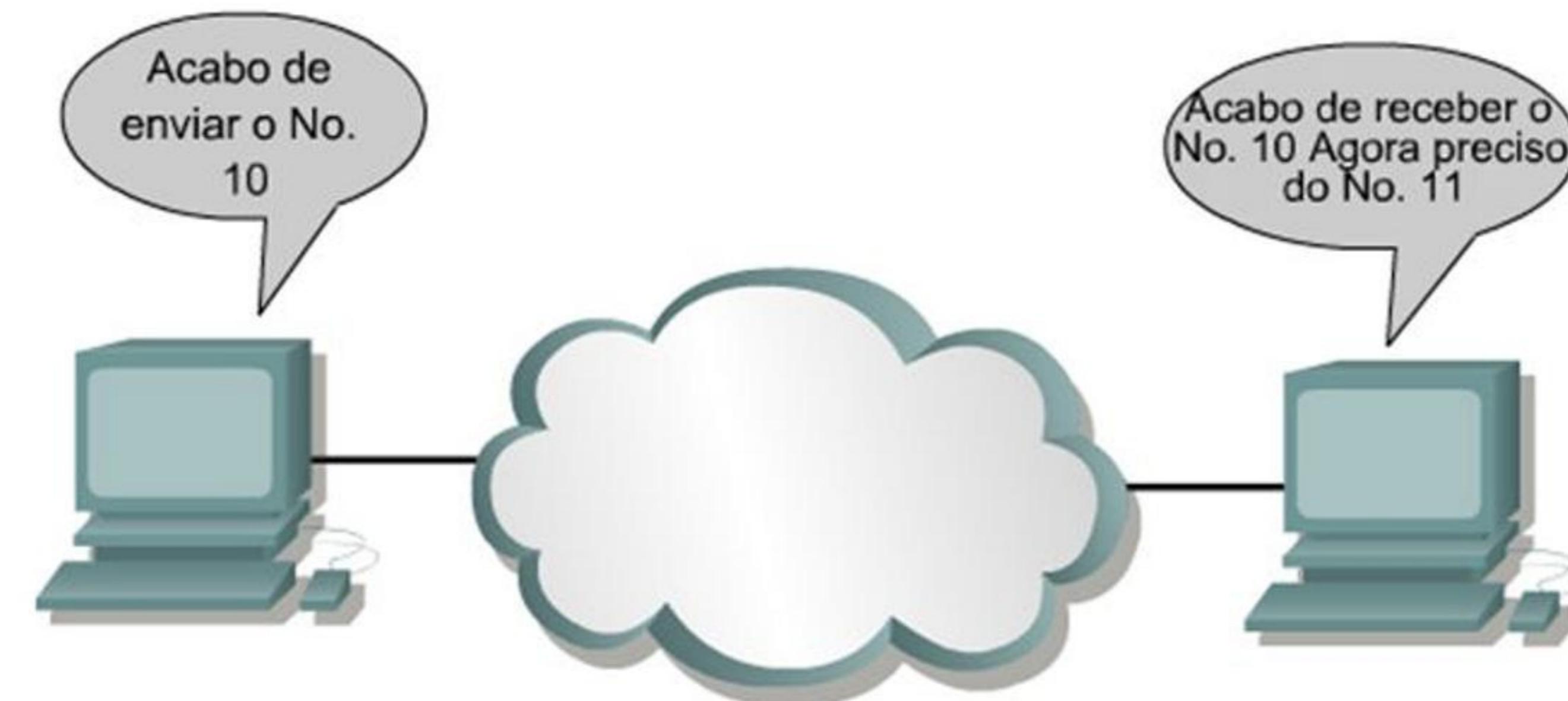
Forma uma conexão lógica entre dois pontos.

Envia segmentos.

MODELO TCP/IP – CAMADA DE TRANSPORTE

- Estabelece a **troca de pacotes** sem conexão através da malha da rede física.
- **Roteamento** entre as diferentes sub-redes, assim como funções para evitar congestionamento.
- Padronizado em um formato de pacote e **protocolo IP - Internet Protocol**.

MODELO TCP/IP – CAMADA DE TRANSPORTE



TCP:

- estabelece conexão ponta-a-ponta
- controla o fluxo utilizando “janela”
- oferece confiabilidade através de nº de sequência e confirmações

MODELO TCP/IP CAMADA DE INTERNET

Aplicação

Transporte

Internet

Acesso
à rede

Determina o melhor caminho e a comutação de pacotes

Internet Protocol (IP)

Internet Control Message Protocol (ICMP)

Address Resolution Protocol (ARP)

Reverse Address Resolution Protocol
(Protocolo RARP)

- Fornece comunicação entre duas máquinas.
- Responsável pelo encaminhamento
- Verifica a validade dos datagramas recebidos.
- Recebe/envia mensagens ICMP de controle e informação e erros.
- Envia datagramas IP.

MODELO TCP/IP – CAMADA DE INTERNET

Características do IP:

- oferece roteamento sem conexão
- não se preocupa com o conteúdo, apenas procura um caminho até o destino
- define um pacote e um esquema de endereçamento
- transfere dados entre a camada de Internet e a camada de Acesso à Rede
- não realiza e verificação e a correção de erros (isto é papel das camadas superiores)

MODELO TCP/IP – CAMADA DE REDE



Permite que pacotes IP estabeleçam um link físico com os meios físicos de rede

- Ethernet
- Fast Ethernet
- SLIP & PPP
- FDDI
- ATM, Frame Relay e SMDS
- ARP
- Proxy ARP
- RARP

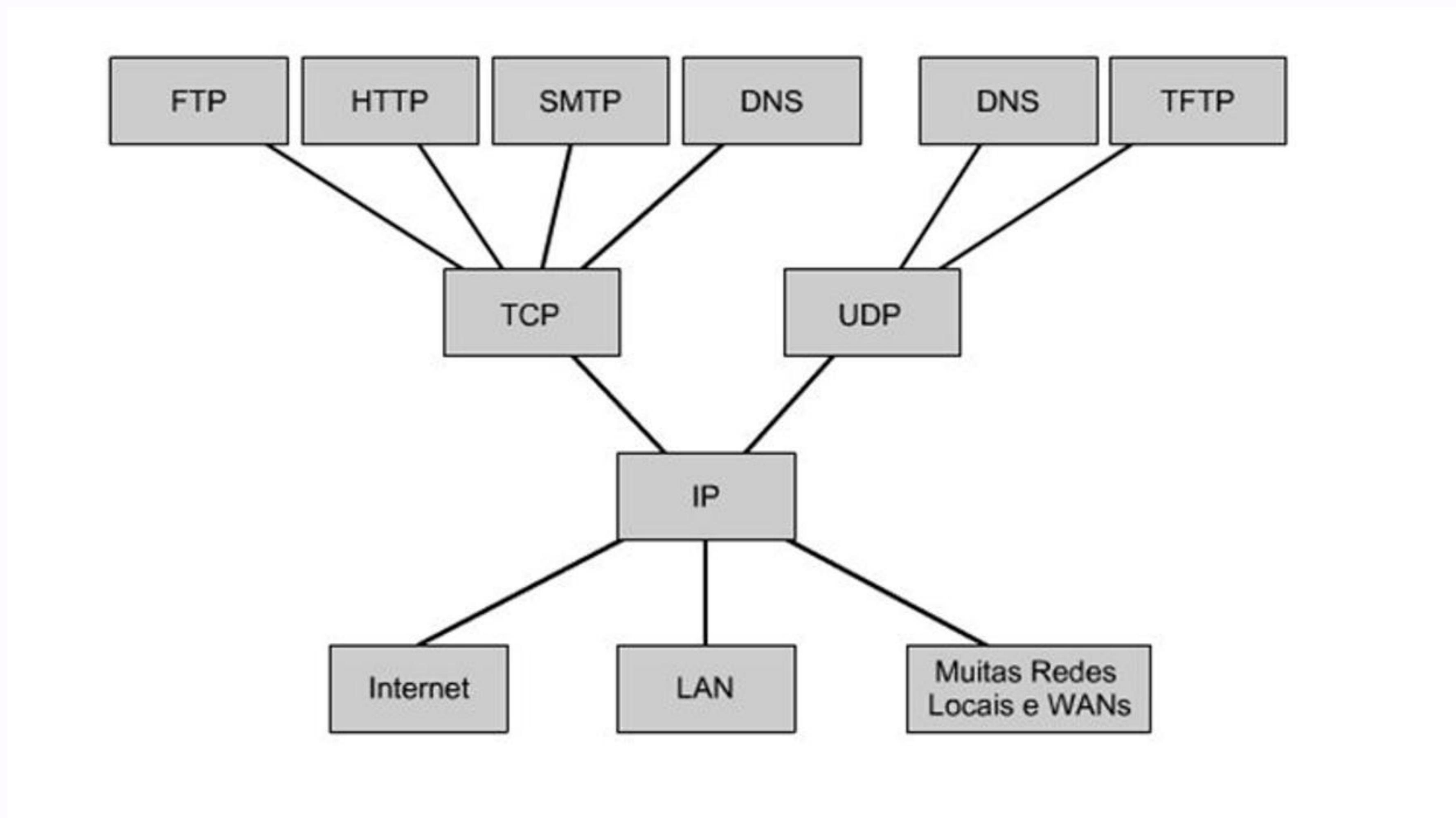
- Transmite datagramas IP e envia-os para uma rede física específica.
- Recebe datagramas IP de uma rede física específica.
- A preocupação nesta camada é permitir o uso do meio físico que conecta os computadores na rede e fazer com que os bytes enviados por um computador cheguem a um outro computador.

O ARP e o RARP funcionam nas camadas de Internet e de acesso à rede.

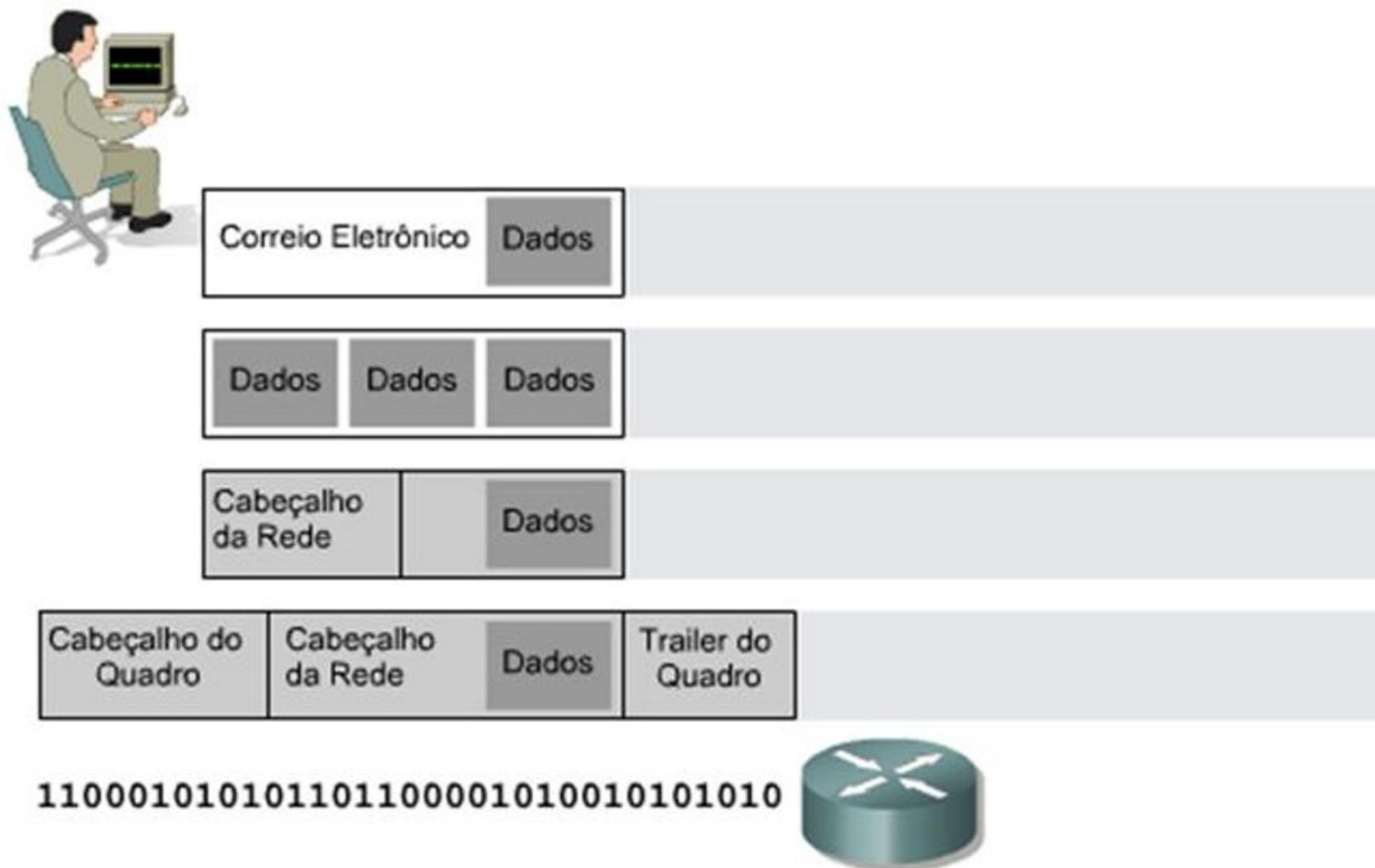
MODELO TCP/IP – CAMADA DE REDE

- Camada de **abstração de hardware**
 - interface com os diversos tipos de redes (X.25, ATM, FDDI, Ethernet, Token Ring, Frame Relay, etc).
- Equivalente às camadas 1 e 2 (física e enlace) do modelo OSI
 - **Funções de identificação do meio e acesso ao meio**
- LAN: IEEE 802.3, 802.4, 802.5, etc.
- WAN: X.25, HDLC, etc.

MODELO TCP/IP – MODELO GERAL



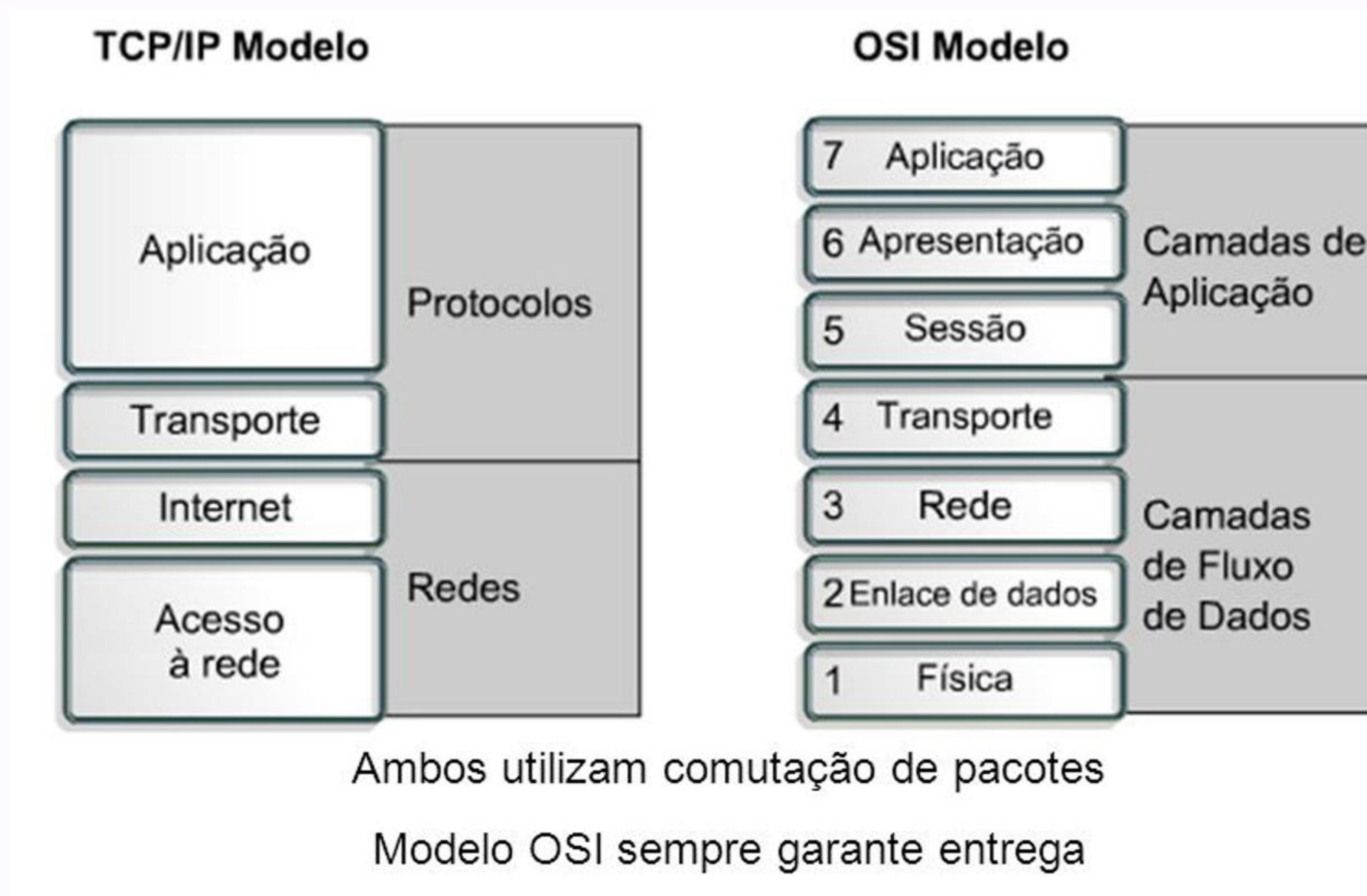
MODELO TCP/IP – ENCAPSULAMENTO DE DADOS



MODELO OSI VS MODELO TCP/IP



MODELO OSI VS MODELO TCP/IP



MODELO OSI VS MODELO TCP/IP

- Há diversas semelhanças com o modelo conceitual OSI da ISO, mas o **TCP/IP é anterior à formalização** deste modelo e portanto possui algumas diferenças
- Quantidade de camadas
 - OSI = 7 TCP/IP = 4
- OSI descreve **apenas os serviços** prestados em cada camada, **não definindo os protocolos** que atuam nela, o que pode levar inclusive dois sistemas que seguem o modelo a não se comunicarem
- Maior contribuição do OSI: **serviço, interface e protocolo**

MODELO OSI VS MODELO TCP/IP

- O Modelo OSI é um **modelo conceitual**, e não a arquitetura de uma implementação real de protocolos de rede.
- TCP/IP foi desenvolvido com o objetivo de **resolver um problema prático**: interligar redes com tecnologias distintas
- O TCP/IP foi projetado segundo uma **arquitetura de pilha**, onde diversas camadas de software interagem somente com as camadas acima e abaixo.

MODELO OSI VS MODELO TCP/IP

- O TCP/IP parece ser mais **simples** por ter menos camadas
- Os protocolos do TCP/IP são os padrões em torno dos quais a **Internet** se desenvolveu, portanto o modelo TCP/IP ganha **credibilidade**
- Em contraste, nenhuma rede foi criada em torno de protocolos específicos relacionados ao OSI, embora todos usem o modelo OSI para **guiar seu raciocínio**
- Praticamente **todos** os sistemas operacionais do mercado **implementam** a pilha TCP/IP

6

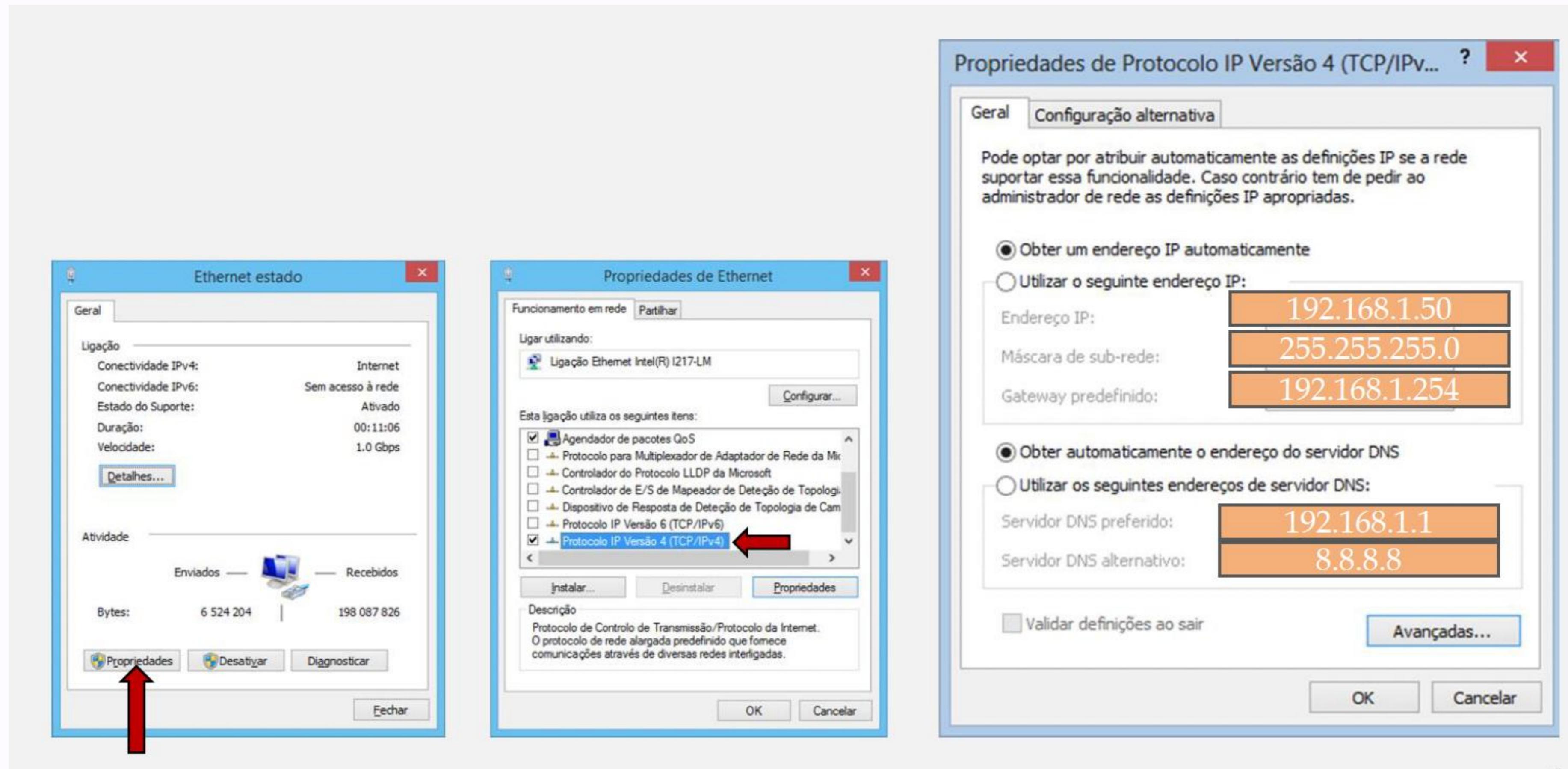
ENDEREÇAMENTO IP

ENDEREÇAMENTO IP

- Os principais parâmetros que devem ser configurados em qualquer equipamento que se liga a uma rede, para que o protocolo TCP/IP funcione corretamente, são os seguintes:
 - **Endereço IP** - informação que identifica conjuntamente com a máscara uma máquina na rede.
 - **Máscara de sub rede** - informação que identifica conjuntamente com o endereço IP uma máquina na rede.
 - **Default Gateway ou Gateway Predefinido** - endereço da máquina que é responsável pelo encaminhamento dos dados para fora da rede.
 - **Endereço IP de um ou mais servidores DNS** - máquina responsável por fazer a conversão de nomes em endereços IP.

ENDEREÇAMENTO IP

- A configuração de um PC a correr Windows pode ser a seguinte:



ENDEREÇAMENTO IP

- Cada máquina é identificado por um endereço IP.
- Numa mesma rede, esse endereço é exclusivo de cada máquina não podendo assim existir duplicação desta identificação.
- Como um endereço postal residencial que tem um formato padrão composto por duas partes (nome da rua e número da casa), cada endereço IP é separado internamente em duas partes:
 - identificação da rede
 - identificação da máquina

ENDEREÇAMENTO IPv4

- Os endereços IP v4 têm tamanho fixo de 32 bits disponibilizando assim $4.294.967.296 (2^{32})$ endereços diferentes.
- Exemplo de um endereço IPv4:
 - 192.168.1.1

Nome:	Ethernet
Descrição:	Intel(R) Ethernet Connection (6) I219-V
Endereço físico (MAC):	f8:75:a4:de:fa:1c
Estado:	Não operacional
Unidade de transmissão máxima:	1500
Endereço IPv4:	169.254.131.73/16
Endereço IPv6:	fe80::91d:e92c:2c78:8349%4/64
Servidores DNS:	10.47.0.17, 10.47.0.18
Sufixo de ligação DNS:	isec.pt
Conectividade (IPv4/IPv6):	Desligado

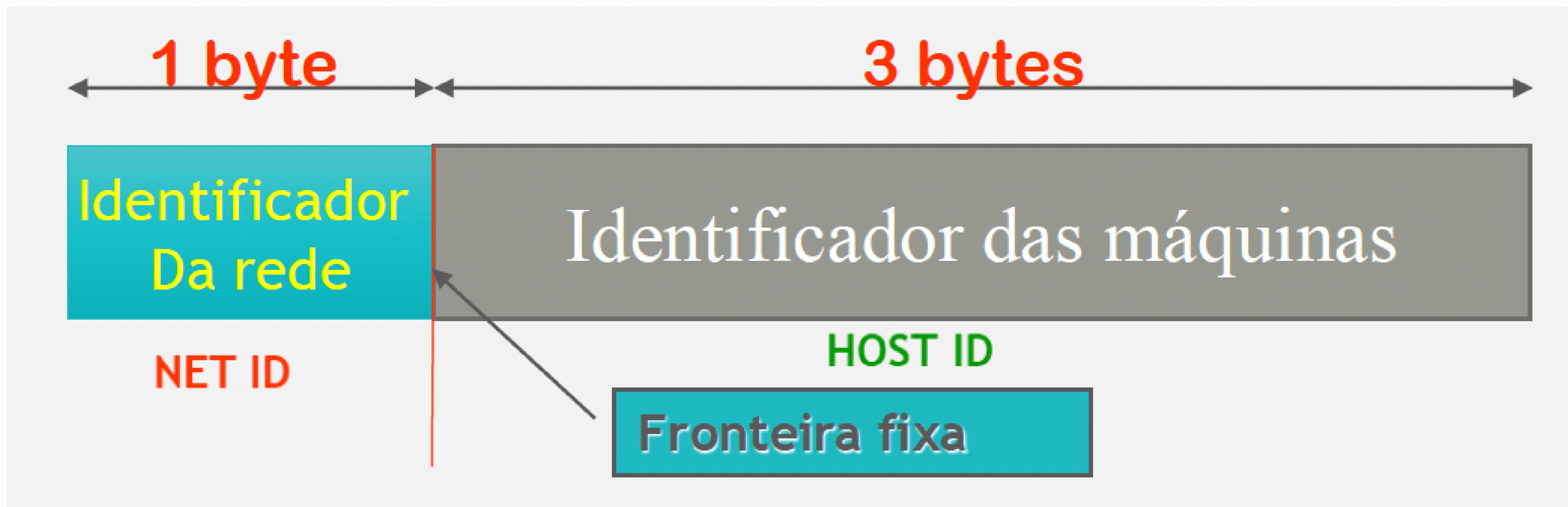
ENDEREÇAMENTO IPv6

- Os endereços IPv6 têm tamanho fixo de 128 bits disponibilizando assim $340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 (2^{128})$ endereços diferentes, sendo apresentados em 8 grupos de 4 dígitos hexadecimais separados por ‘::’.
- Exemplo de um endereço IPv6
 - 1234:5678:90AB:CDEF:FEDC:BA09:8765:4321

Nome:	Ethernet
Descrição:	Intel(R) Ethernet Connection (6) I219-V
Endereço físico (MAC):	f8:75:a4:de:fa:1c
Estado:	Não operacional
Unidade de transmissão máxima:	1500
Endereço IPv4:	169.254.131.73/16
→ Endereço IPv6:	fe80::91d:e92c:2c78:8349%4/64
Servidores DNS:	10.47.0.17, 10.47.0.18
Sufixo de ligação DNS:	isec.pt
Conectividade (IPv4/IPv6):	Desligado

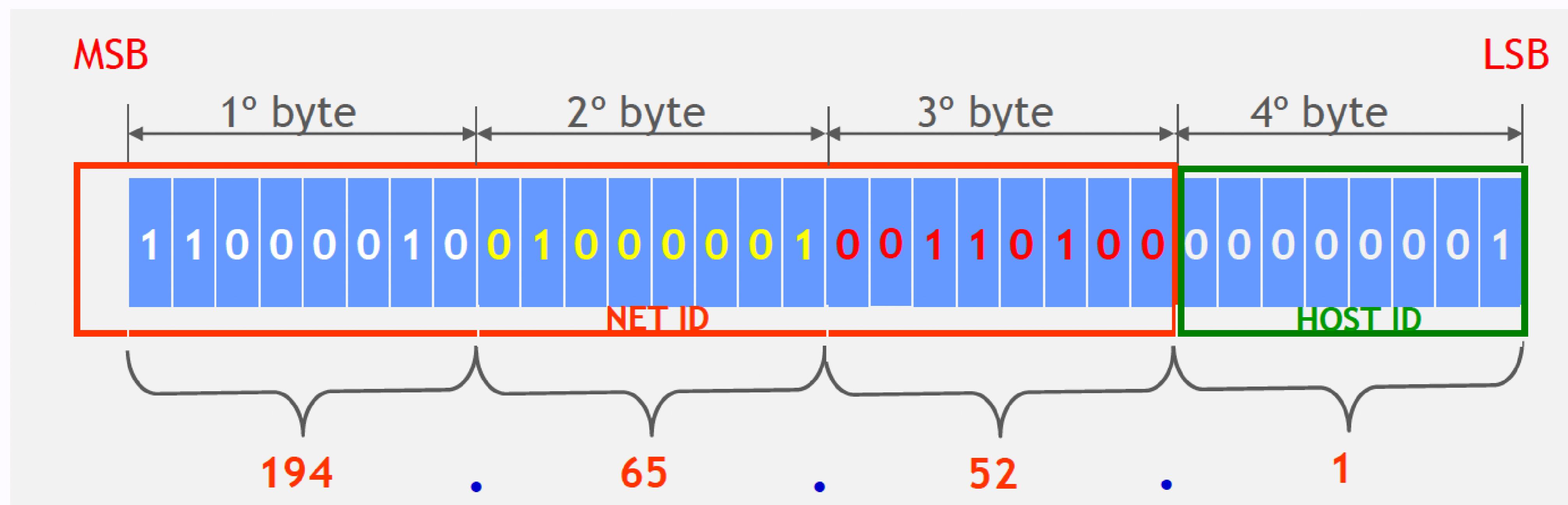
ENDEREÇAMENTO IPv4

- No caso do IP v4 existe uma divisão rígida da identificação da rede (NET ID) e das máquinas (HOST ID). Consideremos o exemplo:



ENDEREÇAMENTO IP

- Uma das formas de escrever os endereços IP é usar a notação “dotted decimal” do endereço IP baseada em quatro números decimais de 0 a 255, separados por pontos.
 - Cada número corresponde à representação decimal de um dos 4 bytes do endereço IP.

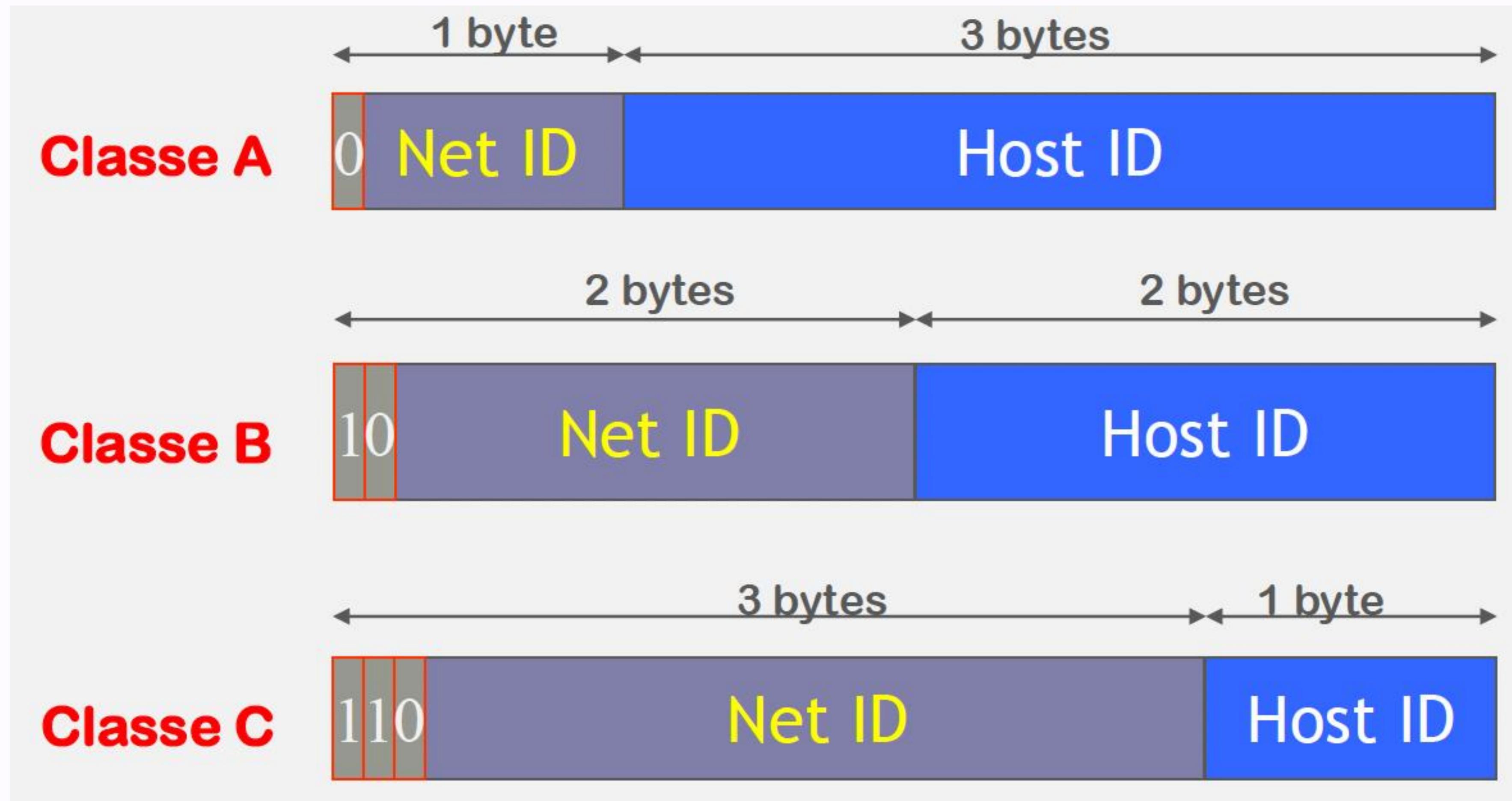


ENDEREÇAMENTO IP

- O crescimento viral da Internet implicou uma análise mais estruturada do endereçamento a utilizar e o primeiro passo foi a sua divisão em classes.
- Divisão do espaço de endereçamento em 3 classes:
 - Classe A
 - Classe B
 - Classe C
- Existem ainda as classes D e E mas que são de uso limitado ou reservado pelo que não são objeto de estudo nesta disciplina.
- Objetivo para esta divisão é a necessidade de escalabilidade e flexibilidade da estrutura de endereçamento a utilizar .

ENDEREÇAMENTO IP

- São estas as classes propostas:



ENDEREÇAMENTO IP

- O espaço de endereçamento por classe é o seguinte:

Classe	1º byte	Nº de bits para o NET ID	Nº de Redes	Nº de bits para o HOST ID	Nº de Máquinas por rede
A	0 - 126	7 (8-1)	126 ($2^7 - 2$)	24	16.777.214 ($2^{24}-2$)
B	128 - 191	14 (8-2+8)	16.384 (2^{14})	16	65.534 ($2^{16}-2$)
C	192 - 223	21(8-3+8+8)	2.097.152 (2^{21})	8	254 (2^8-2)

DÚVIDAS?