

Capítulo 6: Arquiteturas e Padrões

Antônio Abelém
abelem@ufpa.br

“Camadas” de Protocolos

Redes são complexas!

□ Muitos componentes:

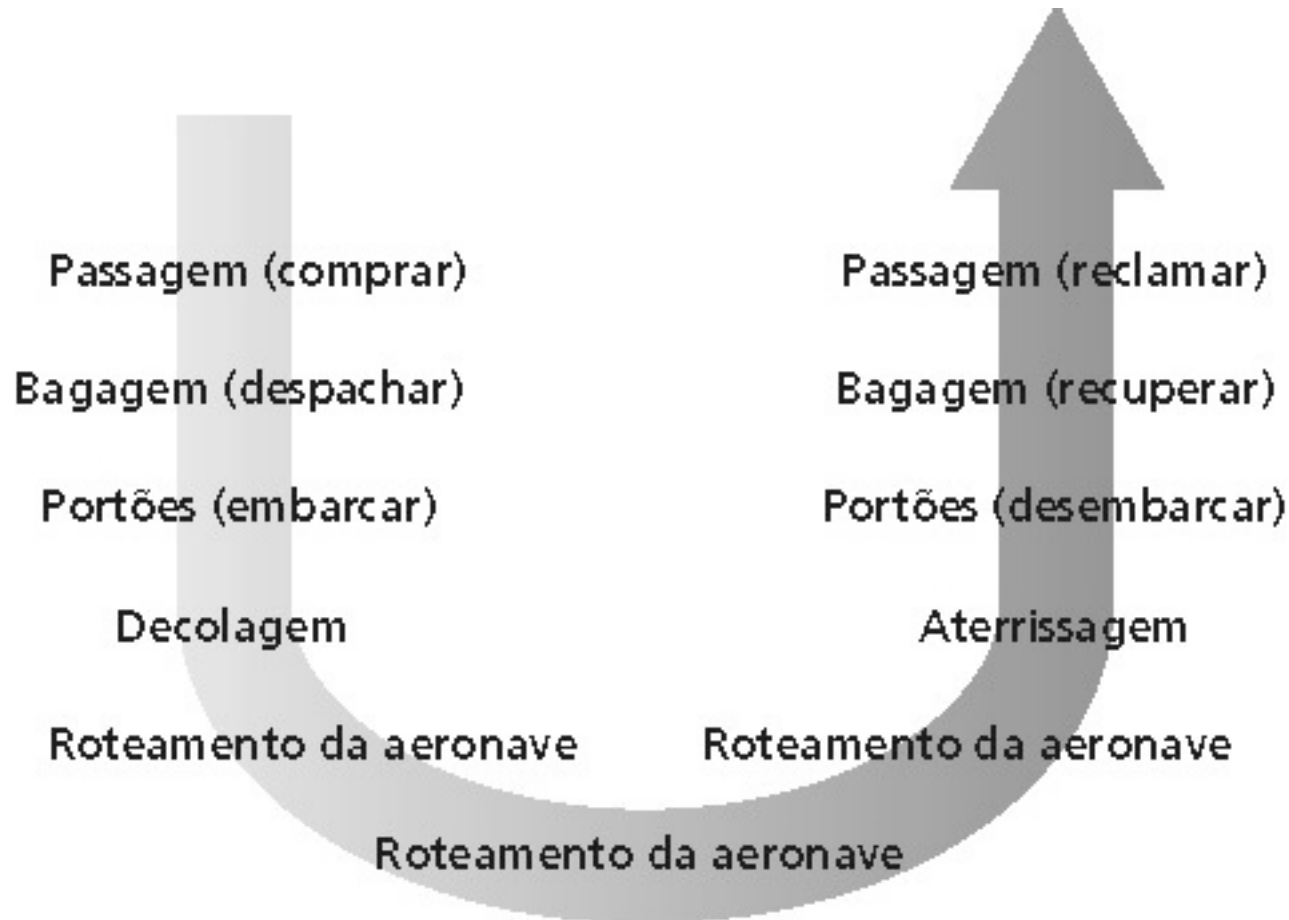
- hospedeiros
- roteadores
- enlaces de diversos meios
- aplicações
- protocolos
- hardware, software

Pergunta:

Existe alguma esperança de *organizar* a estrutura da rede?

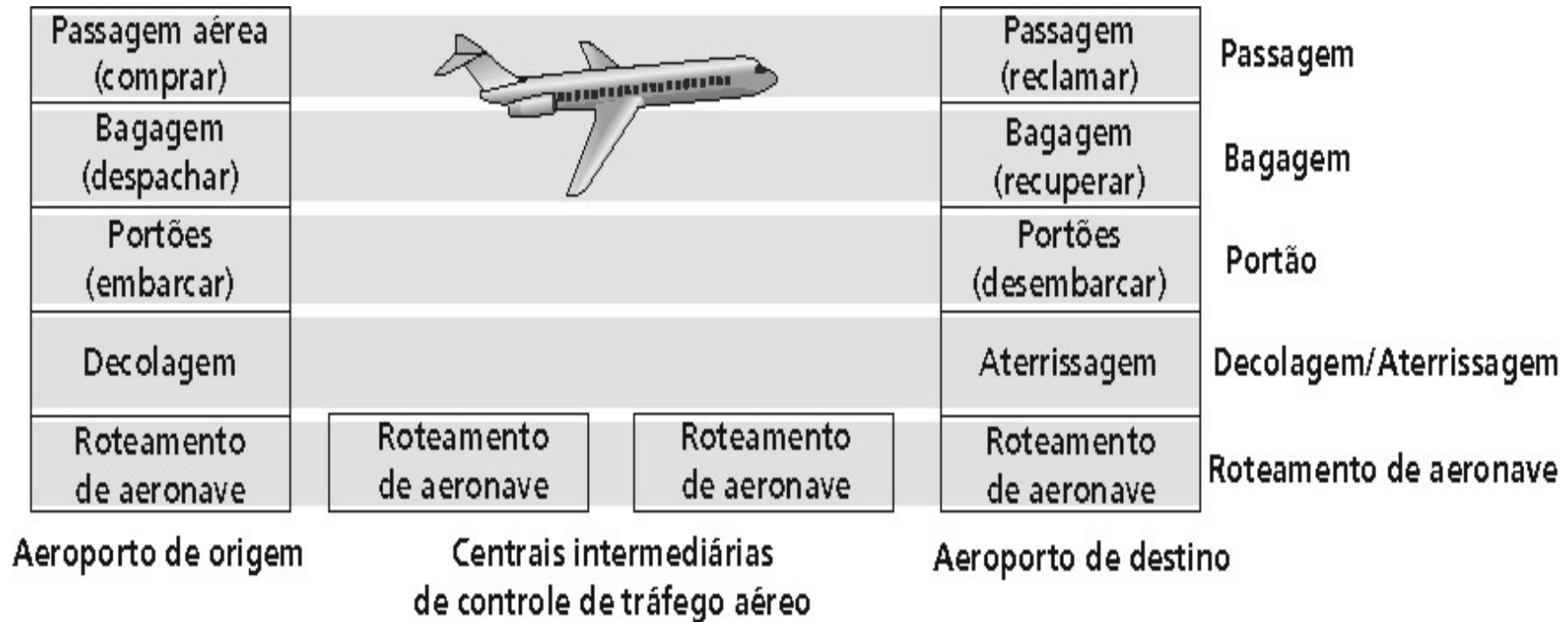
Ou, pelo menos, organizar nossa discussão?

Organização de uma viagem aérea



- Uma série de passos/ações

Funcionalidade de uma linha aérea em camadas



Camadas: cada camada implementa um serviço

- através de ações internas à camada
- depende dos serviços providos pela camada inferior

Viagens aéreas em camadas: serviços

entrega balcão a balcão de passageiros/bagagem

entrega de bagagem do check-in à esteira

entrega pessoas: p. embarque ao p. desembarque

entrega de avião: aeroporto a aeroporto

roteamento do avião da origem ao destino

Por quê usar camadas?

Ao lidar com sistemas complexos:

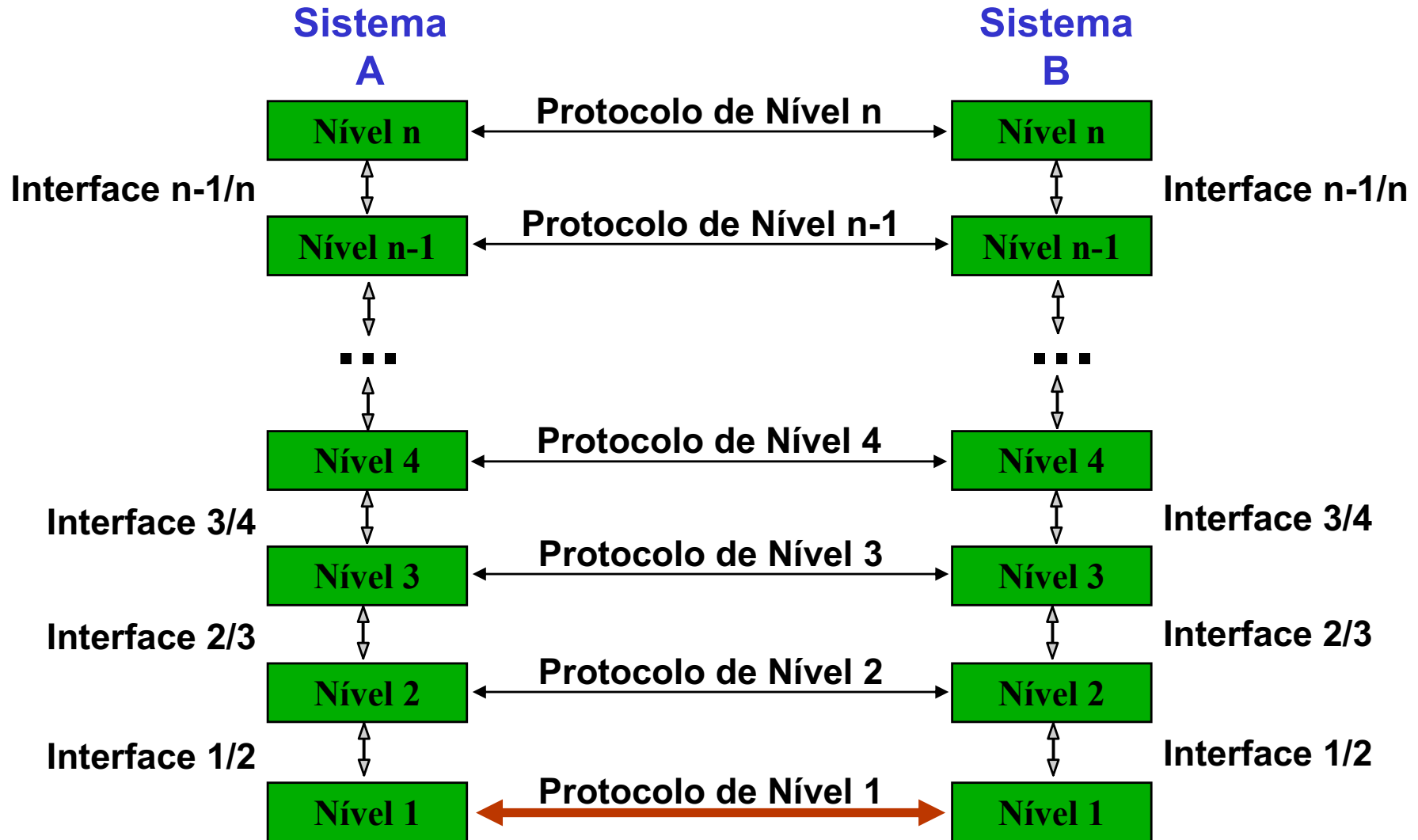
- ❑ estrutura explícita permite identificação, relações entre componentes de sistema complexo
 - **modelo de referência** para discussão
- ❑ modularização facilita manutenção, atualização do sistema
 - mudanças de implementação do serviço da camada é transparente ao resto do sistema
 - p.ex., mudança no procedimento do portão não afeta o resto do sistema

Arquitetura em Níveis (ou Camadas)

- ❑ Princípio do “Dividir para Conquistar”
- ❑ Facilidade de modificação e validação
- ❑ Projetar uma rede como um conjunto hierárquico de camadas
 - Cada nível utiliza os serviços oferecidos pelo nível *imediatamente* inferior para implementar e oferecer os seus serviços ao nível *imediatamente* superior
 - O projeto de um nível está restrito a um contexto específico e supõe que os problemas fora deste contexto já estejam devidamente resolvidos



Níveis, Protocolos e Interfaces



Arquitetura de Rede

- ❑ Conjunto de convenções para interconexão de equipamentos
- ❑ Níveis, interfaces e protocolos definem uma arquitetura de rede.
- ❑ Há algum tempo os grandes fabricantes desenvolveram soluções *proprietárias* para a interconexão de seus equipamentos
 - IBM - *System Network Architecture (SNA)*
 - DEC - *Digital Network Architecture (DNA)*

Padronização - Vantagens

- Preservação de investimentos
- Segurança de continuidade
- Segurança de integração com tecnologias emergentes
- Maior número de fabricantes
 - maior competitividade
 - menor preço
 - maior qualidade

Arquiteturas de Rede Padronizadas

- r Modelo de Referência OSI
- r Arquitetura IEEE 802
- r Arquitetura TCP/IP (Internet)

Organizações Internacionais de Padronização

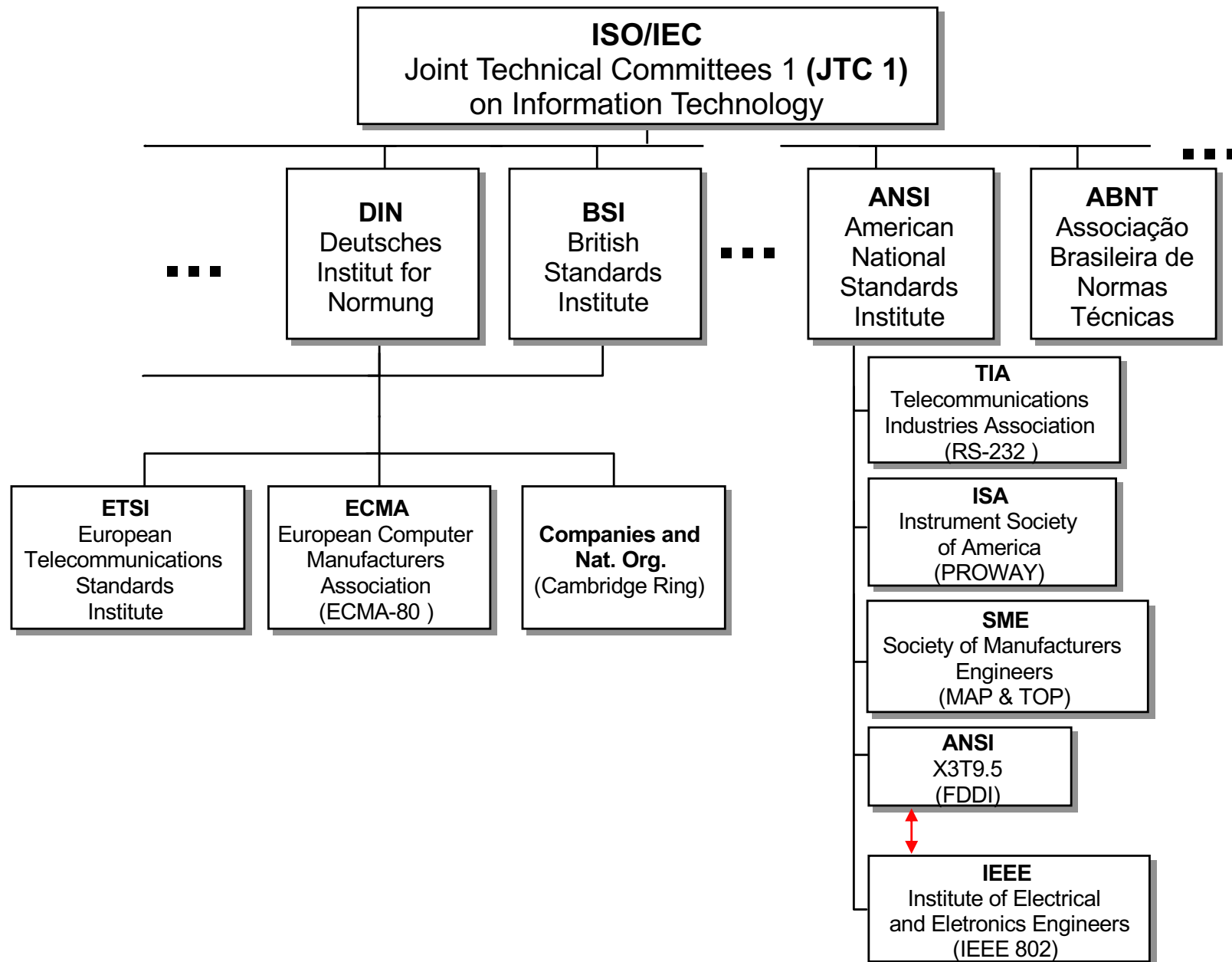
Principais Orgãos de Padronização

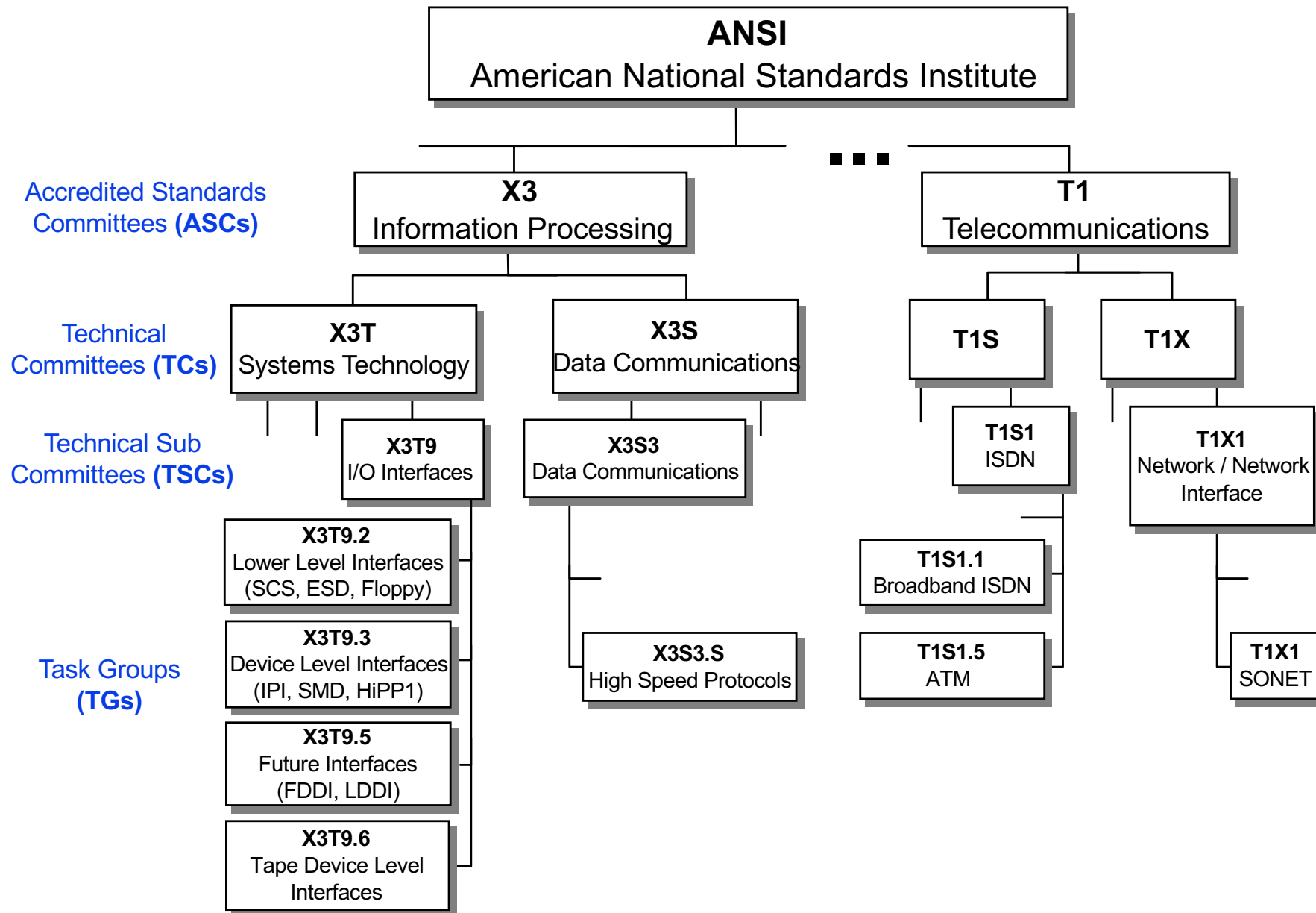
□ Oficiais

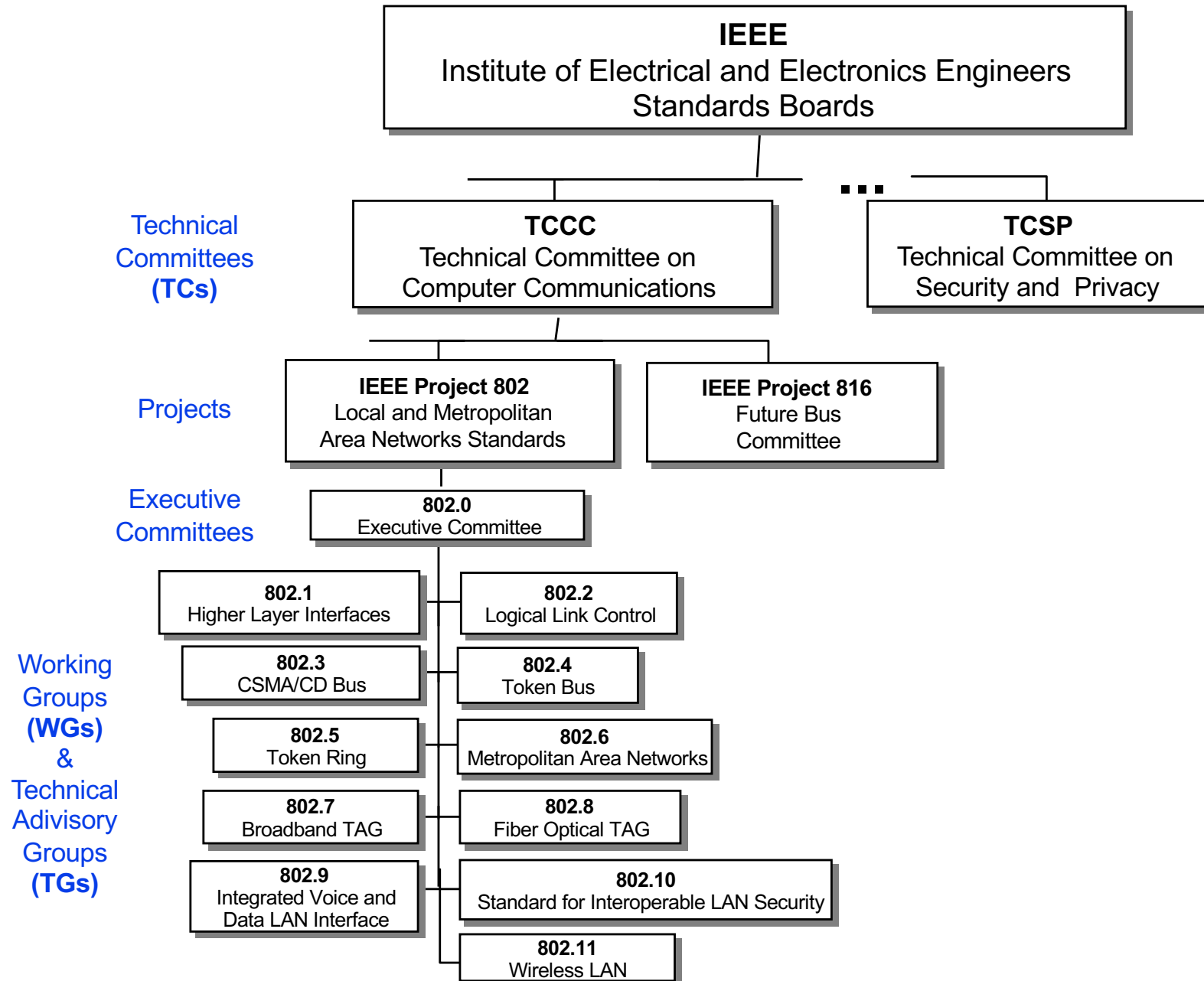
- ISO (International Organization for Standardization)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- ITU (International Telecommunication Union)
- IETF (Internet Engineering Task Force)

□ Não oficiais

- Consórcios, Ex:
 - Broadband Forum
 - ATM Forum
 - WAP Forum







Modelo de Referência OSI

Modelo de Referência OSI

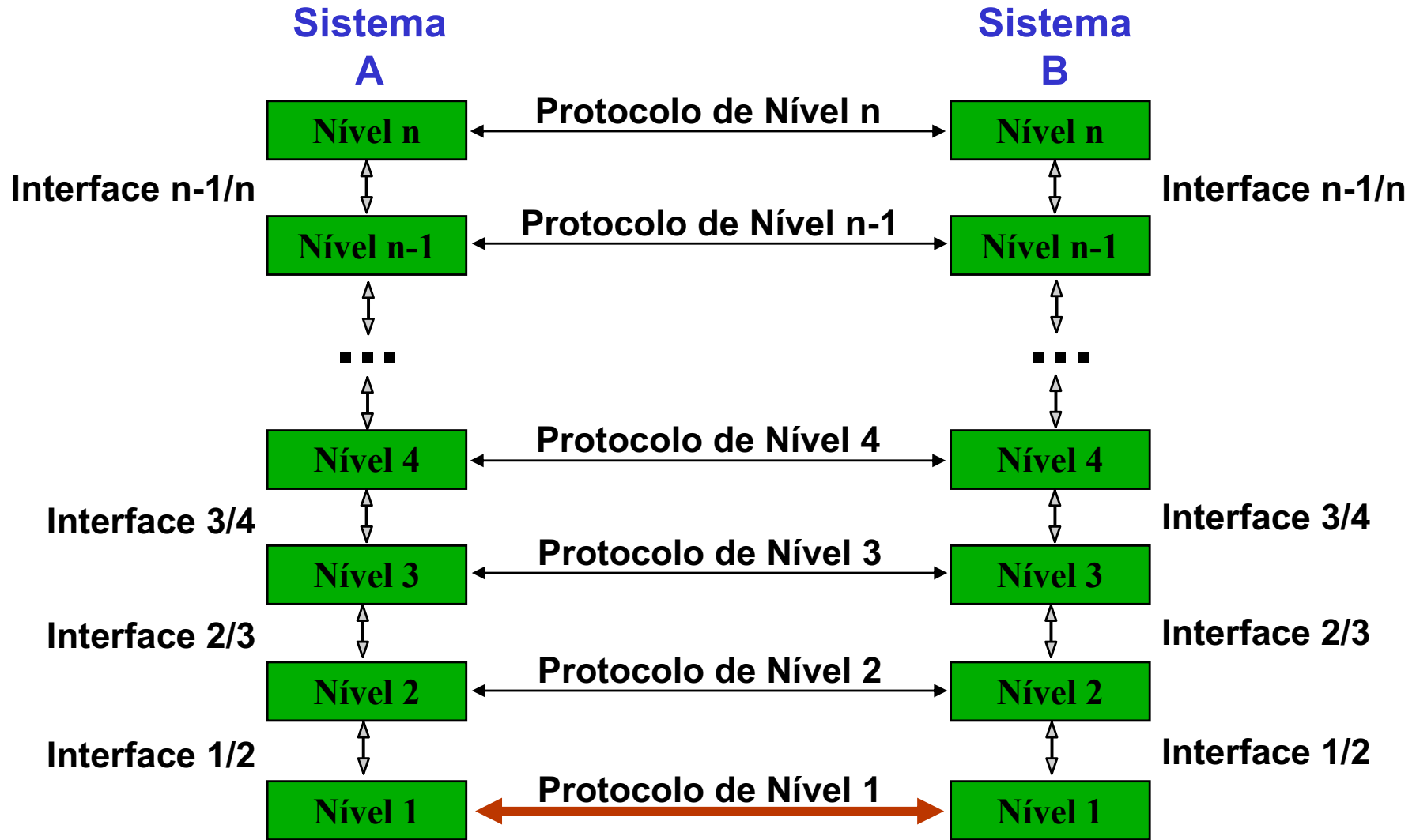
ISO 7498
Reference Model for Open Systems Interconnection
RM-OSI/ISO

- ❑ Necessidade de padrões para interconexão de sistemas heterogêneos
- ❑ Modelo de referência para interconexão de sistemas abertos
- ❑ Definição da estrutura básica para o desenvolvimento coordenado de padrões

Modelo de Referência OSI

- ❑ O modelo de referência OSI concentra-se apenas na questão de interconexão de sistemas
 - transferência de informação (transmissão)
 - interoperabilidade (ex. representação de dados, integridade, segurança, etc.)
- ❑ O modelo de referência OSI não especifica implementação, tecnologia, interconexão de sistemas particulares
- ❑ O RM-OSI é complementado com padrões que especificam o protocolo e o serviço de cada camada

Níveis, Protocolos e Interfaces



Modelo de Referência OSI

- ❑ O fato de dois sistemas seguirem o RM-OSI não garante que possam trocar informações entre si
- ❑ Os sistemas precisam escolher os mesmos *perfis funcionais* para garantir comunicação entre si
- ❑ A ISO padronizou uma série de perfis funcionais para diferentes contextos:
 - MAP (ambiente de fábrica)
 - TOP (ambientes de escritório)
 - GOSIP e POSIG (utilizado por órgãos de governo dos EUA e do Brasil respectivamente)

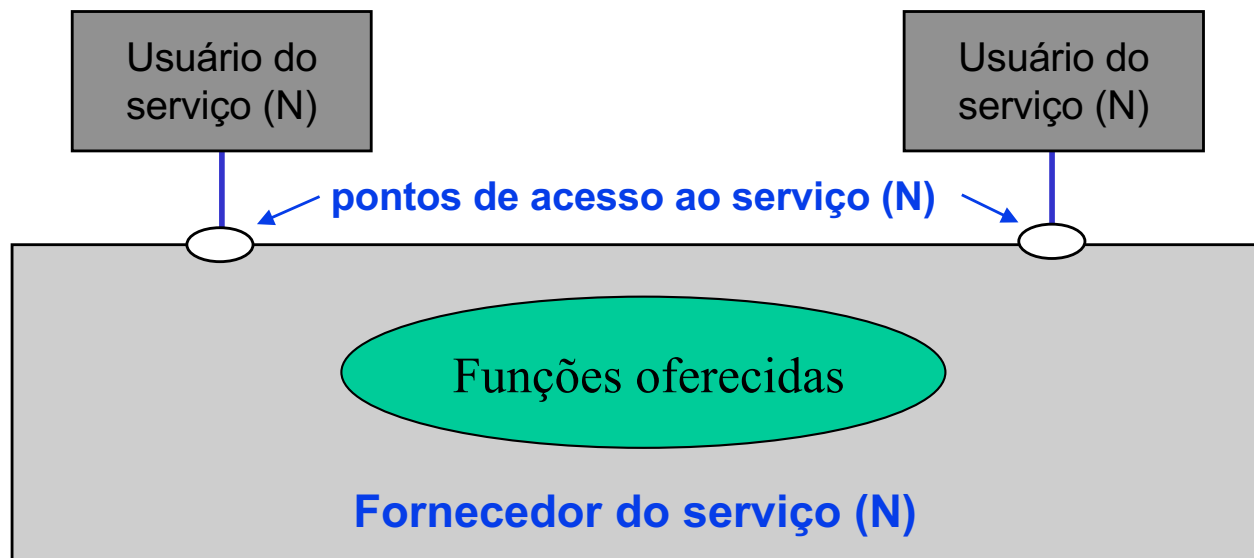
Camadas do Modelo OSI



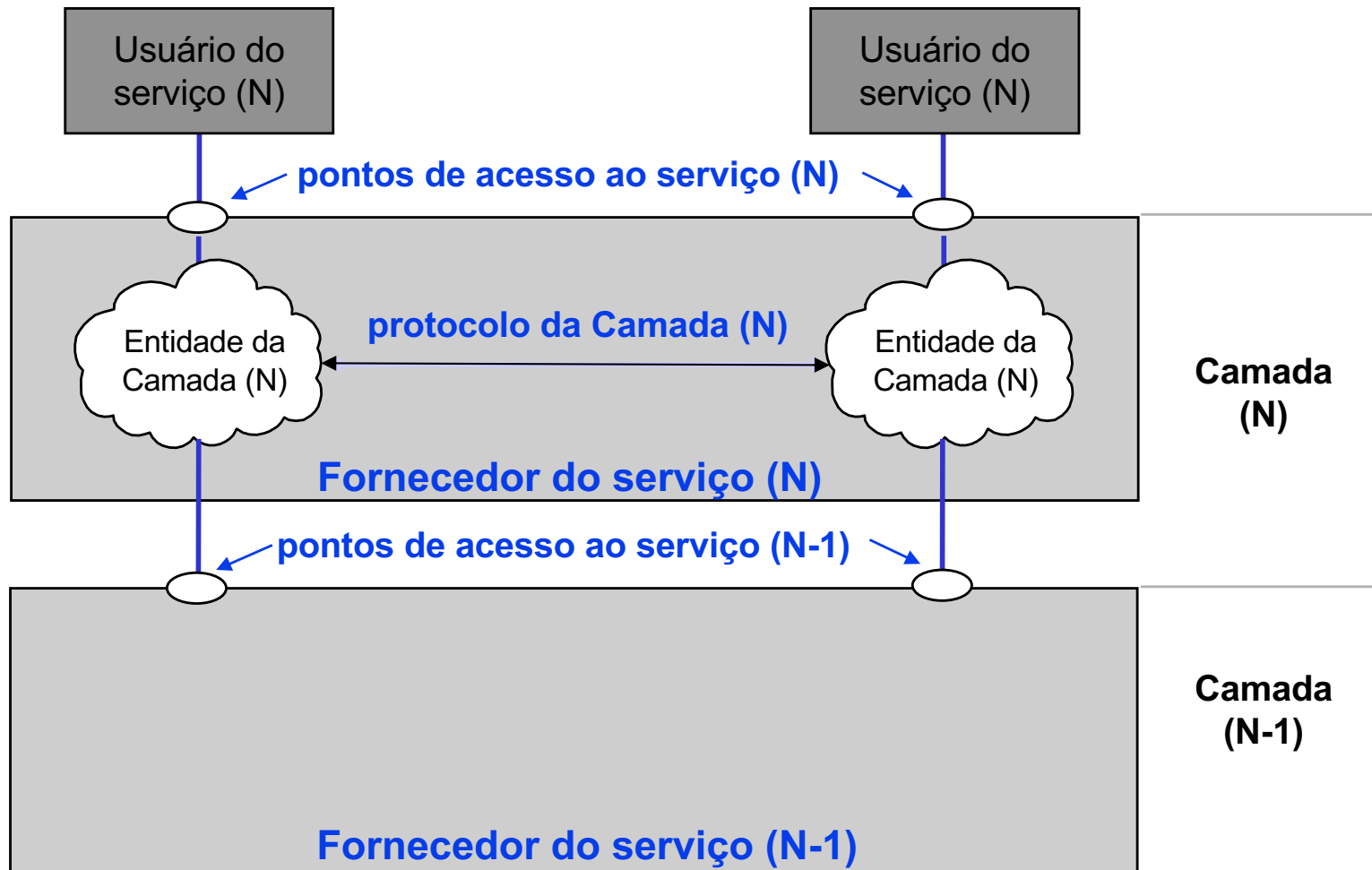
Serviços OSI

Um **serviço** representa um conjunto de funções oferecidas a um **usuário** por um **fornecedor**, acessadas através de um **SAP**.

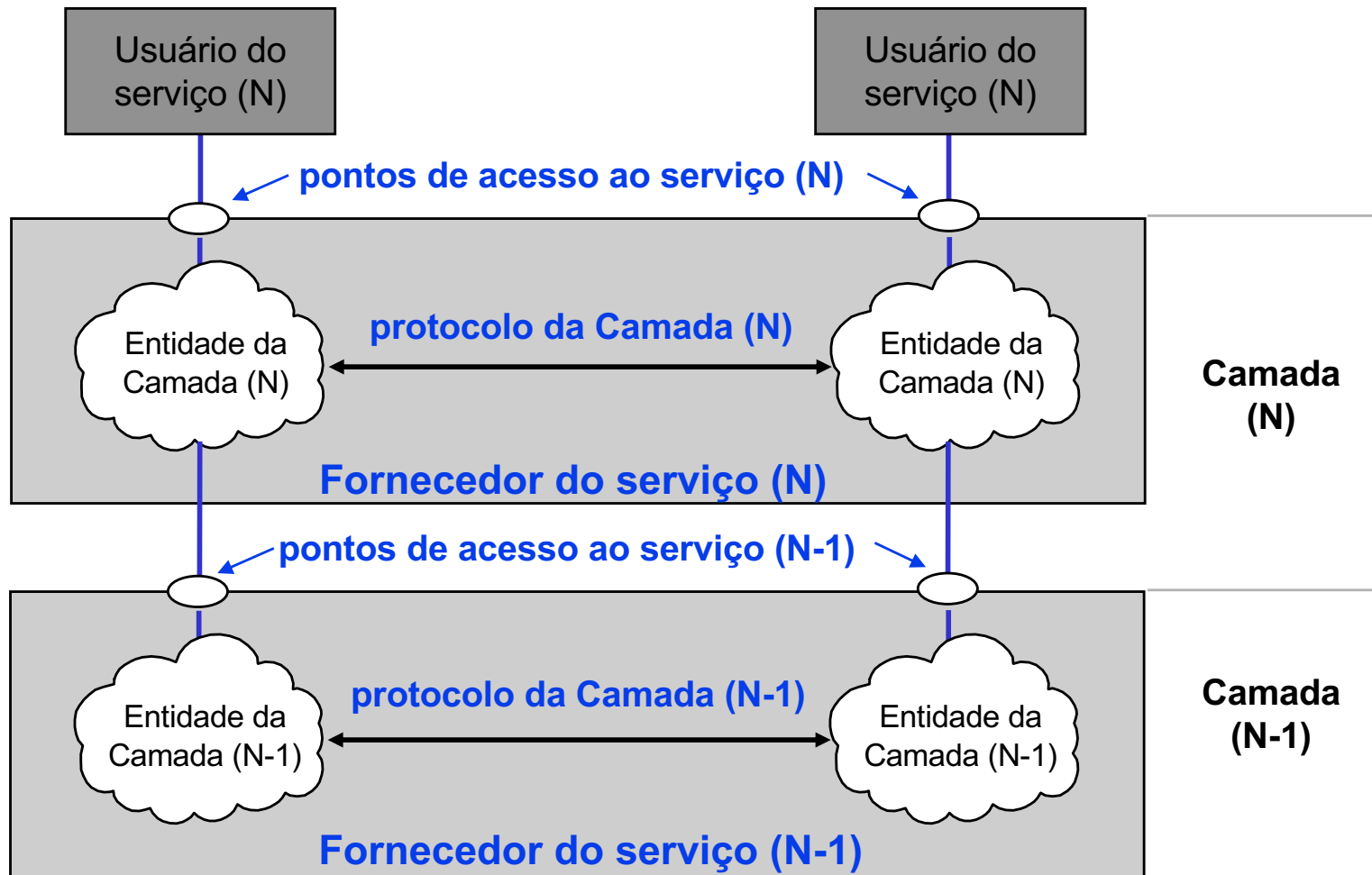
Fornecedores e Usuários de Serviços



Fornecedores e Usuários de Serviços



Fornecedores e Usuários de Serviços

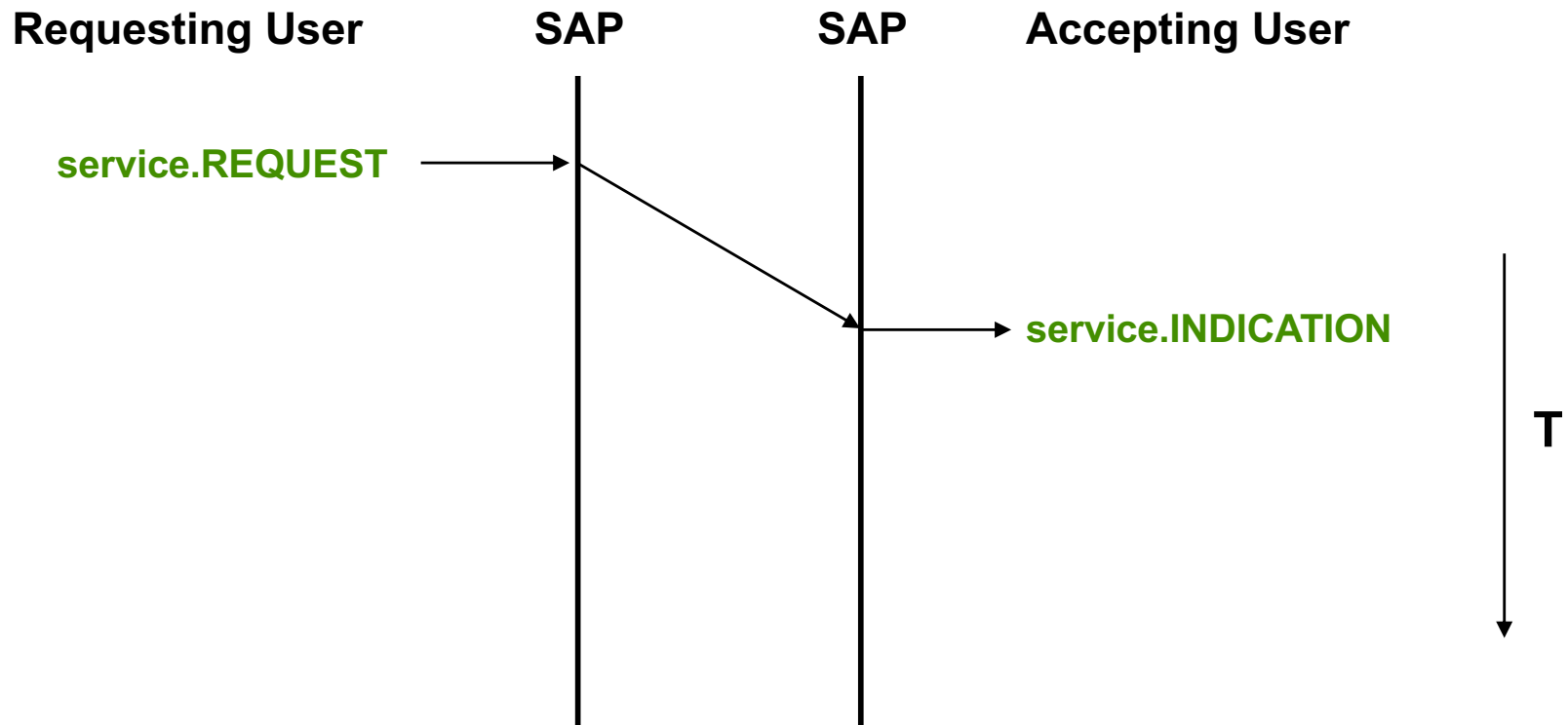


Serviços OSI

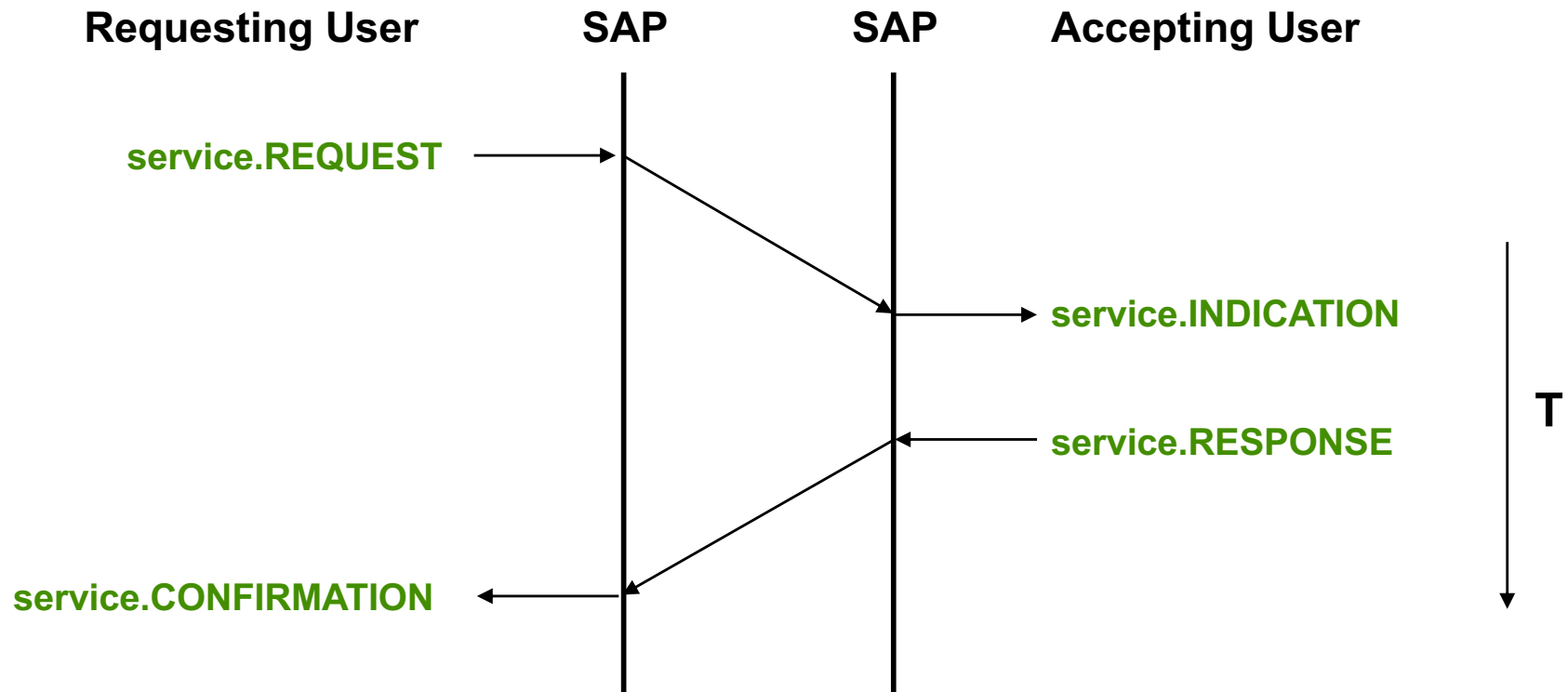
Os serviços OSI podem ser de 3 tipos:

- ❑ Sem confirmação (unconfirmed)
- ❑ Com confirmação (confirmed)
- ❑ Iniciado pelo fornecedor (provider-initiated)

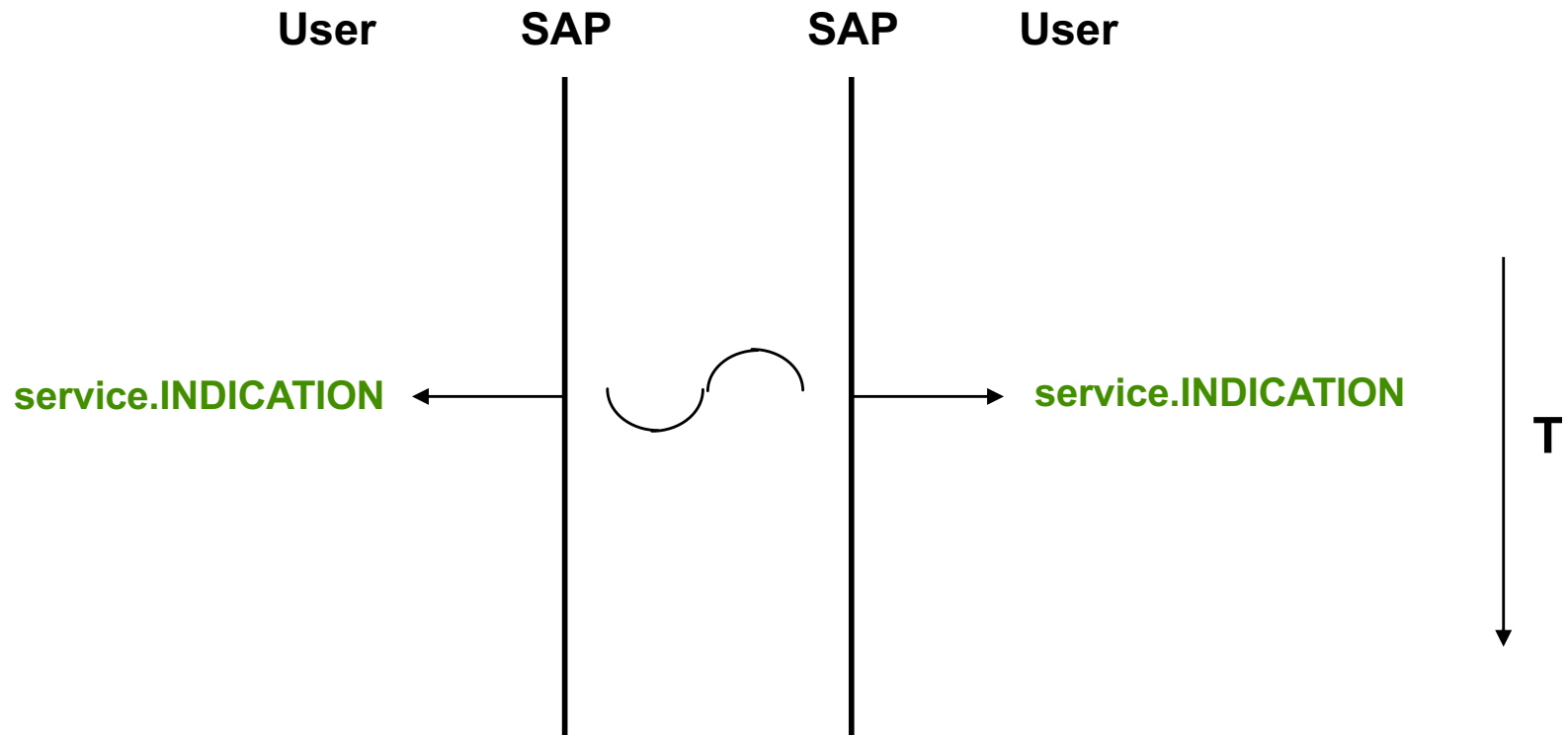
Serviço sem Confirmação



Serviço com Confirmação



Serviço Iniciado pelo Fornecedor



Modos de Comunicação

- r Orientado a conexão
- r Não orientado a conexão

Comunicação orientada a conexão

□ Fases

- Estabelecimento da conexão
- Transmissão da Informação
- Encerramento da conexão

□ Negociação dos parâmetros e opções que governam a transmissão

□ Identificador da conexão (redução do overhead de endereçamento)

□ Relacionamento lógico entre as unidades de informação

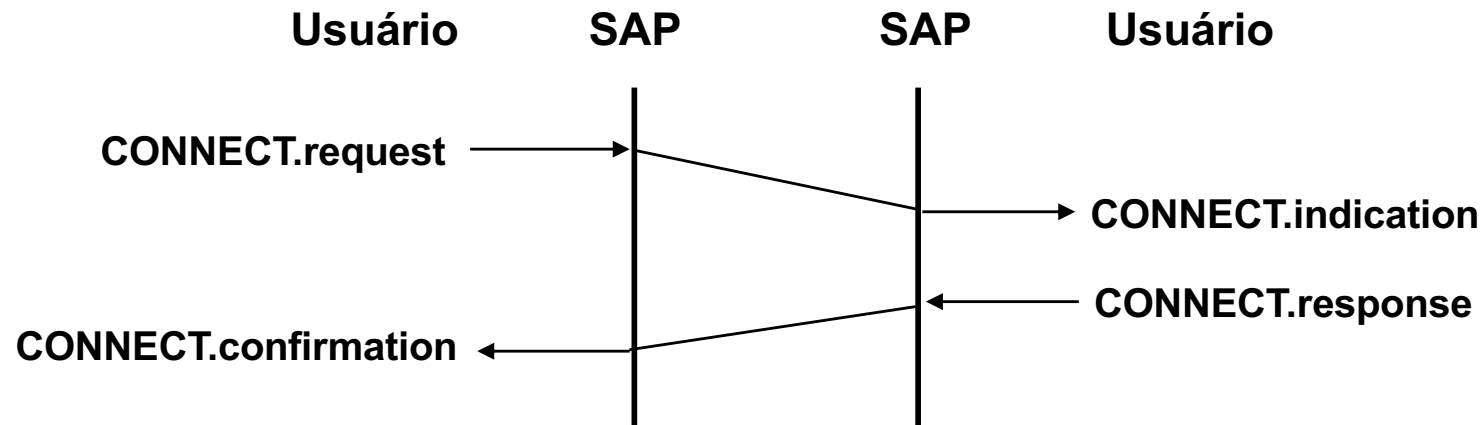
- seqüenciação
- controle de fluxo

Comunicação não orientada a conexão

- ❑ Transmissão de uma única unidade de dados
- ❑ Toda informação necessária é enviada junto com a unidade de dados

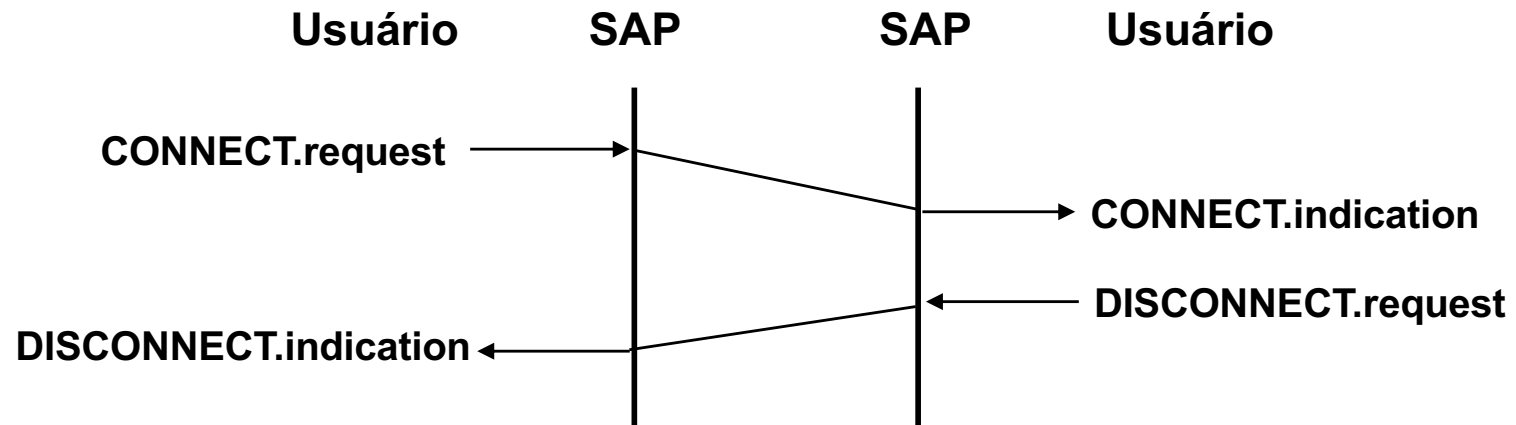
Primitivas de Serviço do Modo Orientado a Conexão

Conexão bem sucedida



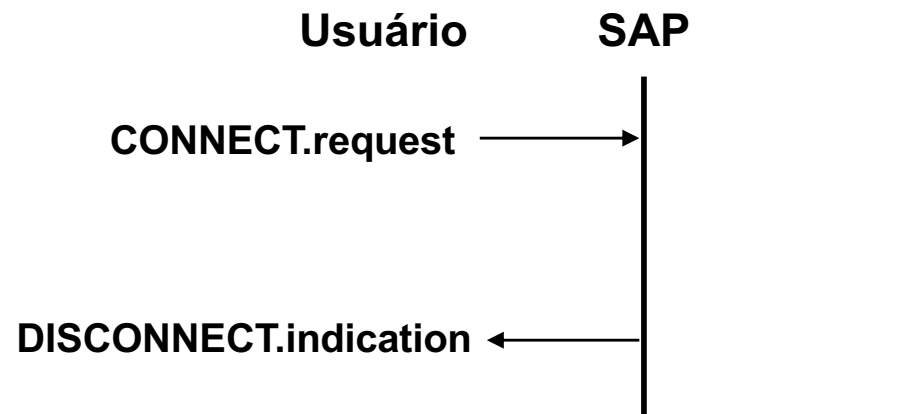
Primitivas de Serviço do Modo Orientado a Conexão

Conexão rejeitada pelo usuário



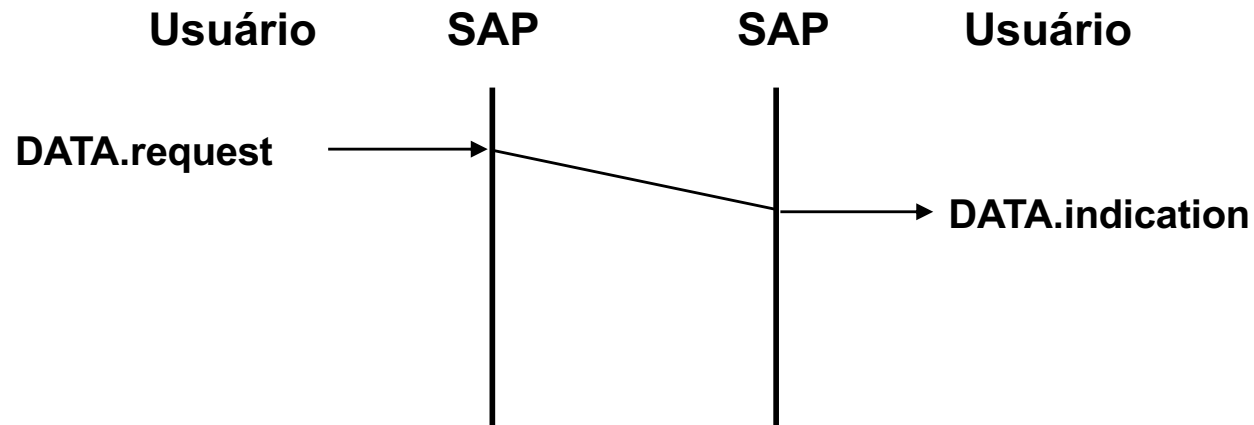
Primitivas de Serviço do Modo Orientado a Conexão

Conexão rejeitada pelo fornecedor



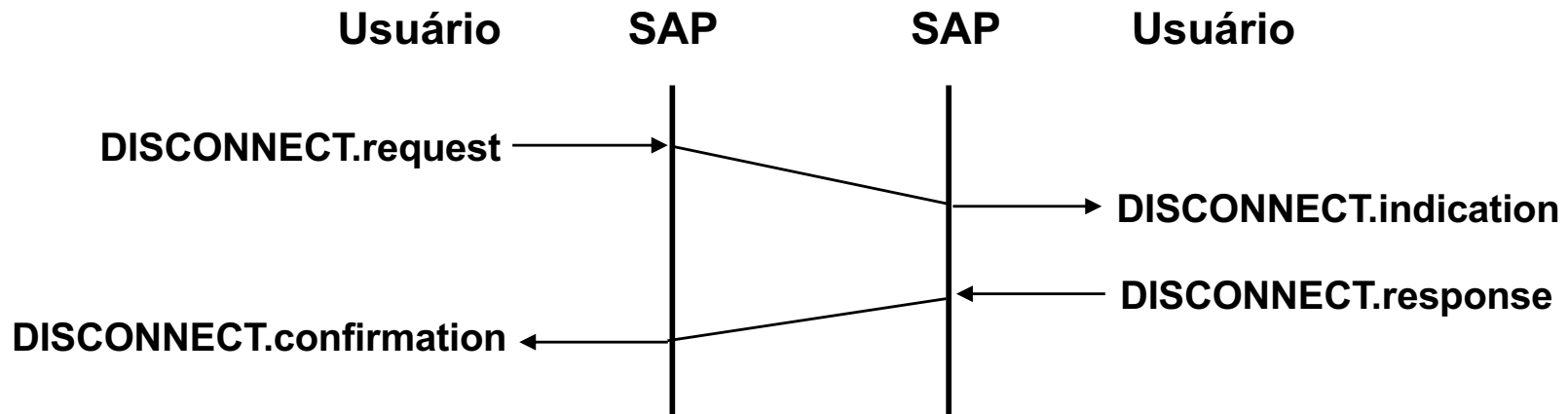
Primitivas de Serviço do Modo Orientado a Conexão

Transferência de dados normal



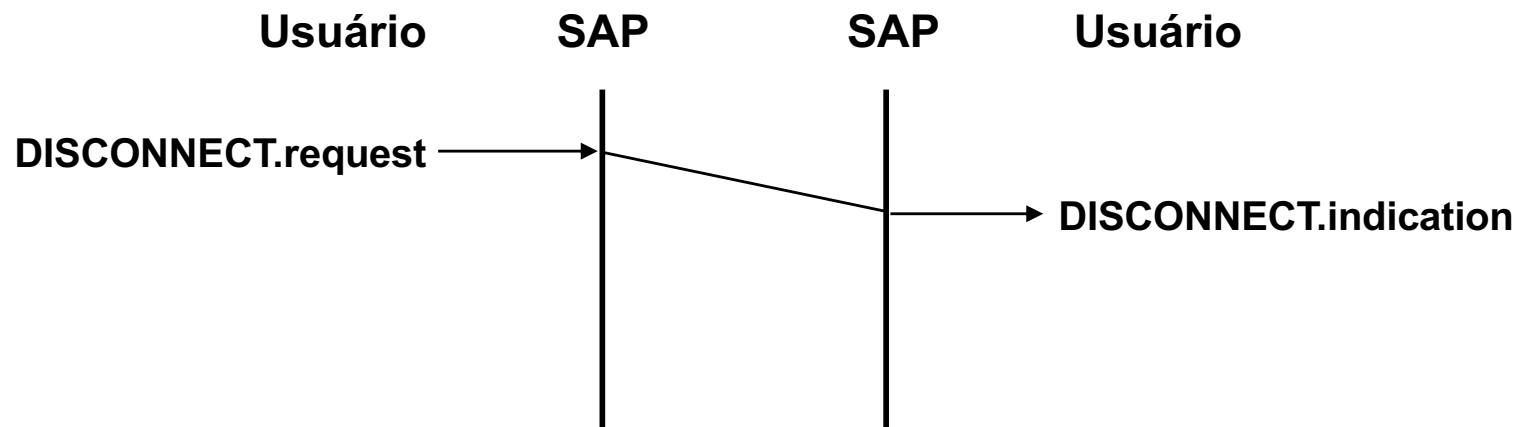
Primitivas de Serviço do Modo Orientado a Conexão

Encerramento ordenado solicitado por um usuário



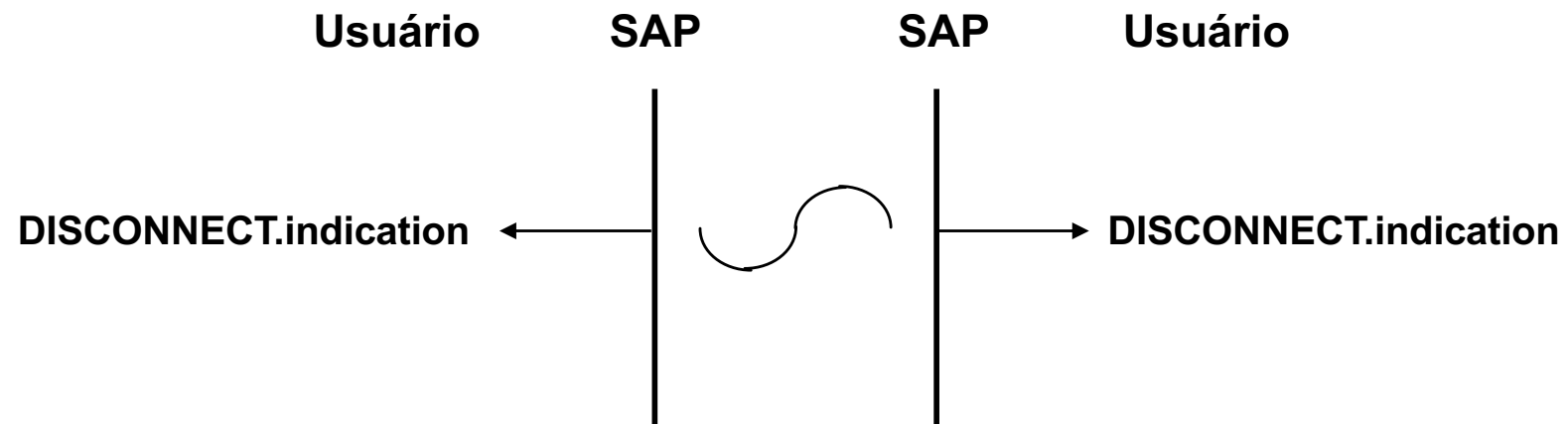
Primitivas de Serviço do Modo Orientado a Conexão

Encerramento abrupto solicitado por um usuário



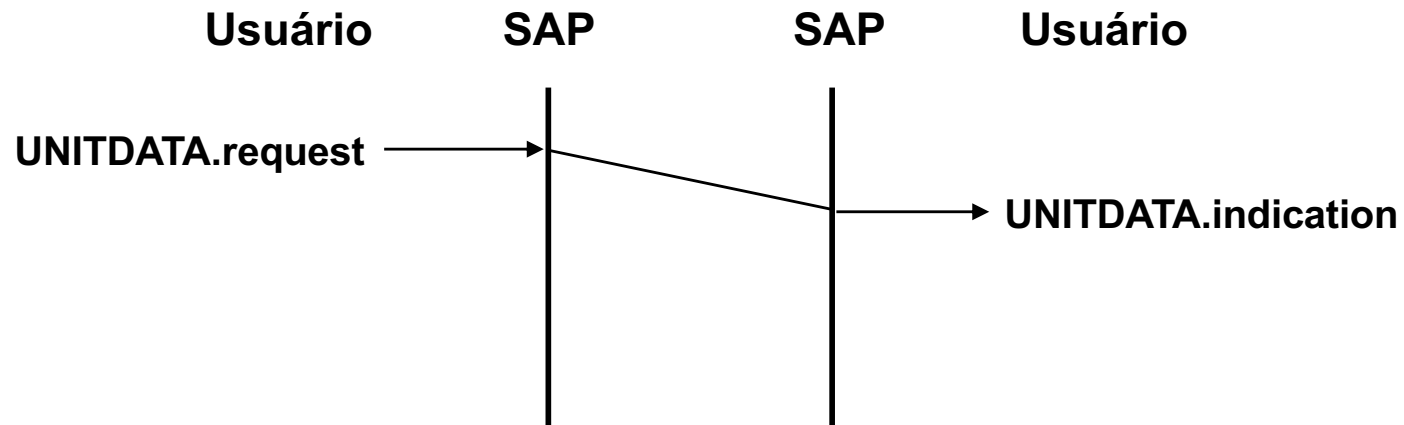
Primitivas de Serviço do Modo Orientado a Conexão

Encerramento abrupto solicitado pelo fornecedor



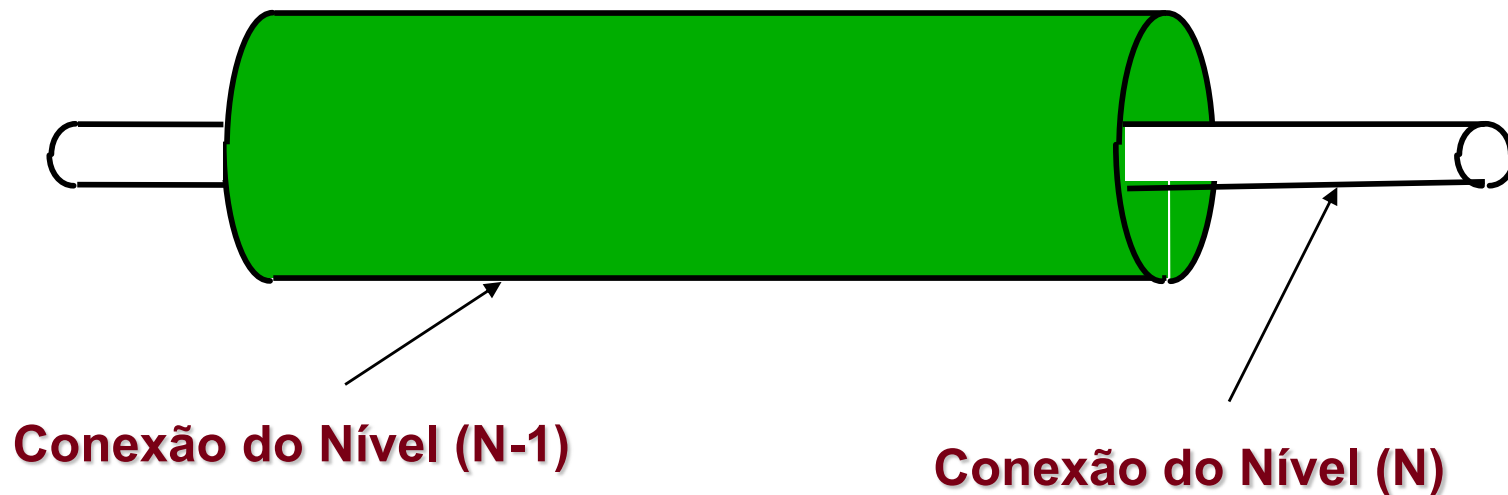
Primitivas de Serviço do Modo não Orientado a Conexão

Transferência de dados normal



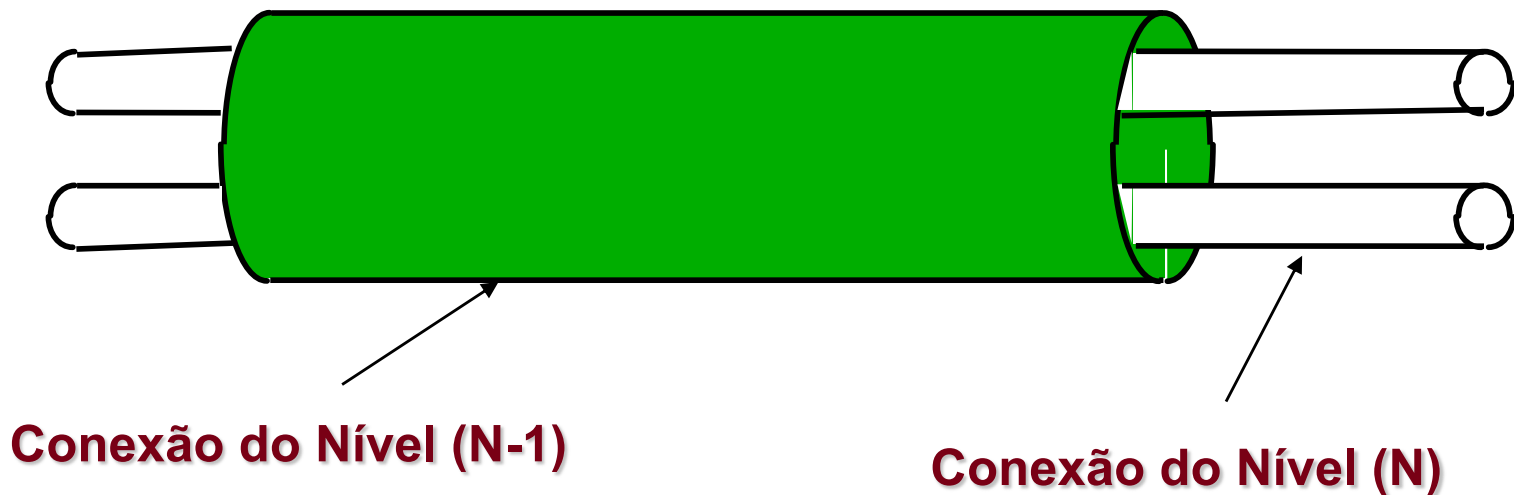
Relacionamento entre Conexões em Níveis Adjacentes

Um para um



Relacionamento entre Conexões em Níveis Adjacentes

Multiplexação

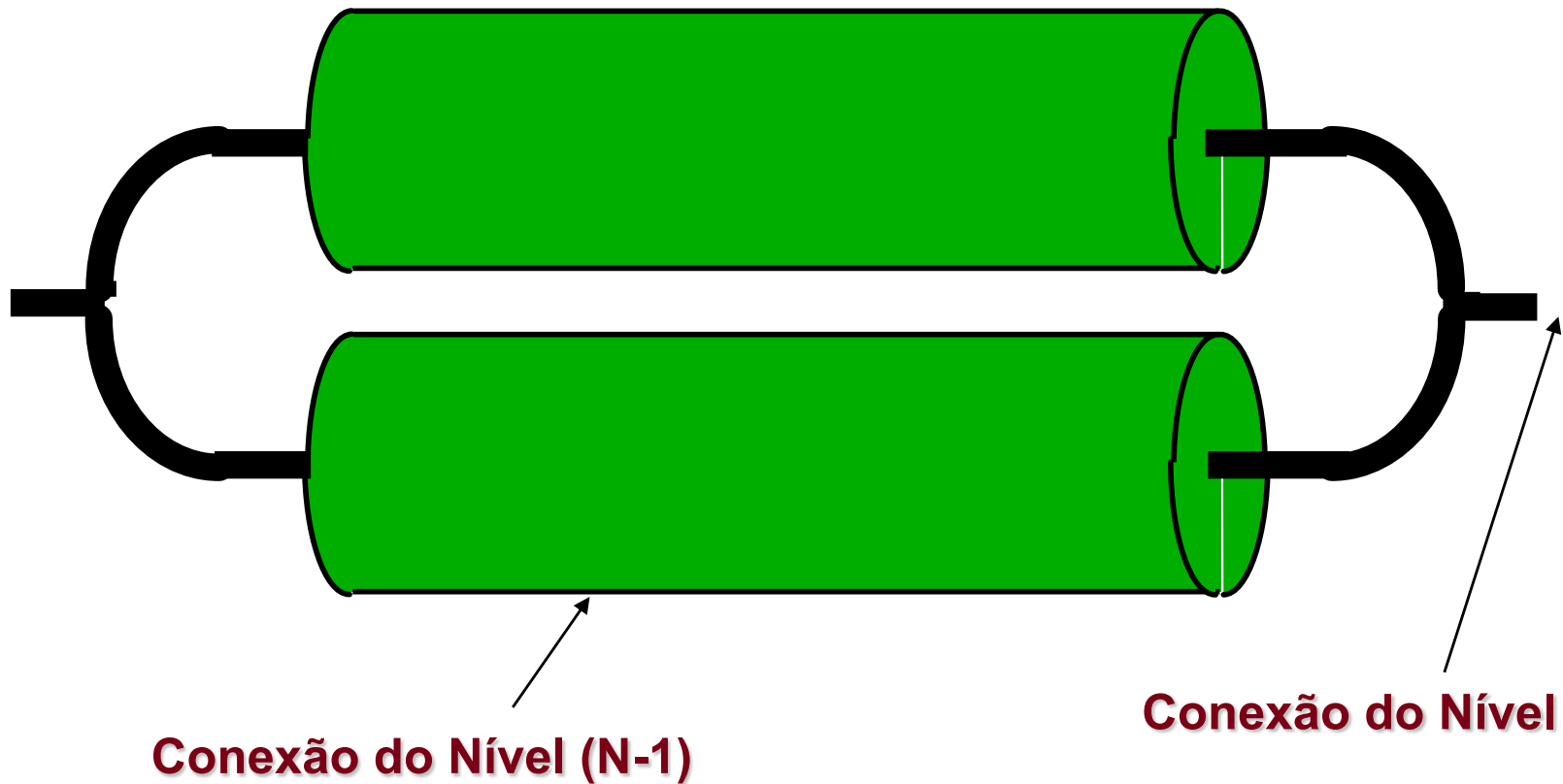


Relacionamento entre Conexões em Níveis Adjacentes - Multiplexação

- ❑ Tornar mais eficiente ou mais econômica a utilização dos serviços oferecidos pelo nível imediatamente inferior
- ❑ Oferecer várias conexões quando o nível imediatamente inferior só permite o estabelecimento de uma única conexão

Relacionamento entre Conexões em Níveis Adjacentes

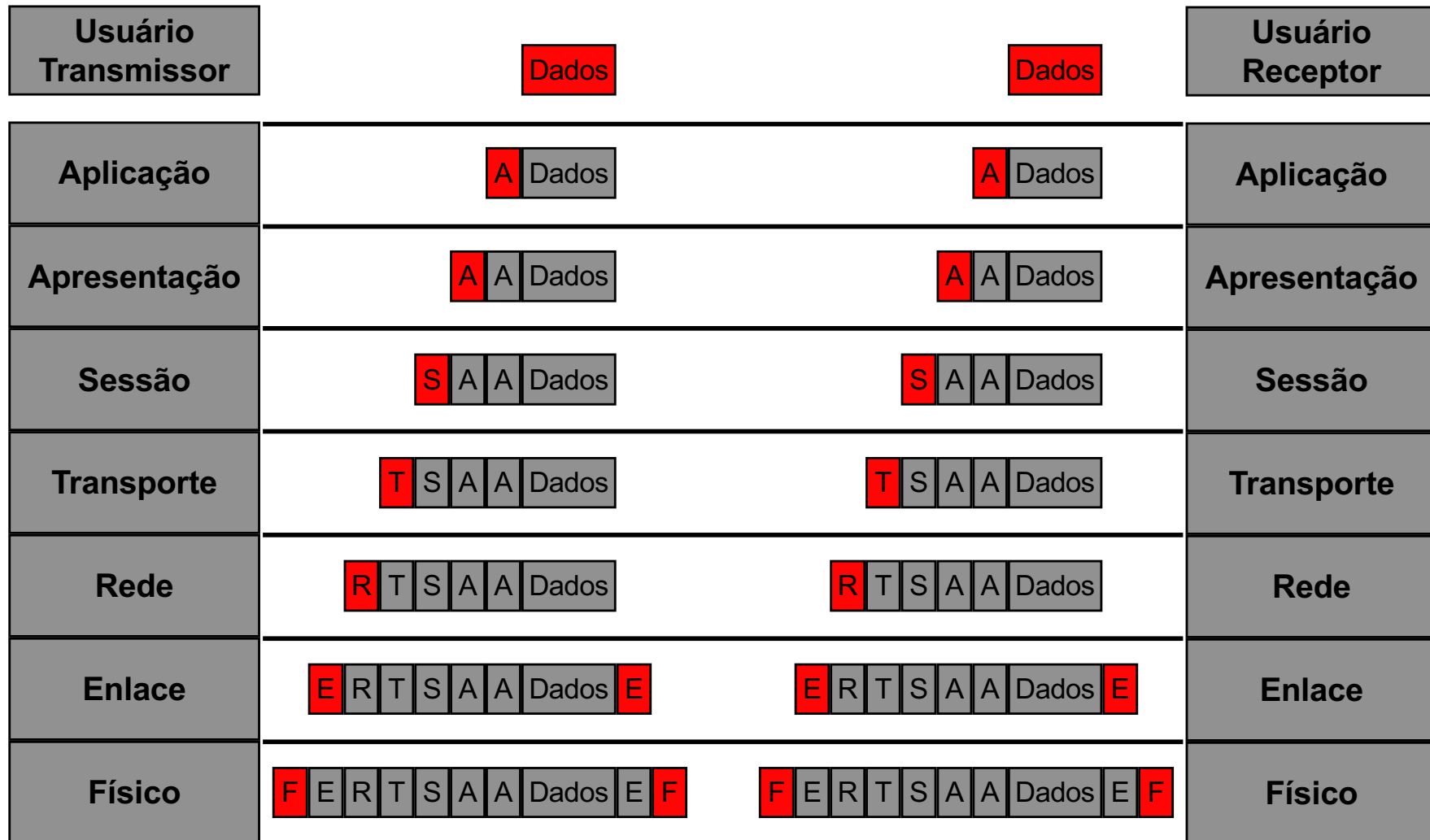
Splitting



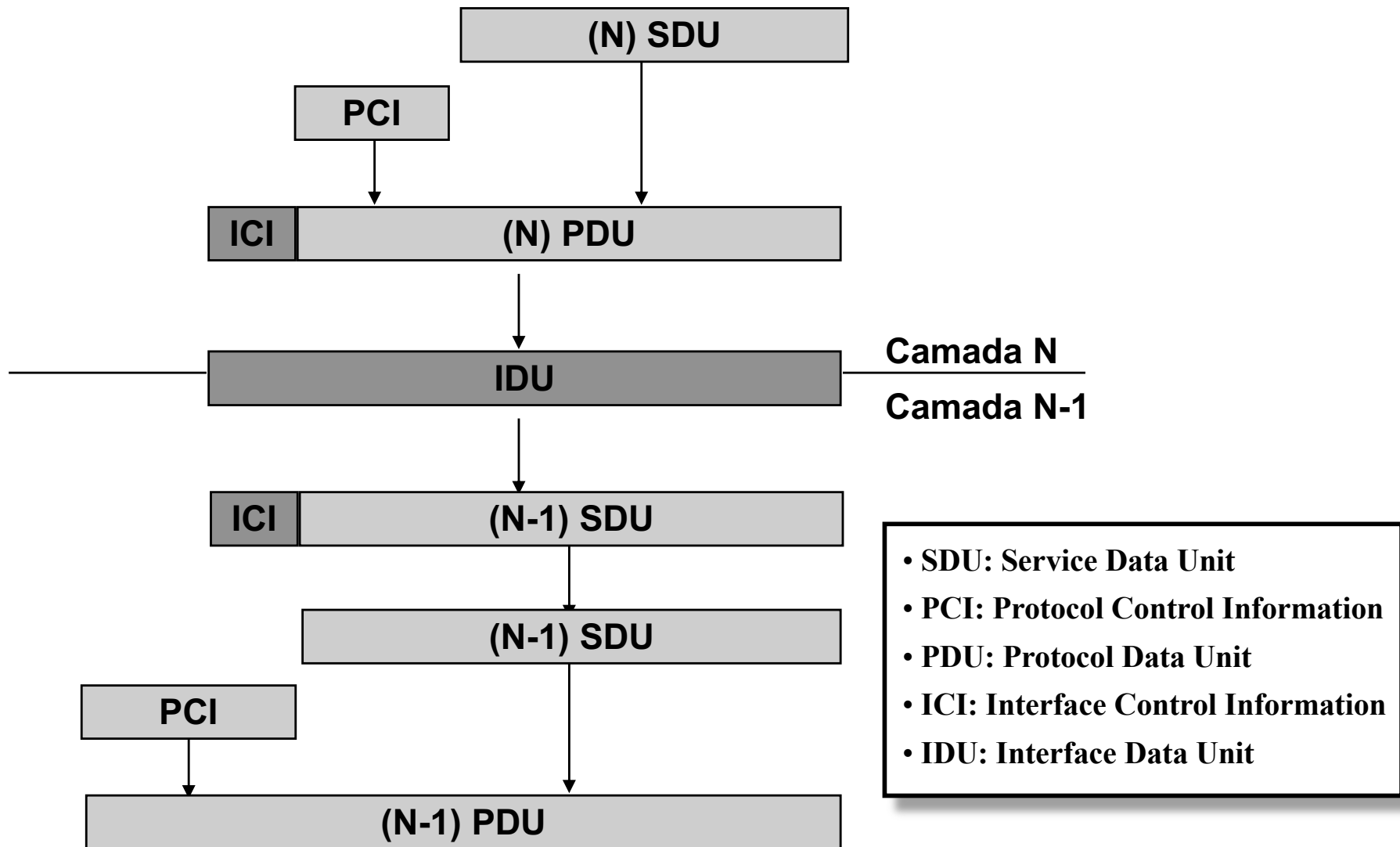
Relacionamento entre Conexões em Níveis Adjacentes - Splitting

- ❑ Melhorar confiabilidade quando mais de uma conexão no nível imediatamente inferior está disponibilizada
- ❑ Oferecer o desempenho desejado quando o nível imediatamente inferior não oferece uma conexão com os requisitos de vazão necessários

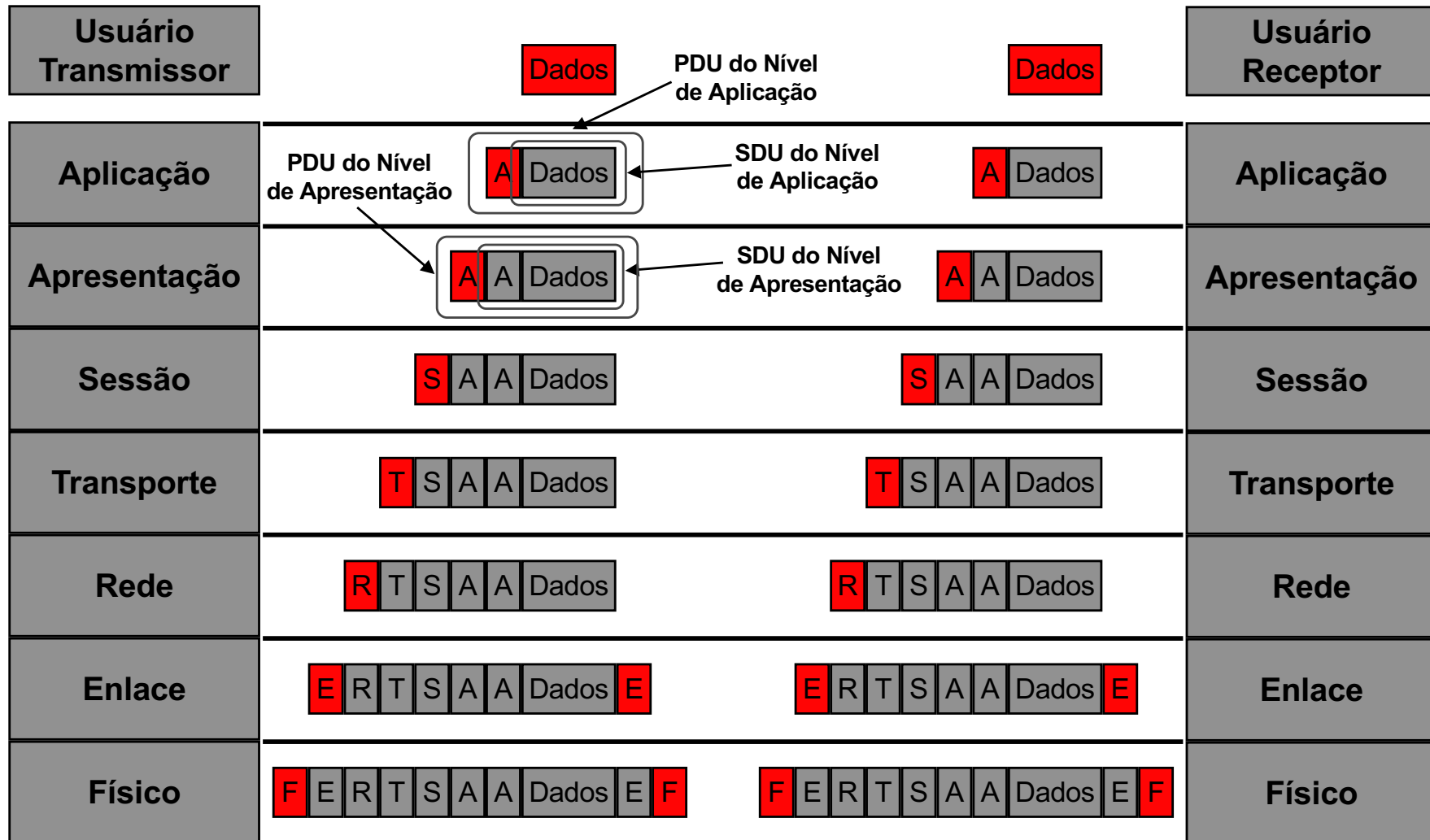
Transmissão de Dados no Modelo OSI



Unidades de Interface

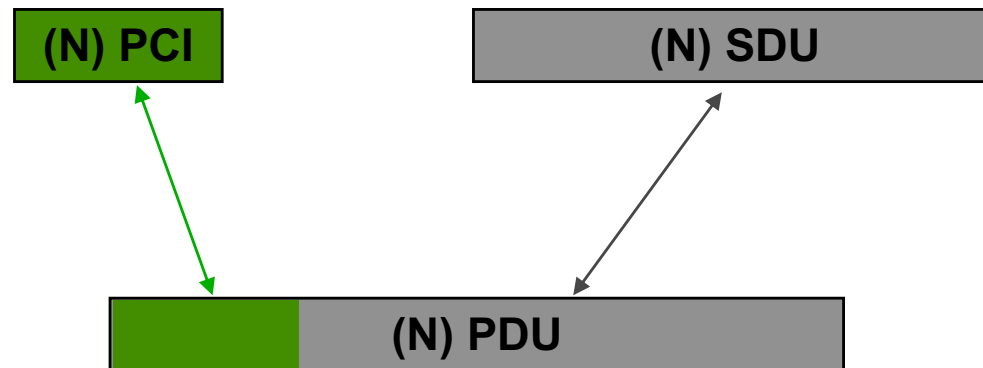


Transmissão de Dados no Modelo OSI



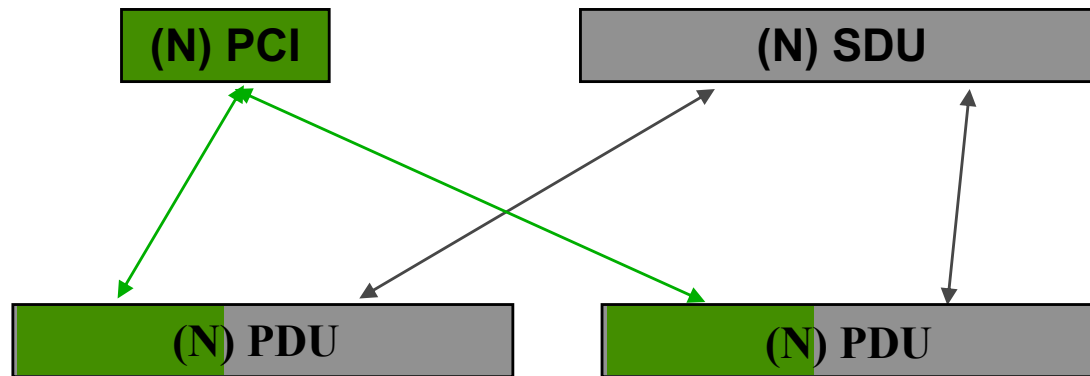
Relacionamentos entre PDUs e SDUs

Um para Um



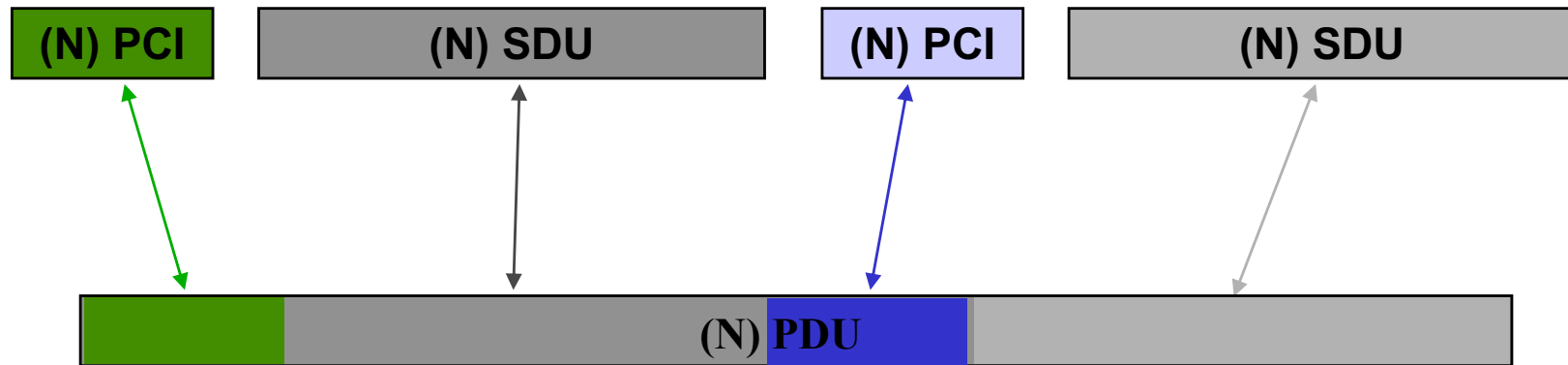
Relacionamentos entre PDUs e SDUs

Segmentação / Remontagem



Relacionamentos entre PDUs e SDUs

Blocagem / Desblocagem

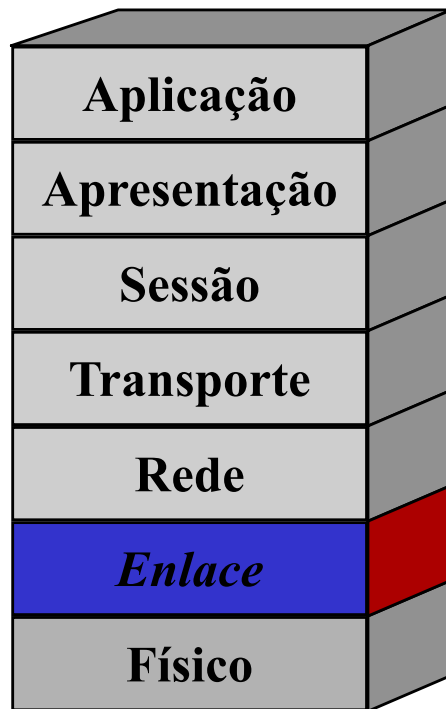


Nível Físico



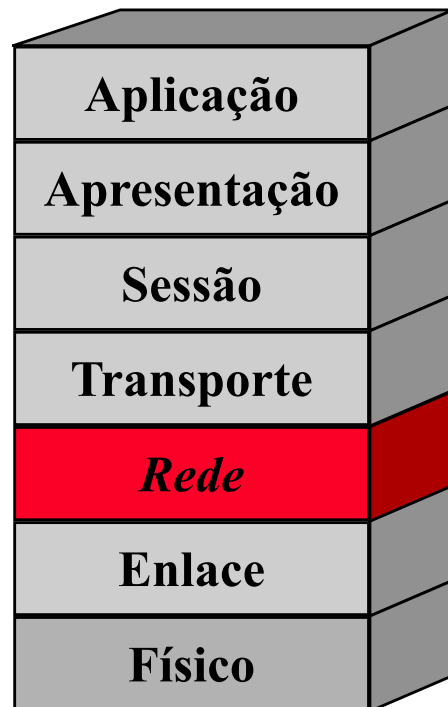
- ❑ Ativar, manter e desativar conexões físicas
- ❑ Transmissão de bits através de um canal de comunicação
- ❑ Características do meio físico e da transmissão do sinal
 - Características mecânicas
 - Características elétricas
 - Características funcionais
 - Características procedurais

Nível de Enlace



- ❑ Detecta e opcionalmente corrige erros que por ventura ocorram no nível físico
- ❑ Transmissão e recepção de quadros (delimitação)
- ❑ Controle de fluxo

Nível de Rede



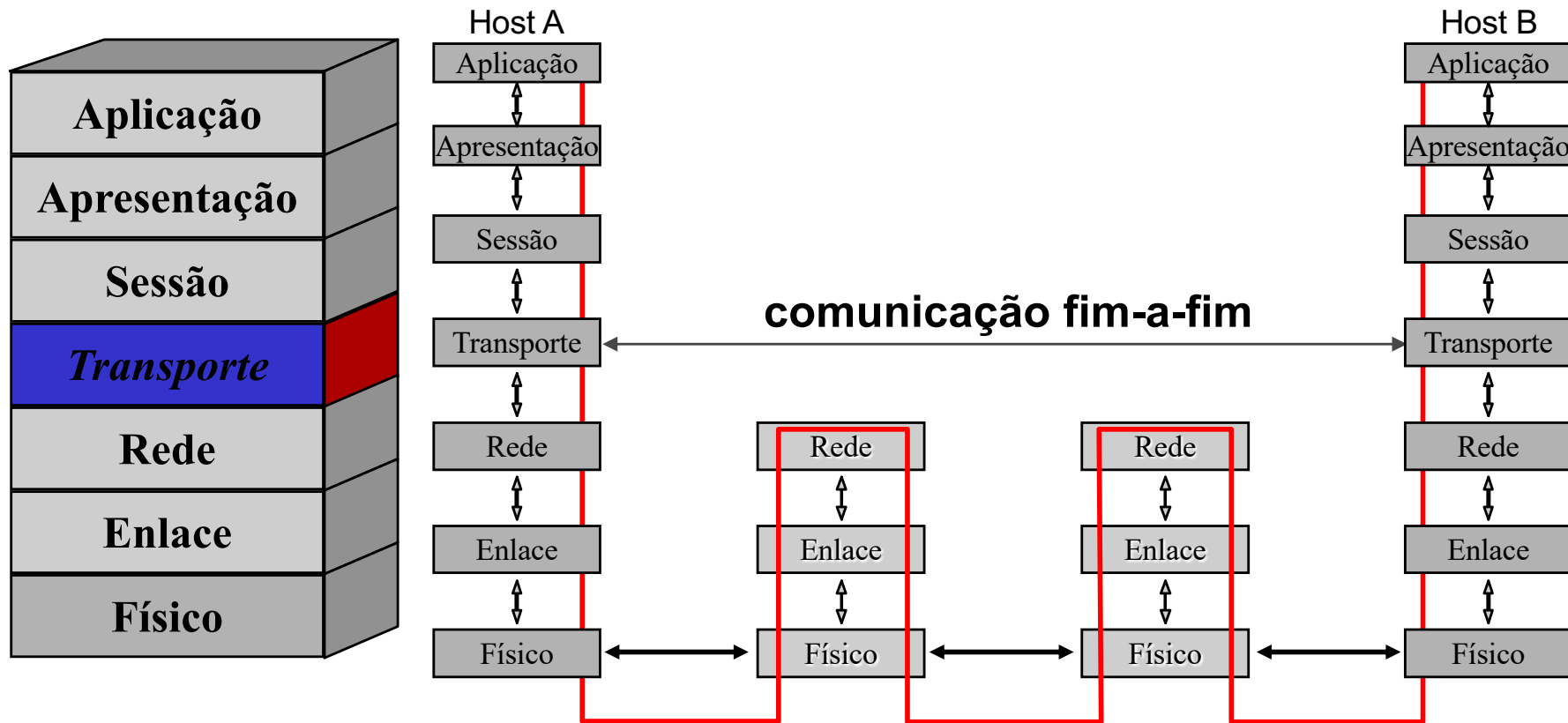
- ❑ Roteamento
- ❑ Controle de congestionamento
- ❑ Serviços
 - Circuito Virtual
 - Datagrama

Nível de Transporte



- ❑ Fornece uma comunicação *fim-a-fim* verdadeiramente confiável
- ❑ Estabelecimento e desativação de conexões entre sessões
- ❑ Multiplexação e Splitting de conexões
- ❑ Controle de fluxo
- ❑ Detecção e recuperação de erros fim-a-fim
- ❑ Segmentação e remontagem de mensagens
- ❑ Blocagem e desblocagem de mensagens

Nível de Transporte



Nível de Sessão



- Gerenciamento de *Token*
 - *half-duplex*
 - *full-duplex*
- Controle de Diálogo
 - Pontos de sincronização
 - Recuperação da sessão em caso de falhas
- Controle de Atividade
 - Agrupamento lógico de diálogos
 - Cada atividade corresponde a uma tarefa que pode ser interrompida e posteriormente retomada

Nível de Apresentação

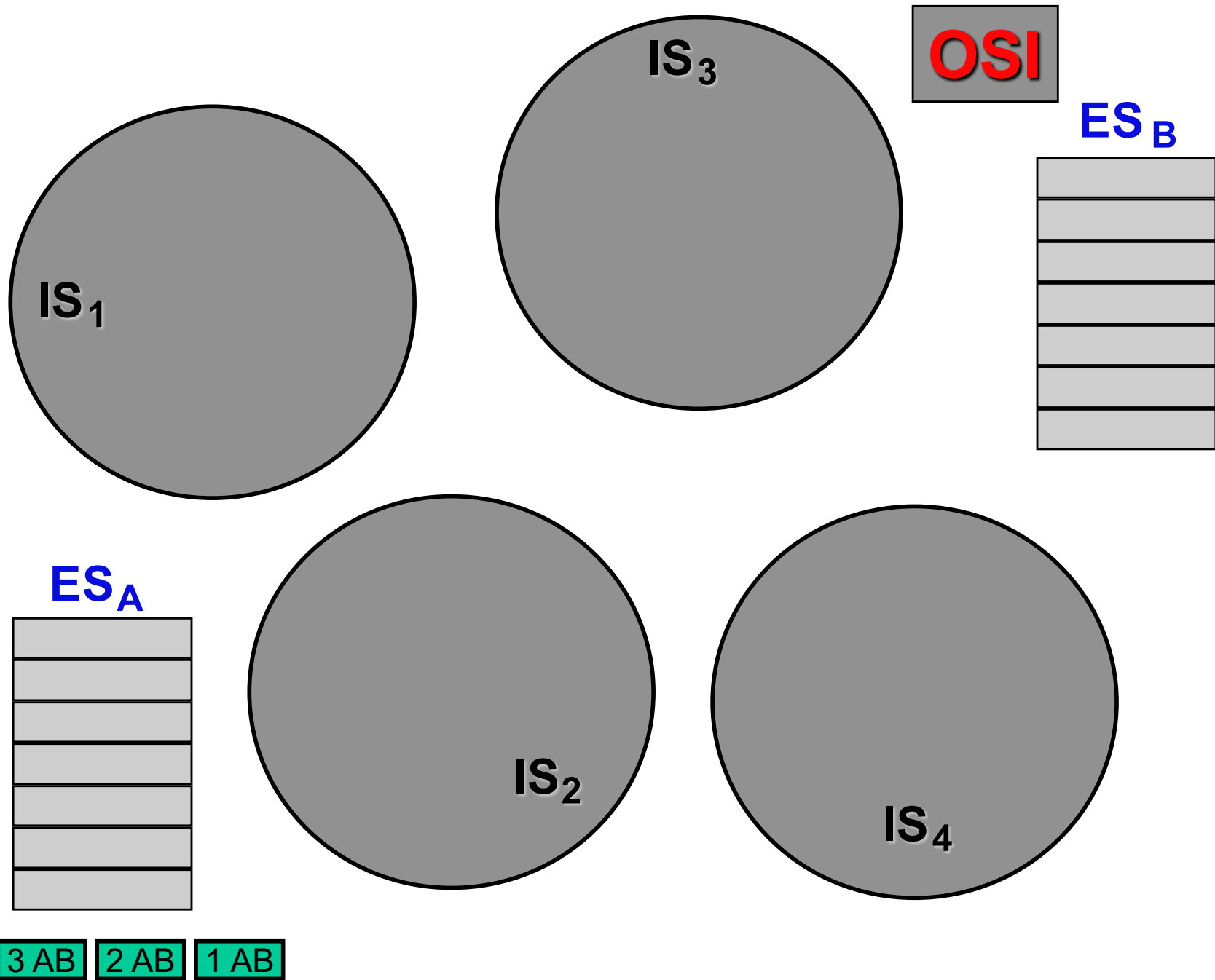


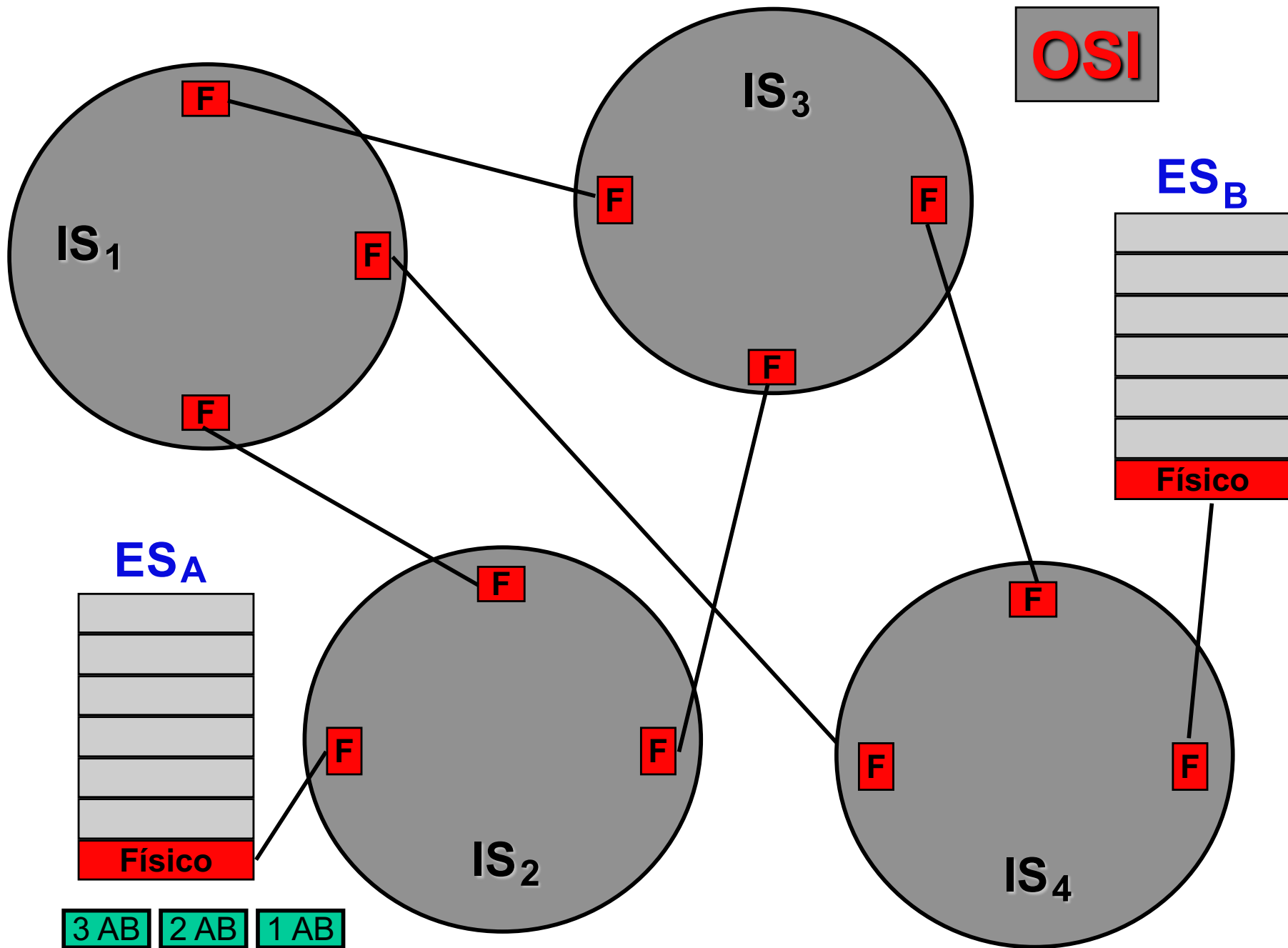
- Permite a interoperabilidade de sistemas heterogêneos
- Coordena a conversão de dados e suas representações
 - Tradução de códigos
 - Compactação de Dados
 - Criptografia

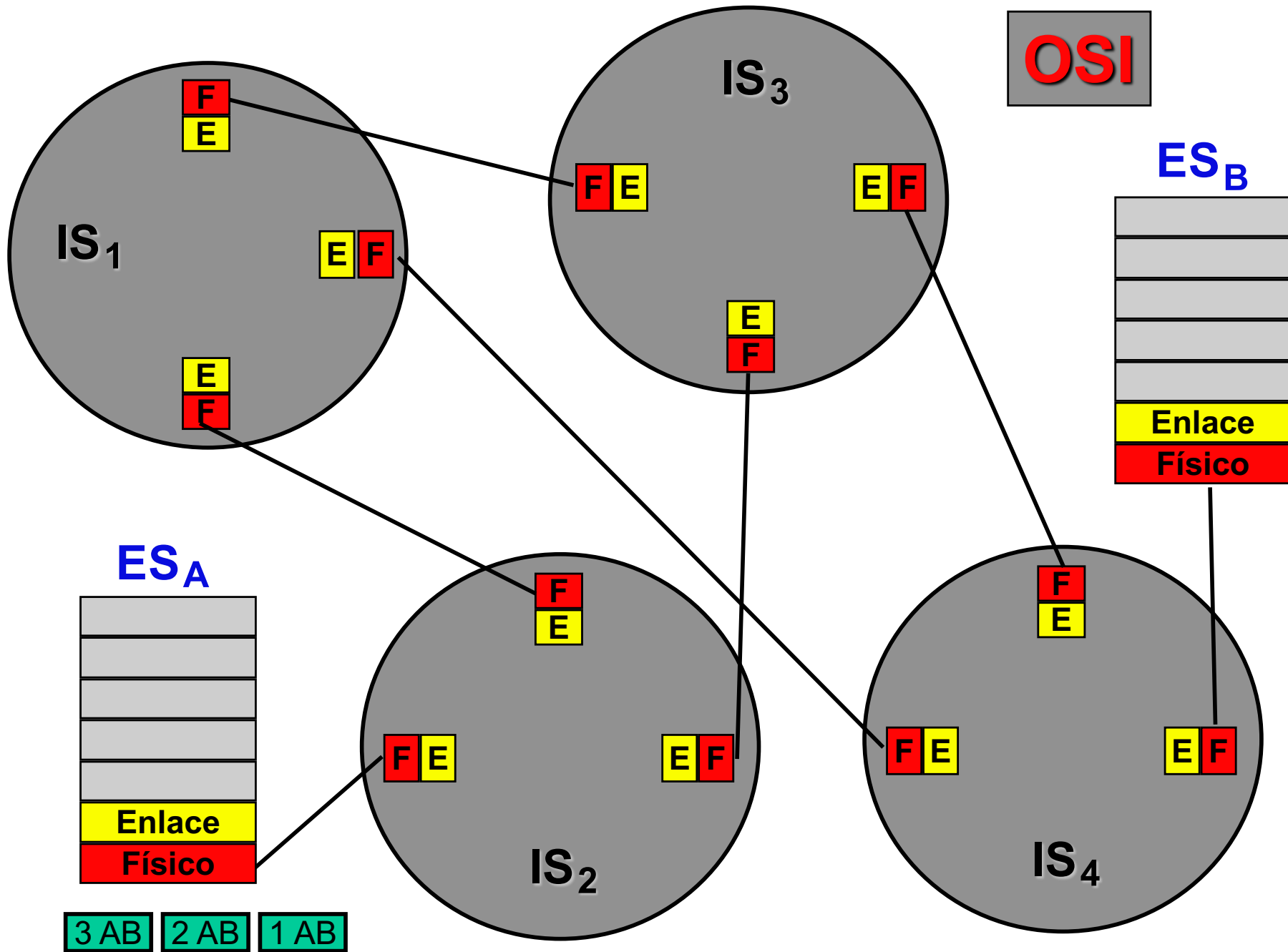
Nível de Aplicação

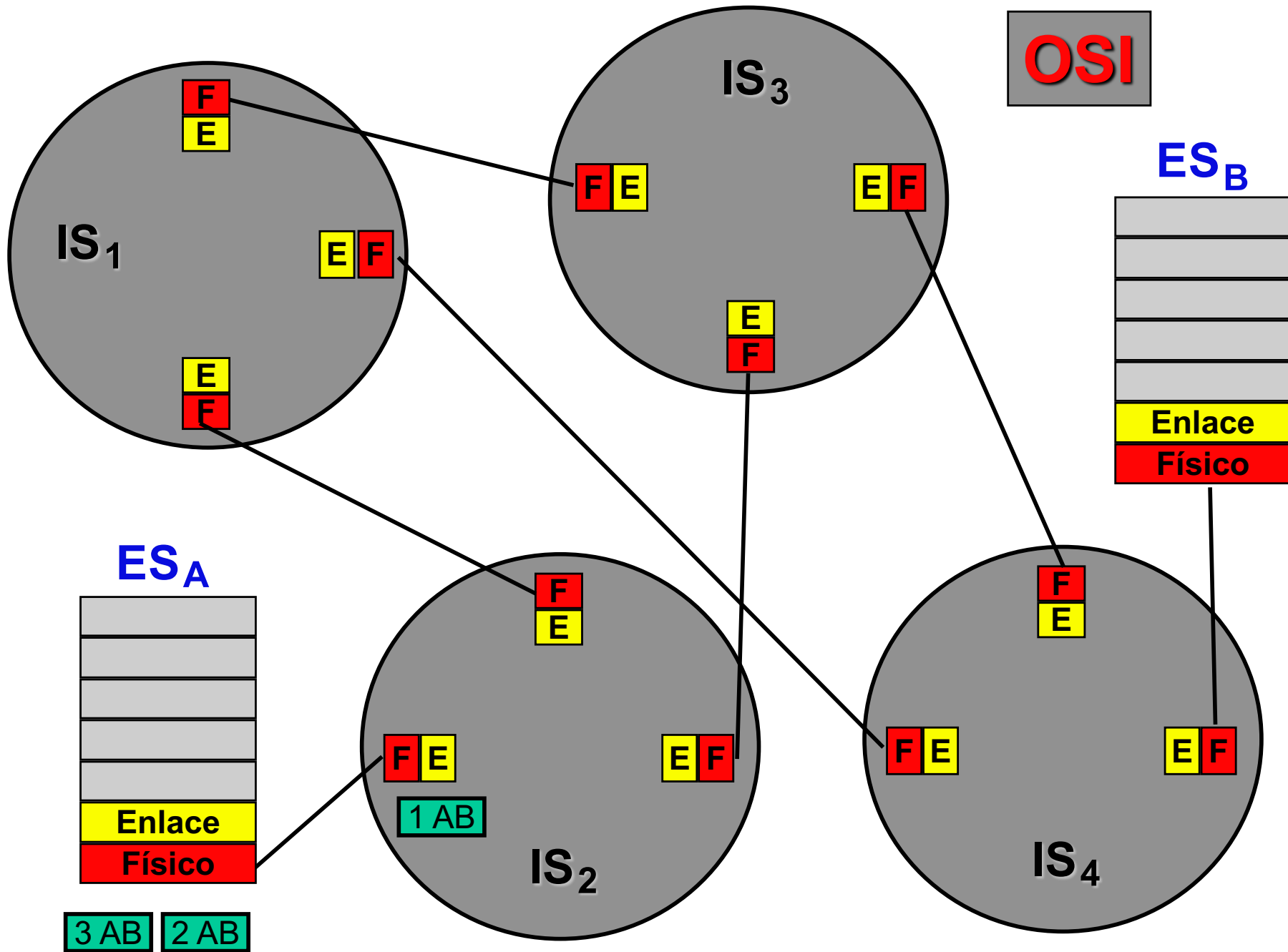


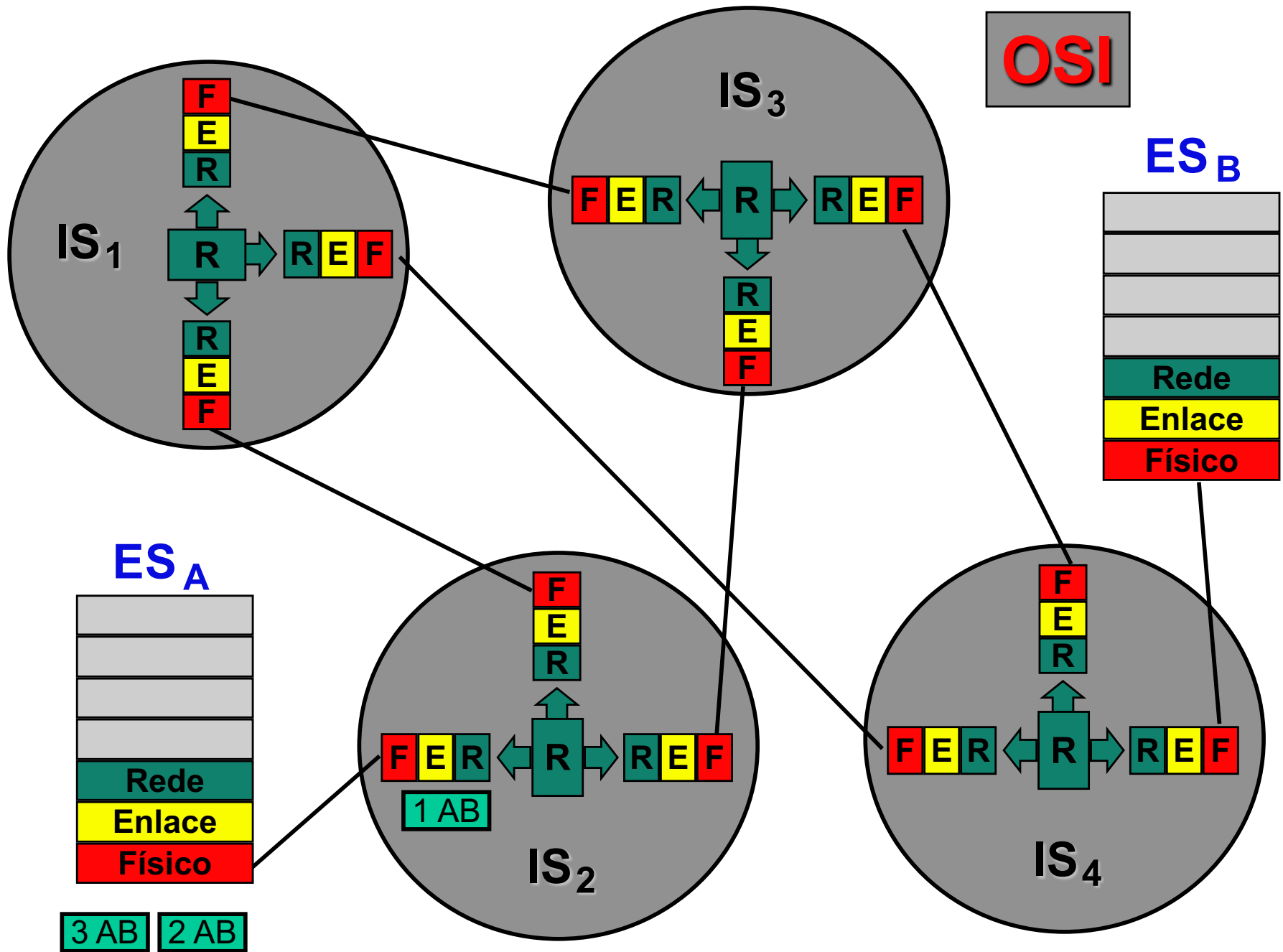
- Oferece serviços aos processos de aplicação:
 - Funções de Gerenciamento
 - Mecanismos genéricos para construção de aplicações distribuídas
 - associação entre um ou mais usuários (ACSE)
 - chamadas a procedimentos remotos (ROSE)
 - transferência confiável de dados (RTSE)
 - Mecanismos específicos para construção de aplicações distribuídas
 - transferência de arquivos (FTAM)
 - serviço de diretórios (DS)

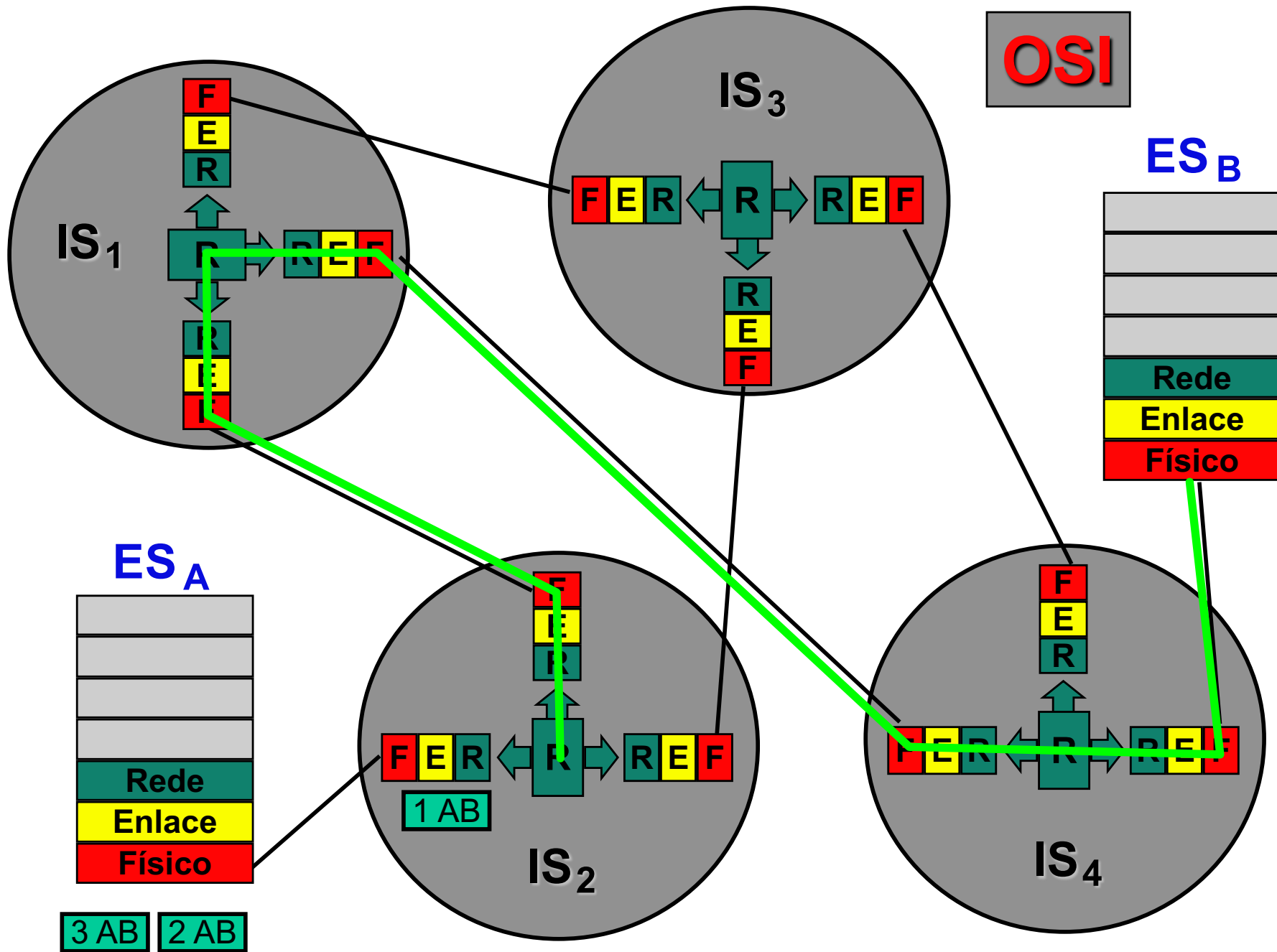


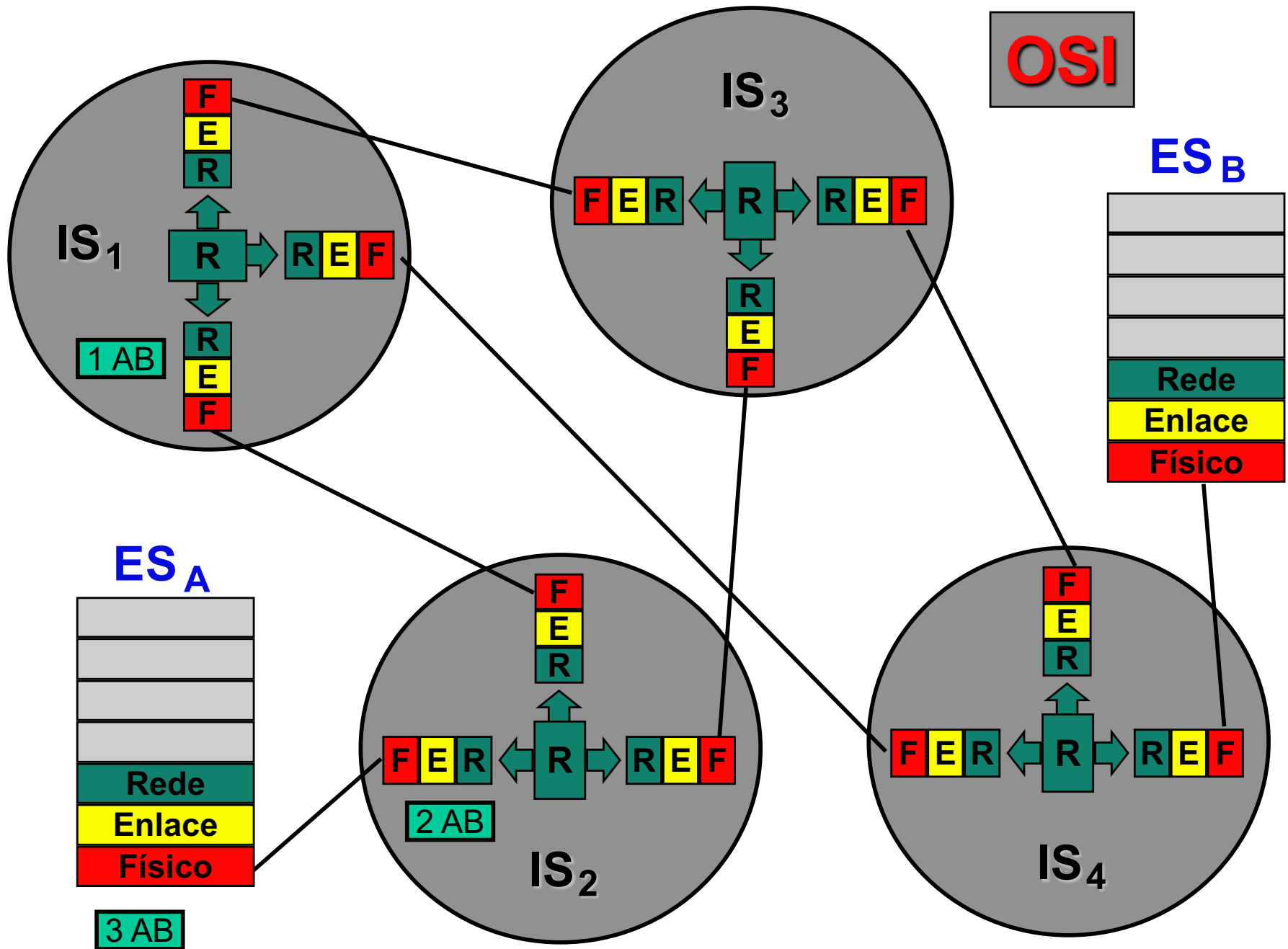


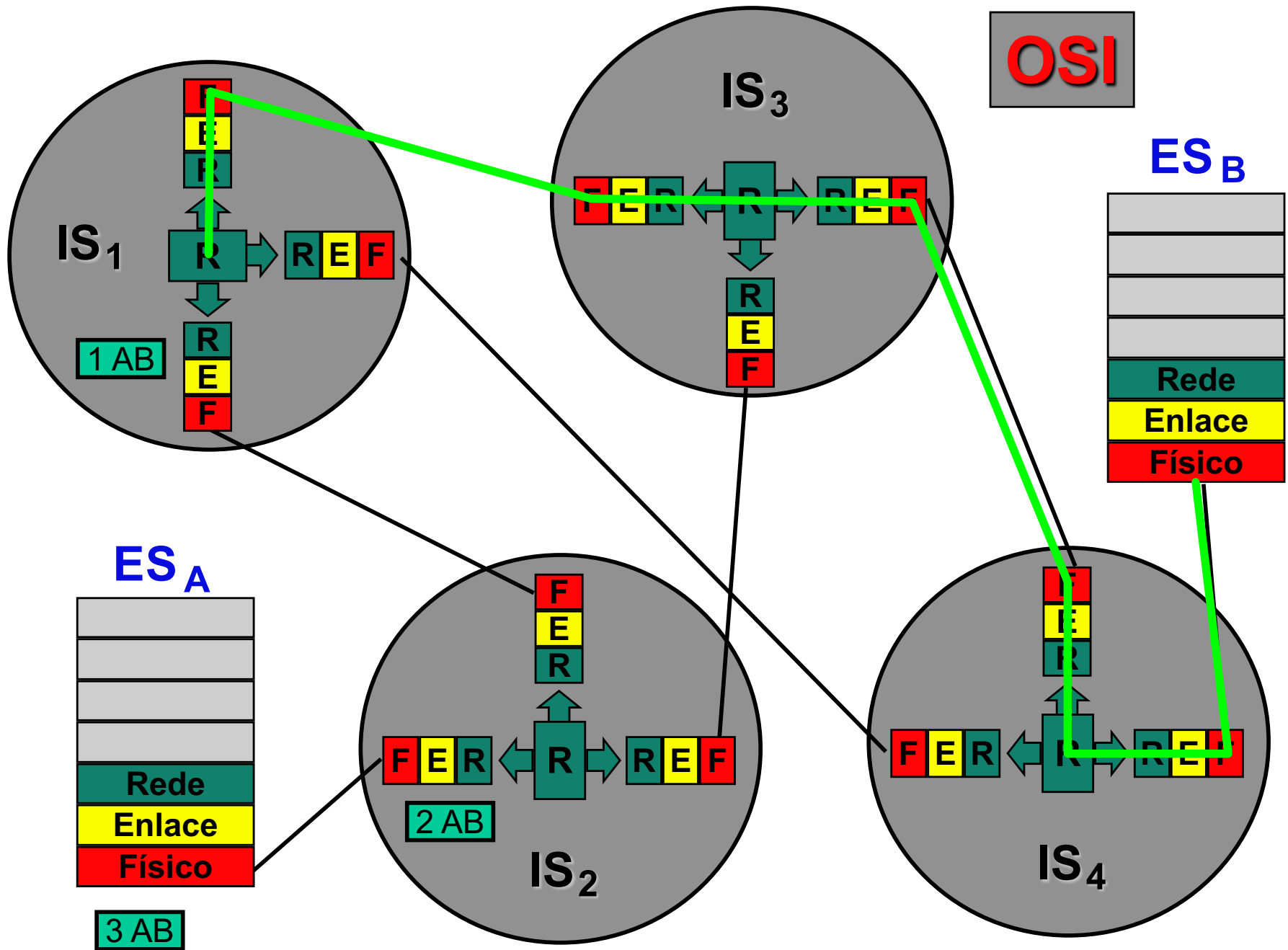


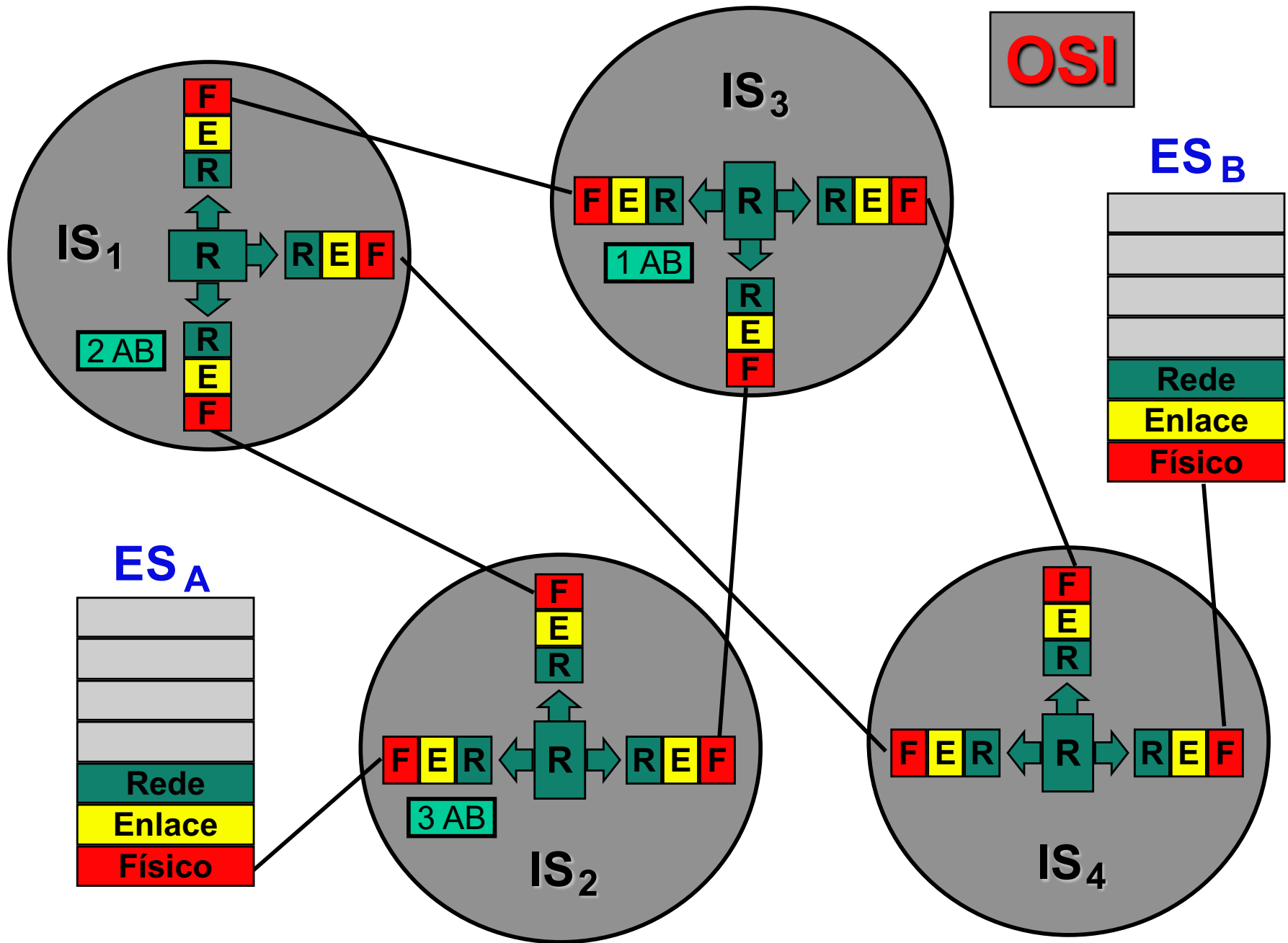


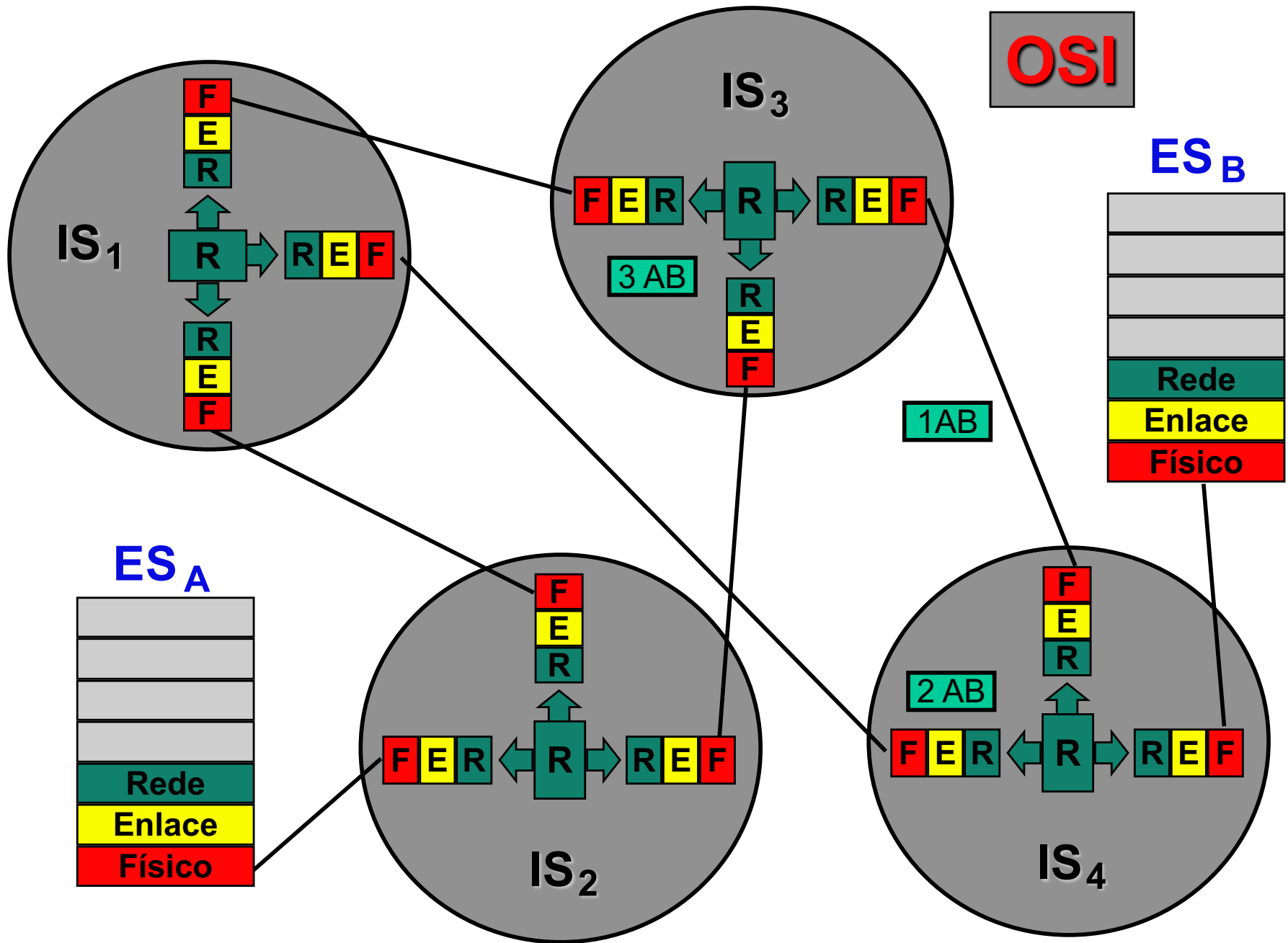


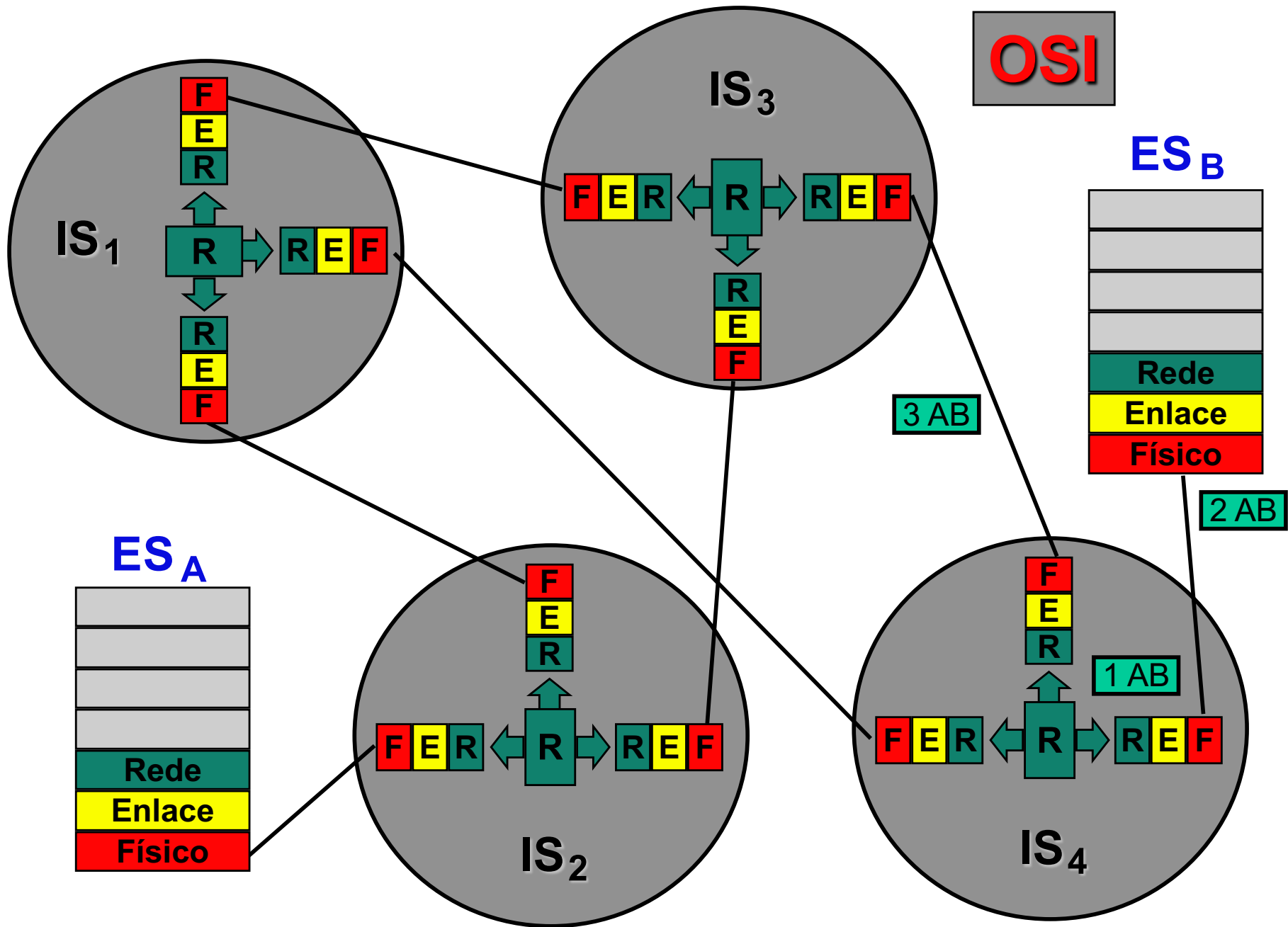


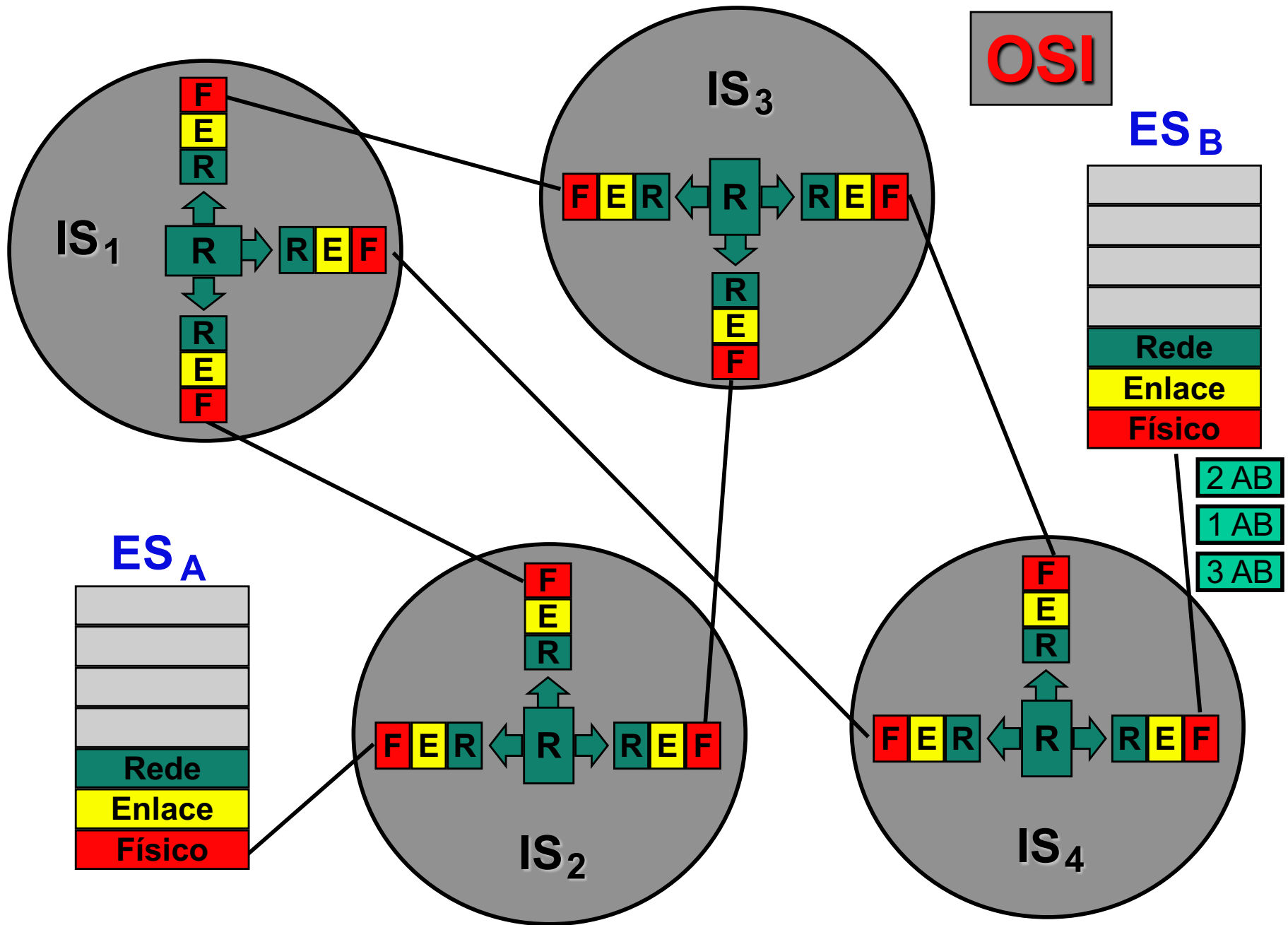


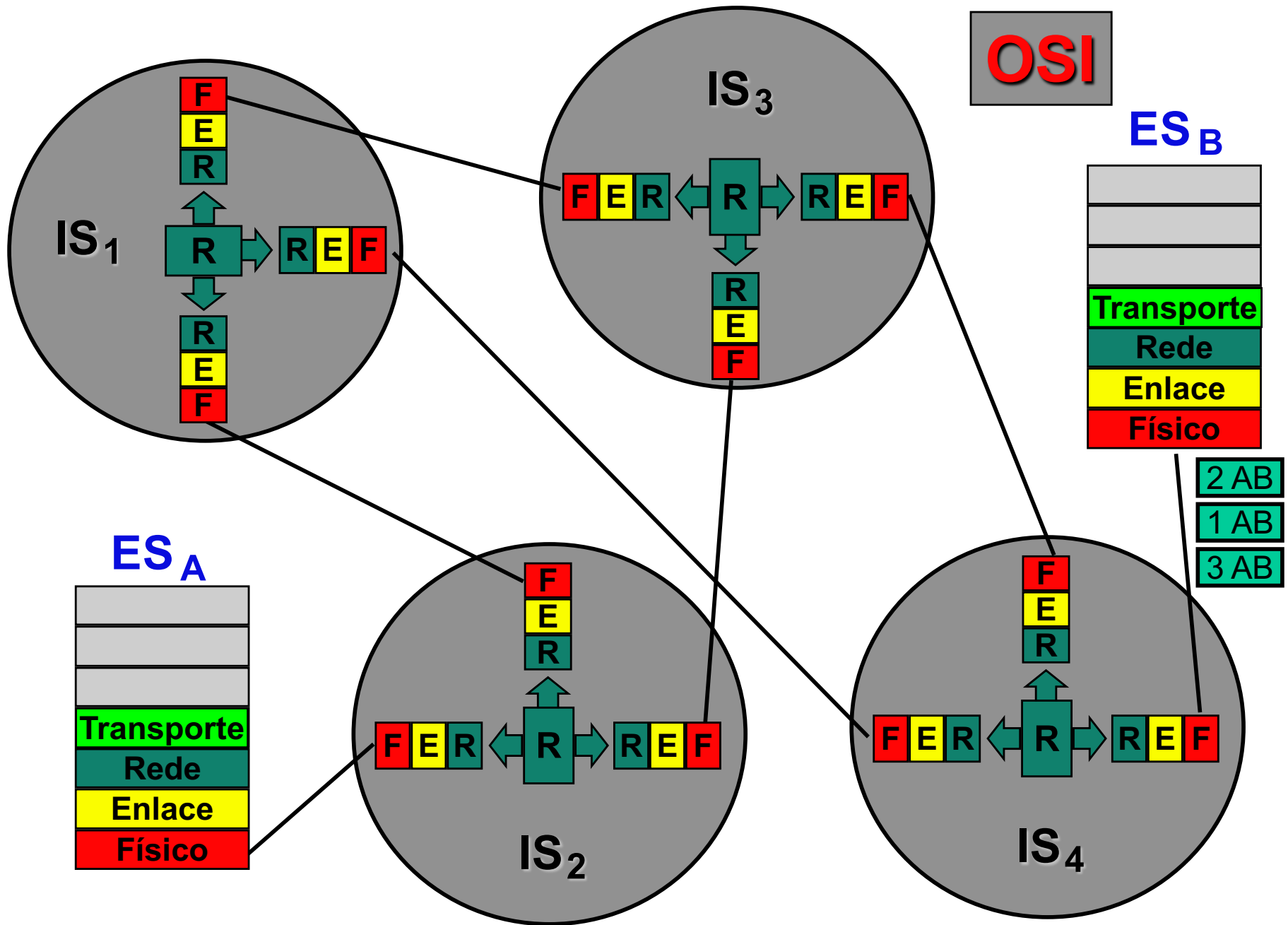


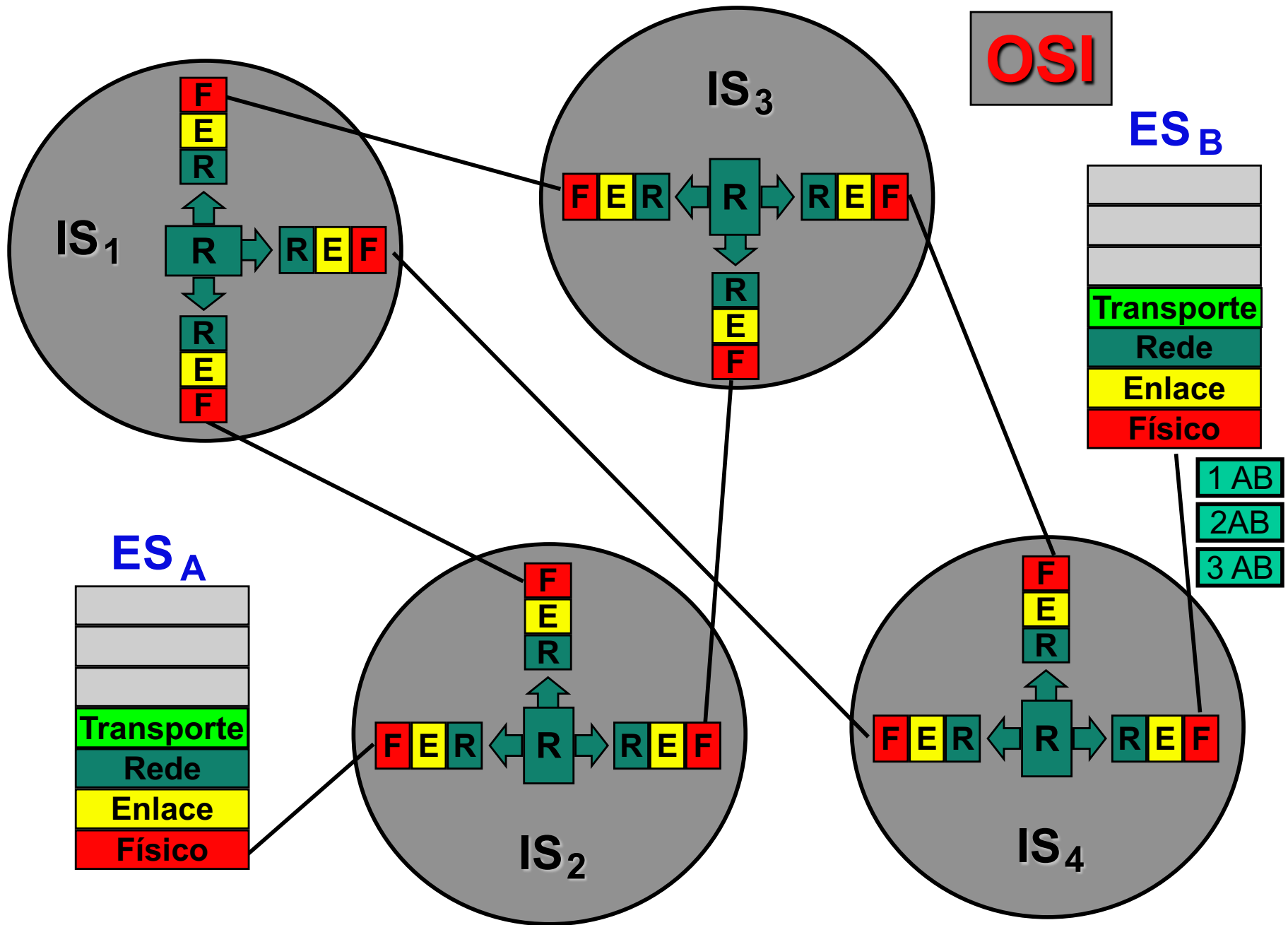


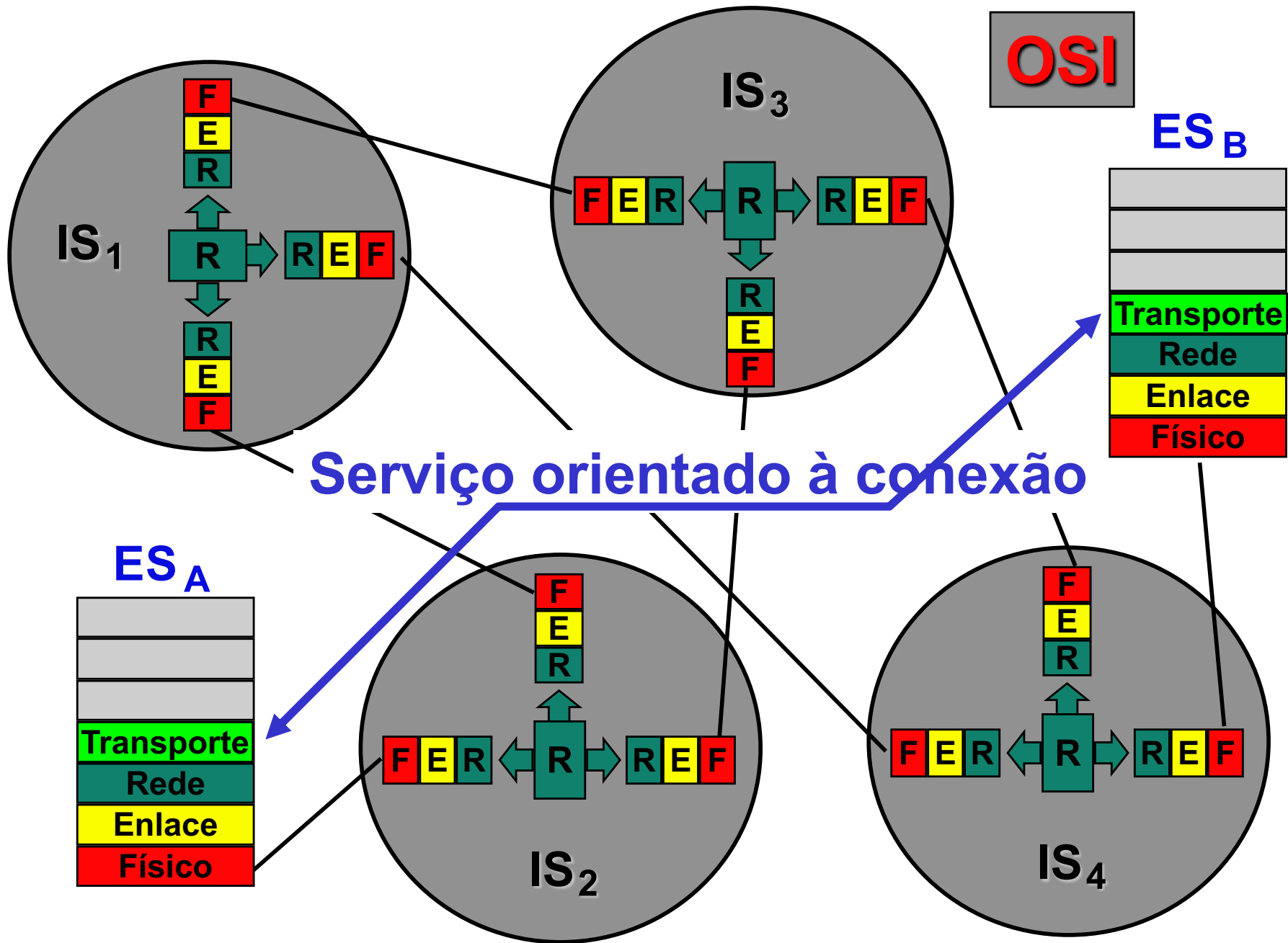


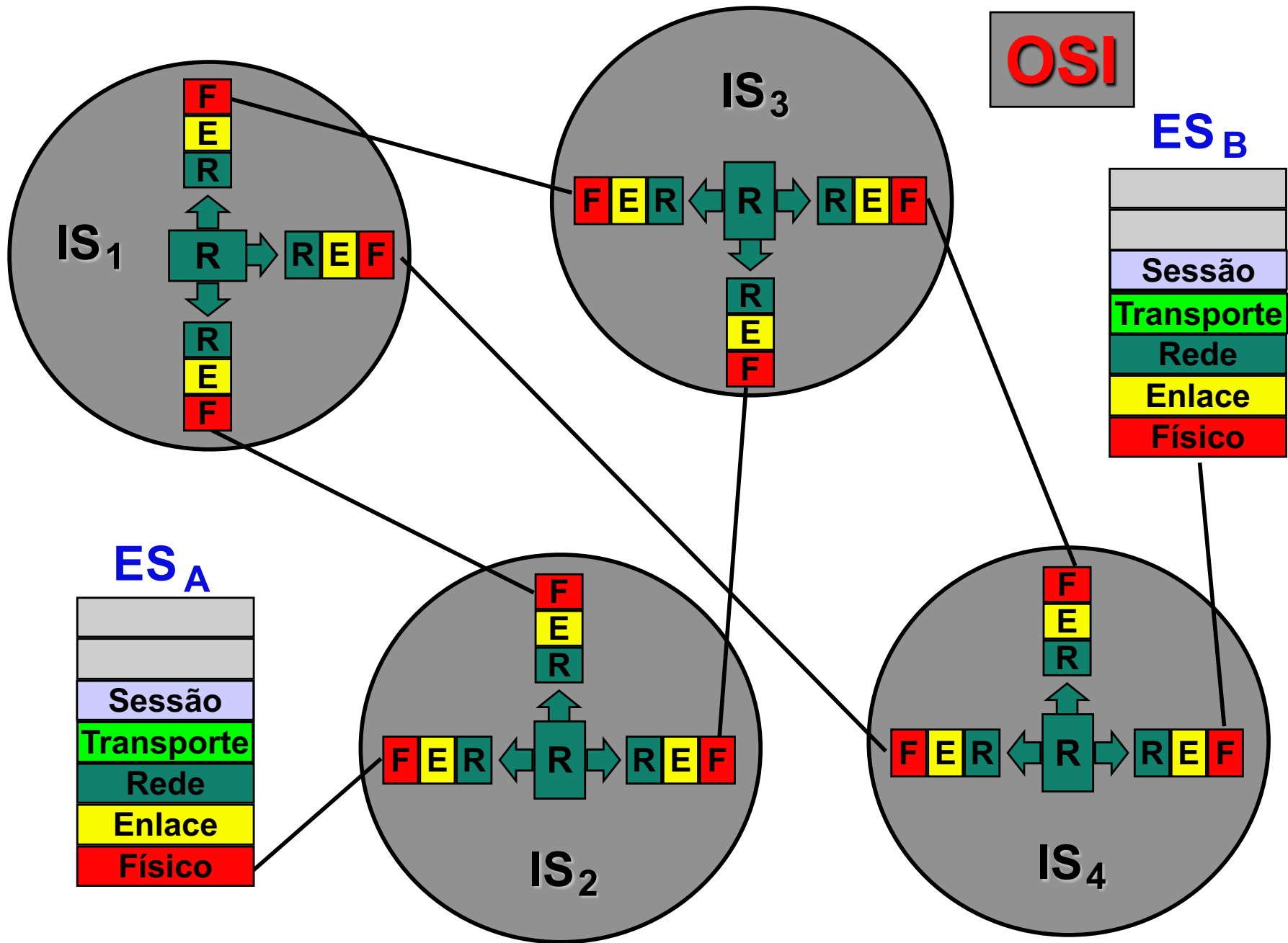


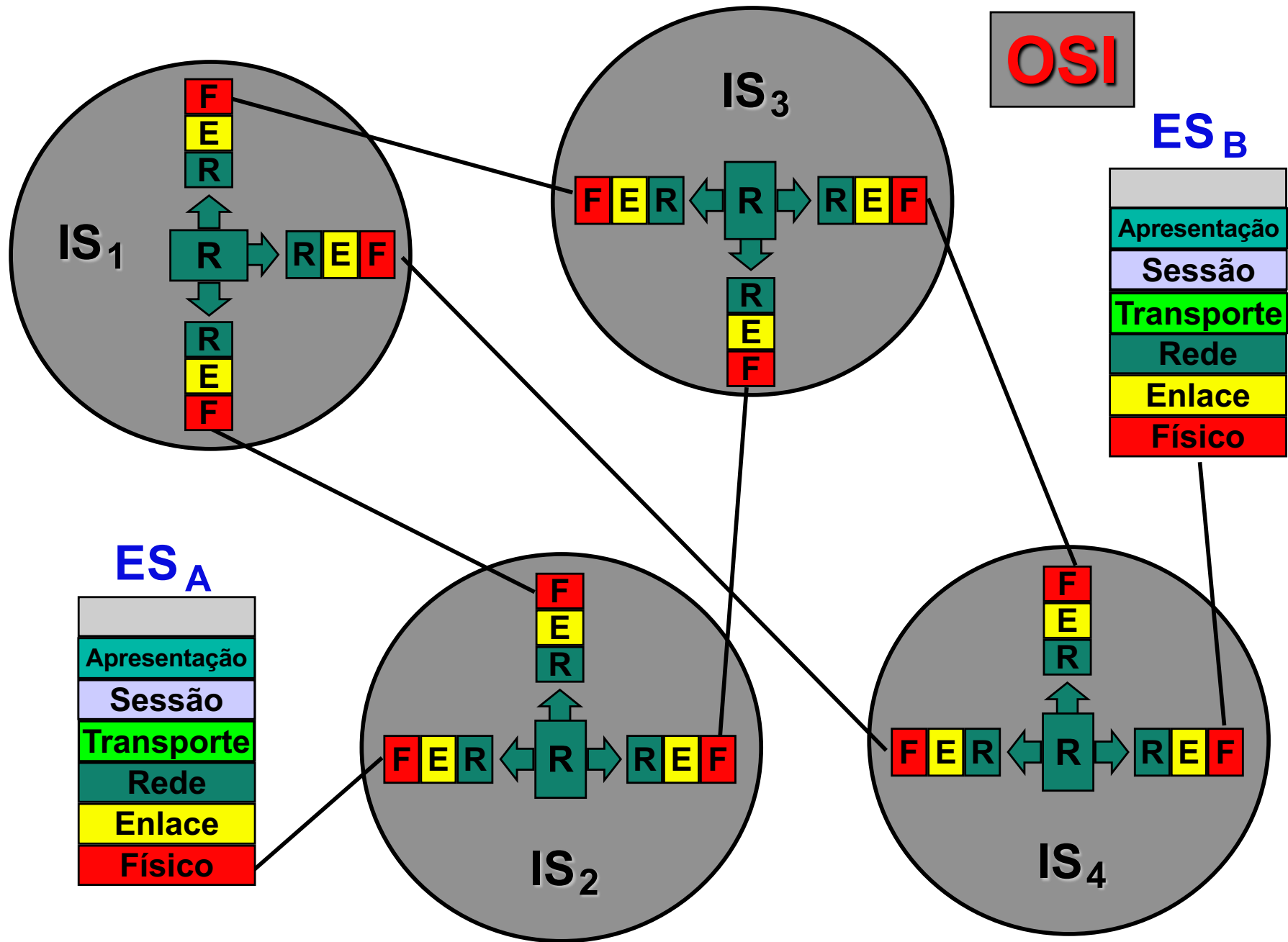


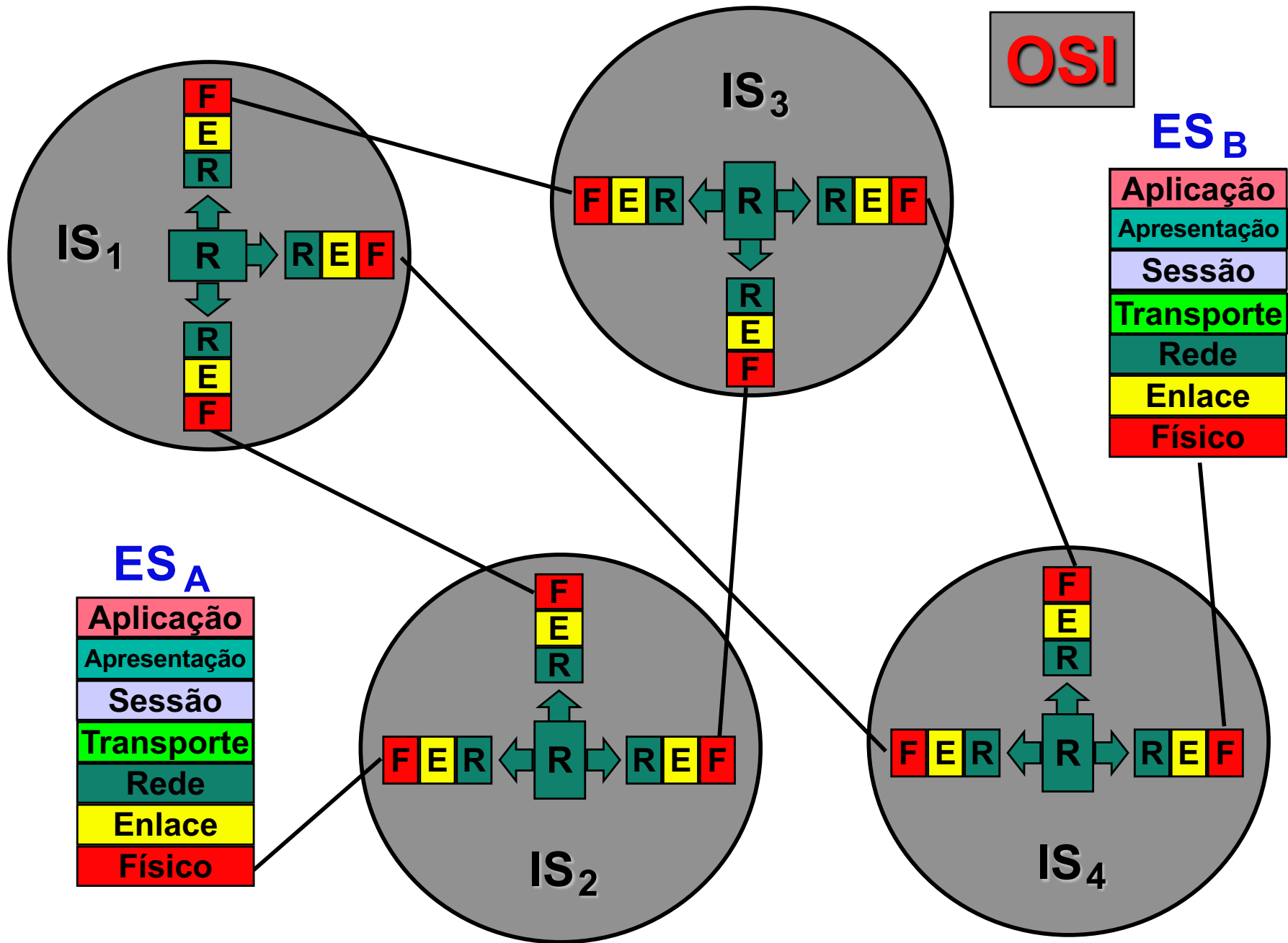










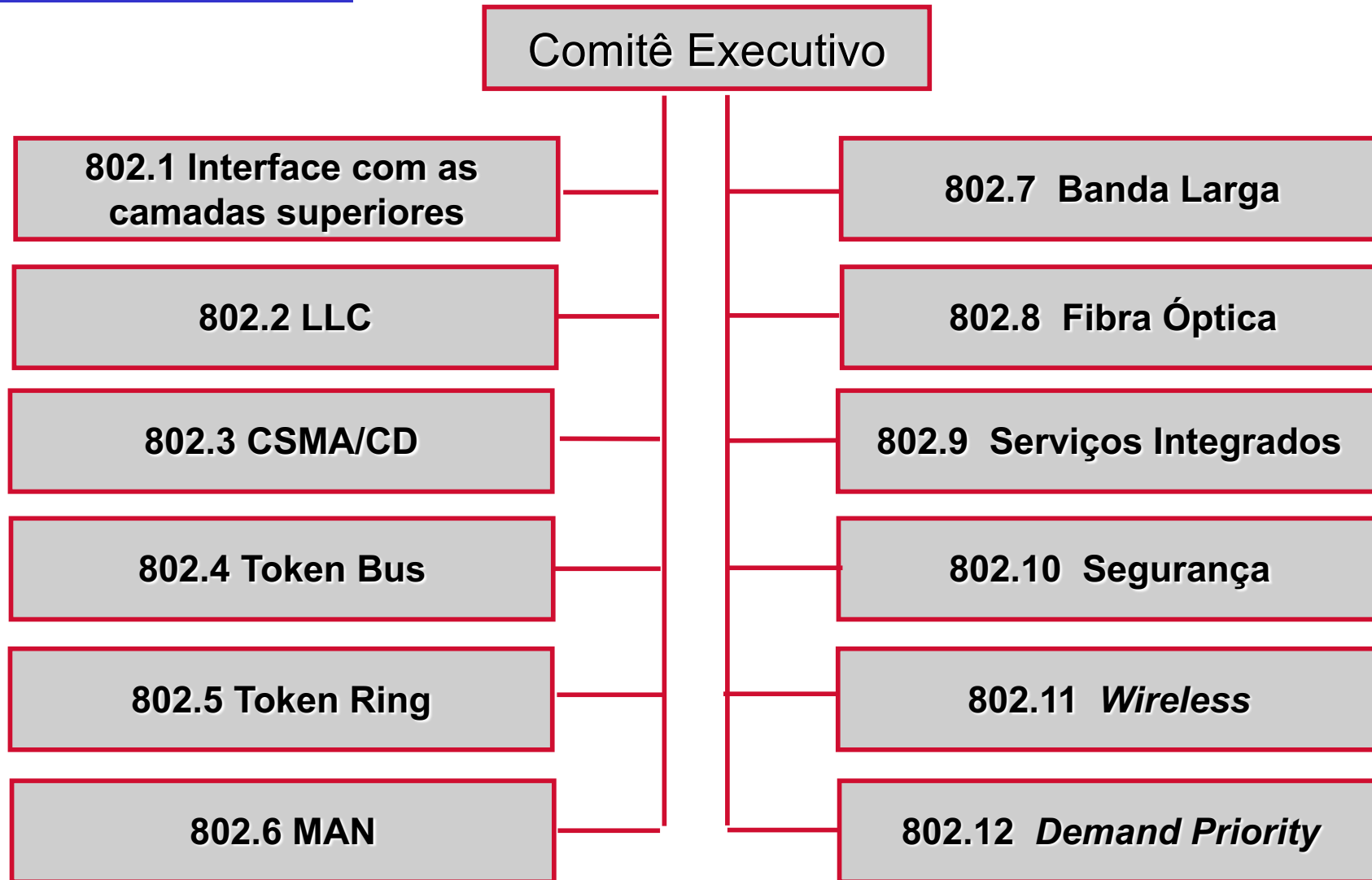


Arquitetura IEEE 802

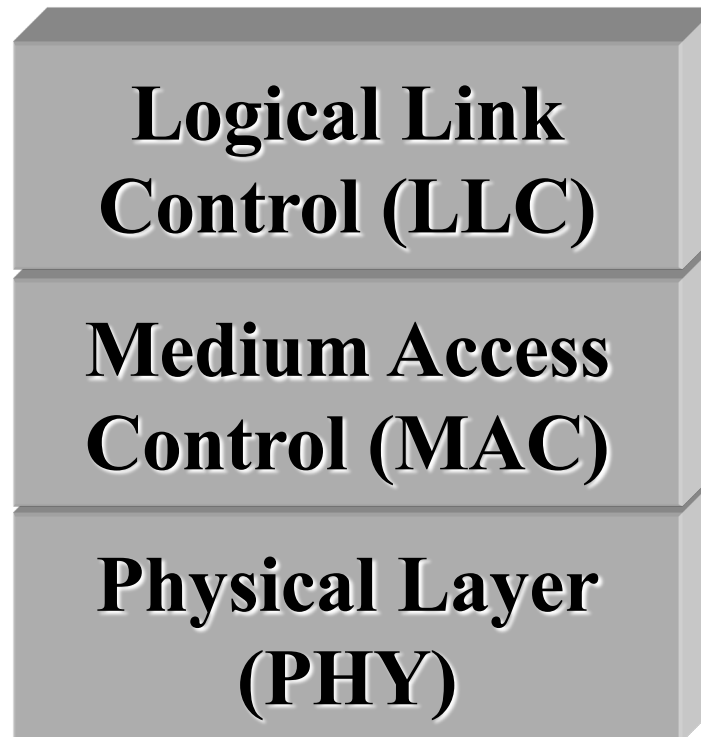
Arquitetura IEEE

- r IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- r Conjunto de Padrões para Redes Locais

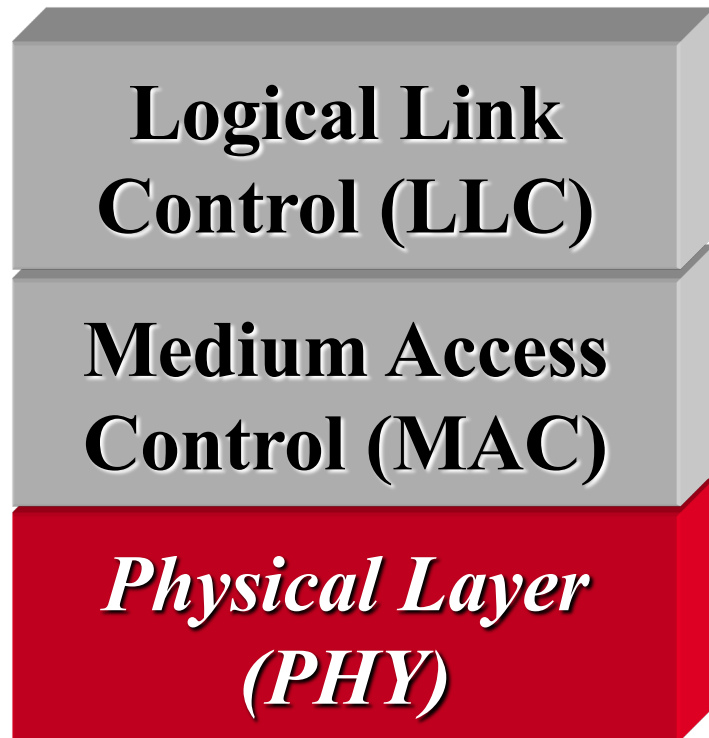
Comitê de Padronização do Projeto IEEE 802



Camadas da Arquitetura IEEE 802



Camada Física



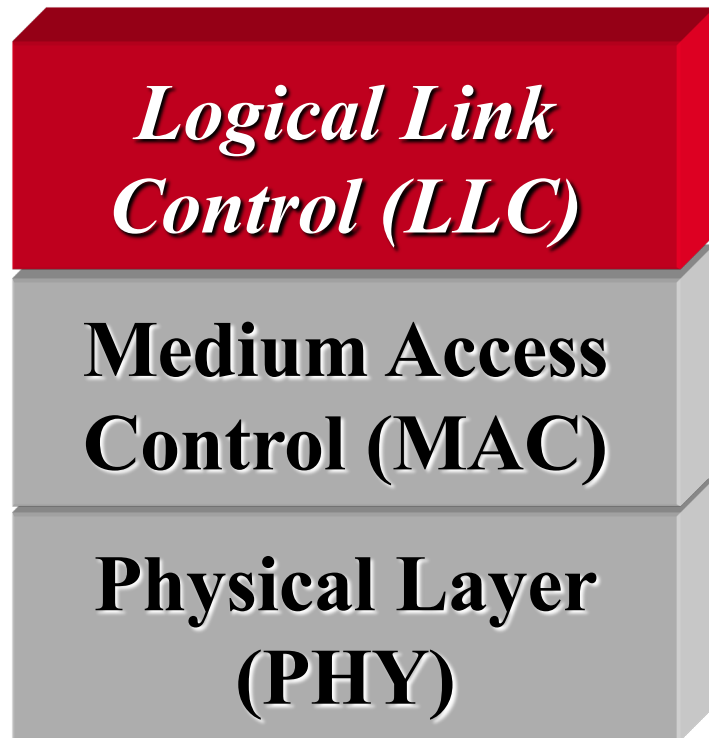
- ❑ Estabelecimento, manutenção e liberação de conexões físicas
- ❑ transmissão de bits através de um meio físico
 - Cabo coaxial
 - Par trançado
 - Fibra ótica
- ❑ Método de codificação
- ❑ Taxa de Transmissão

Camada de Controle de Acesso ao Meio



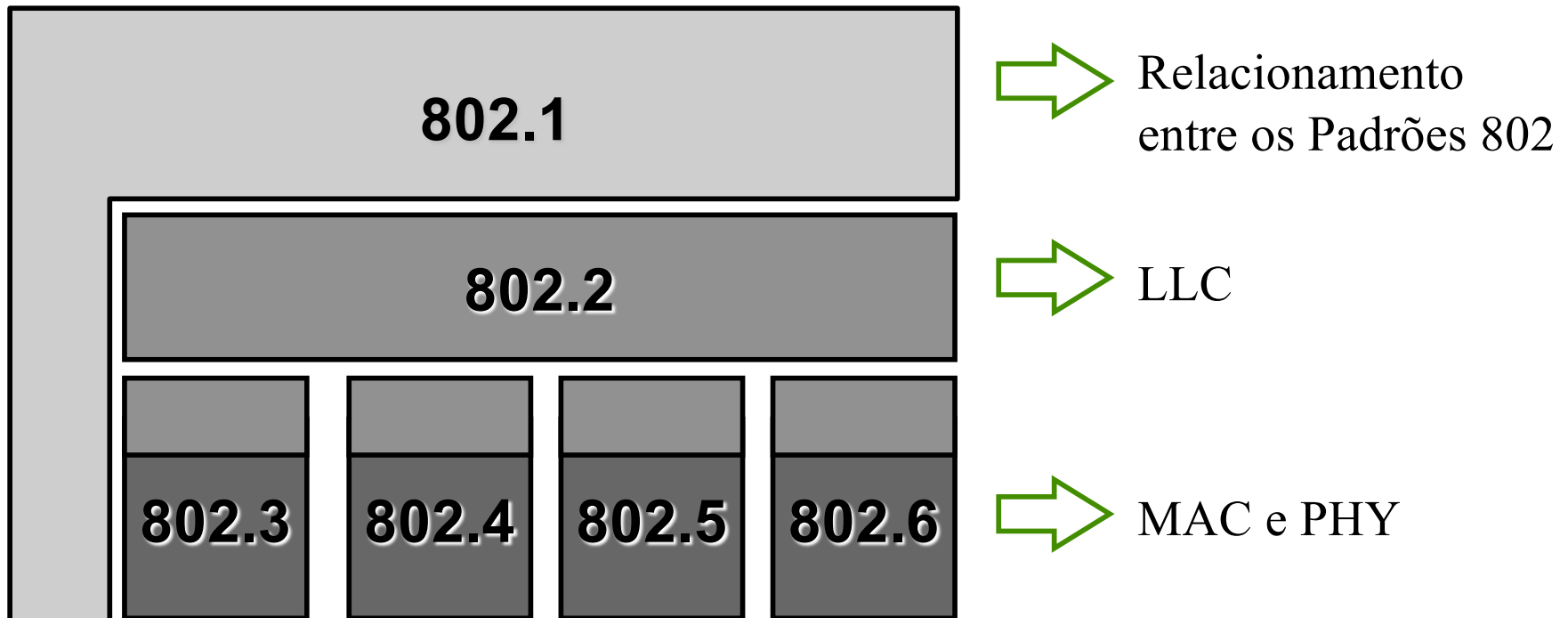
- Organização do acesso ao meio físico compartilhado
 - Barra
 - Anel
 - *Wireless*
- Técnicas
 - CSMA-CD (802.3)
 - Token Bus (802.4)
 - Token Ring (802.5)
 - DQDB (802.6)

Camada de Controle de Enlace Lógico

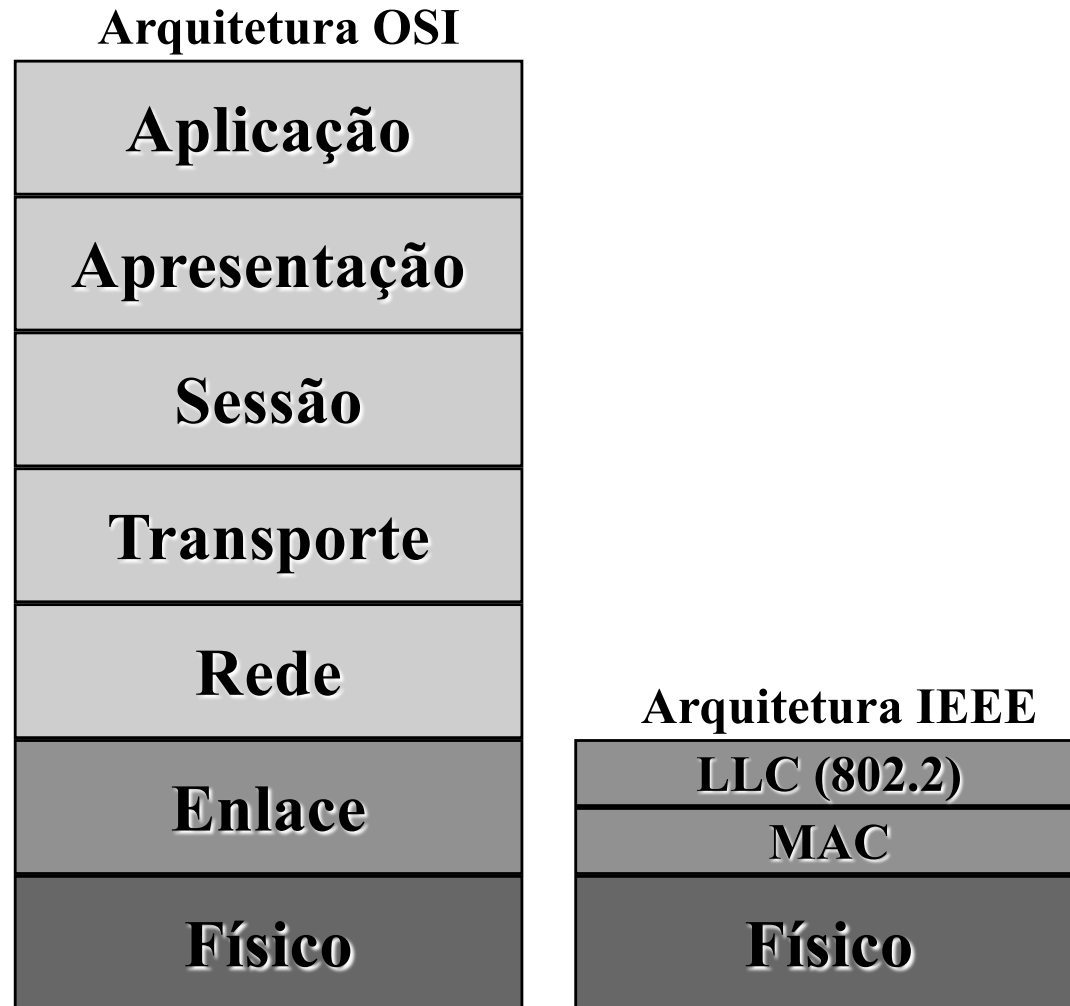


- ❑ Independência da camada MAC
- ❑ LSAPs
- ❑ Multiplexação
- ❑ Controle de erros e de fluxo

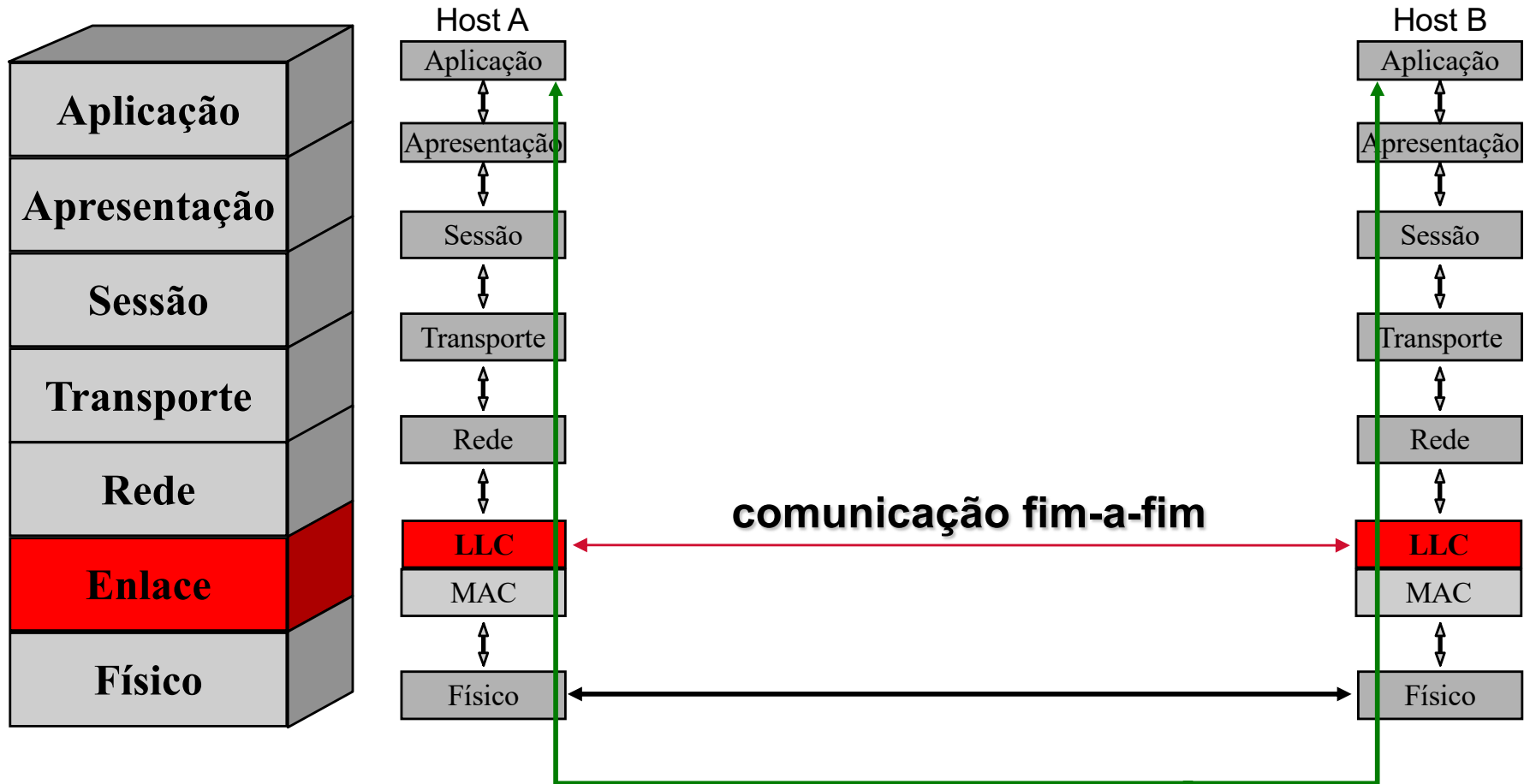
Padrões IEEE 802.X



OSI x IEEE 802

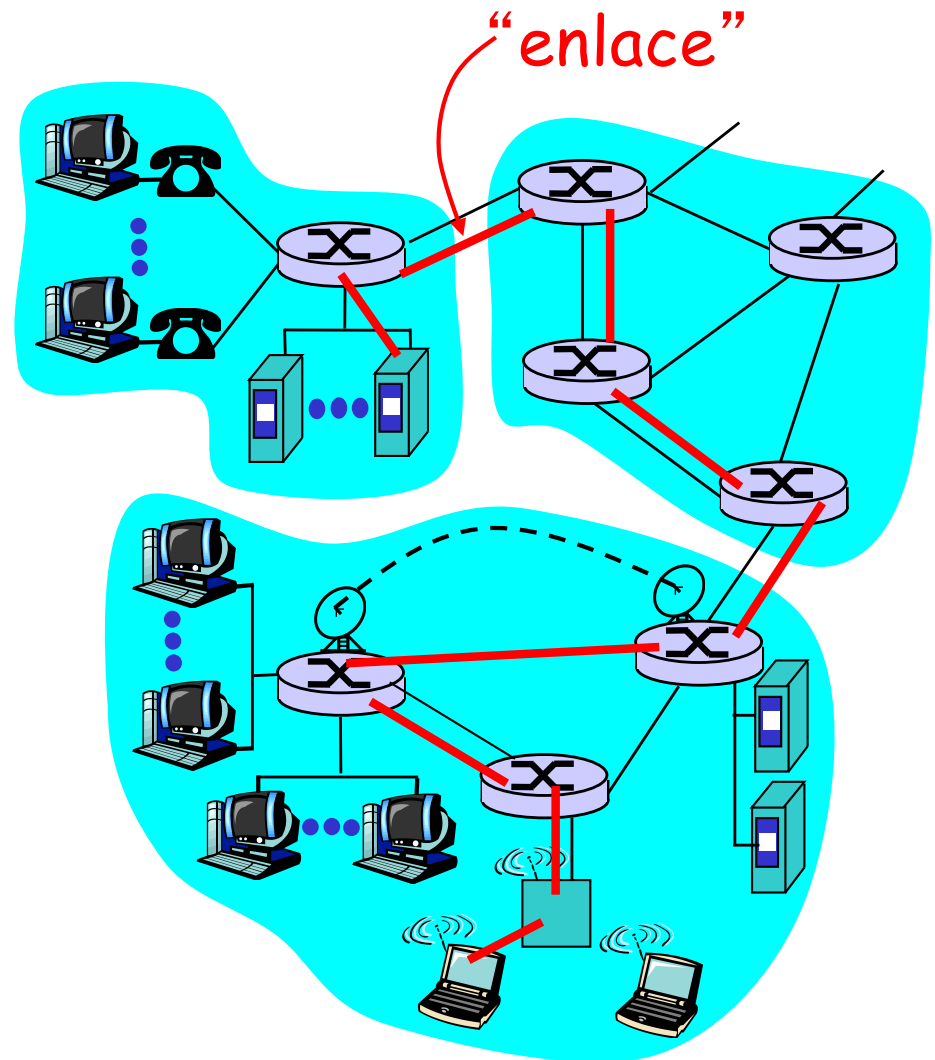


Arquitetura IEEE 802 (Redes Locais de Computadores)



Atuação da Camada de Enlace

A camada de enlace tem a responsabilidade de transferir datagramas de um nó para outro adjacente através de um enlace.



Camada de enlace: contexto

- ❑ Datagrama transferido por diferentes protocolos através de diferentes enlaces:
 - e.g., Ethernet no primeiro enlace, frame relay no enlace intermediário, 802.11 no último enlace.
- ❑ Cada protocolo da camada de enlace fornece serviço diferente
 - e.g., pode ou não fornecer confiabilidade através do enlace

Analogia com transporte

- ❑ viagem de Castanhal para São Paulo
 - carro: castanhal para Belém
 - avião: Belém para Rio
 - trem: Rio para São Paulo
- ❑ turista = datagrama
- ❑ segmento de transporte = enlace de comunicação
- ❑ modo de transporte = protocolo da camada de enlace
- ❑ agente de viagem = algoritmo de roteamento

Arquitetura TCP/IP (Internet)

Arquitetura TCP/IP (Internet)

- ❑ Desenvolvido pelo Departamento de Defesa Americano (DARPA)
- ❑ Padrão de fato
- ❑ Evolução da ARPANET
- ❑ Começo do projeto no início dos anos 70
- ❑ Arquitetura baseada no conceito de inter-redes

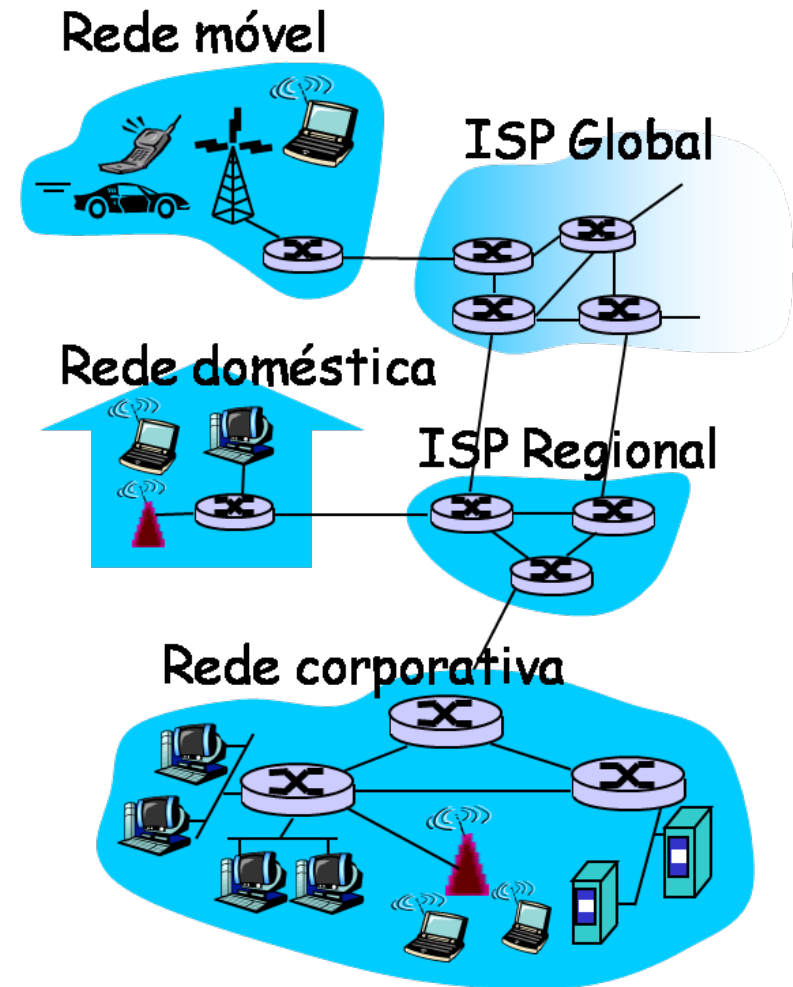
Por que inter-redes?

- ❑ As redes são entidades independentes que se adequam aos interesses de grupos específicos
- ❑ A Internet é um exemplo de inter-rede que interliga várias redes espalhadas pelos cinco continentes

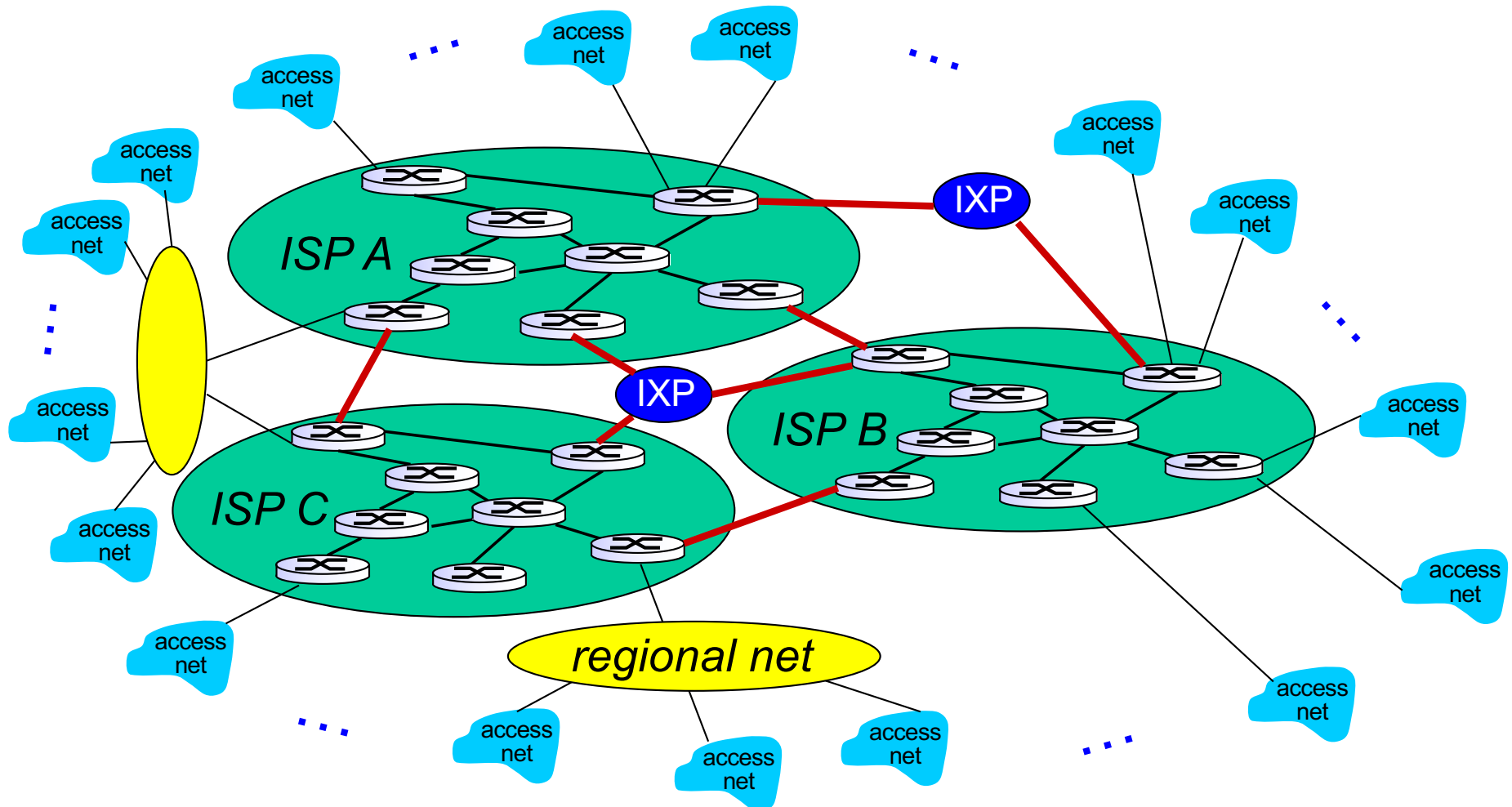
Conceito de Inter-redes

- r **Internet: “rede de redes”**
 - m aproximadamente hierárquica
 - m Internet pública versus intranet privada

- r **protocolos:** controlam envio, recepção de mensagens
 - m p.ex., TCP, IP, HTTP, FTP, PPP

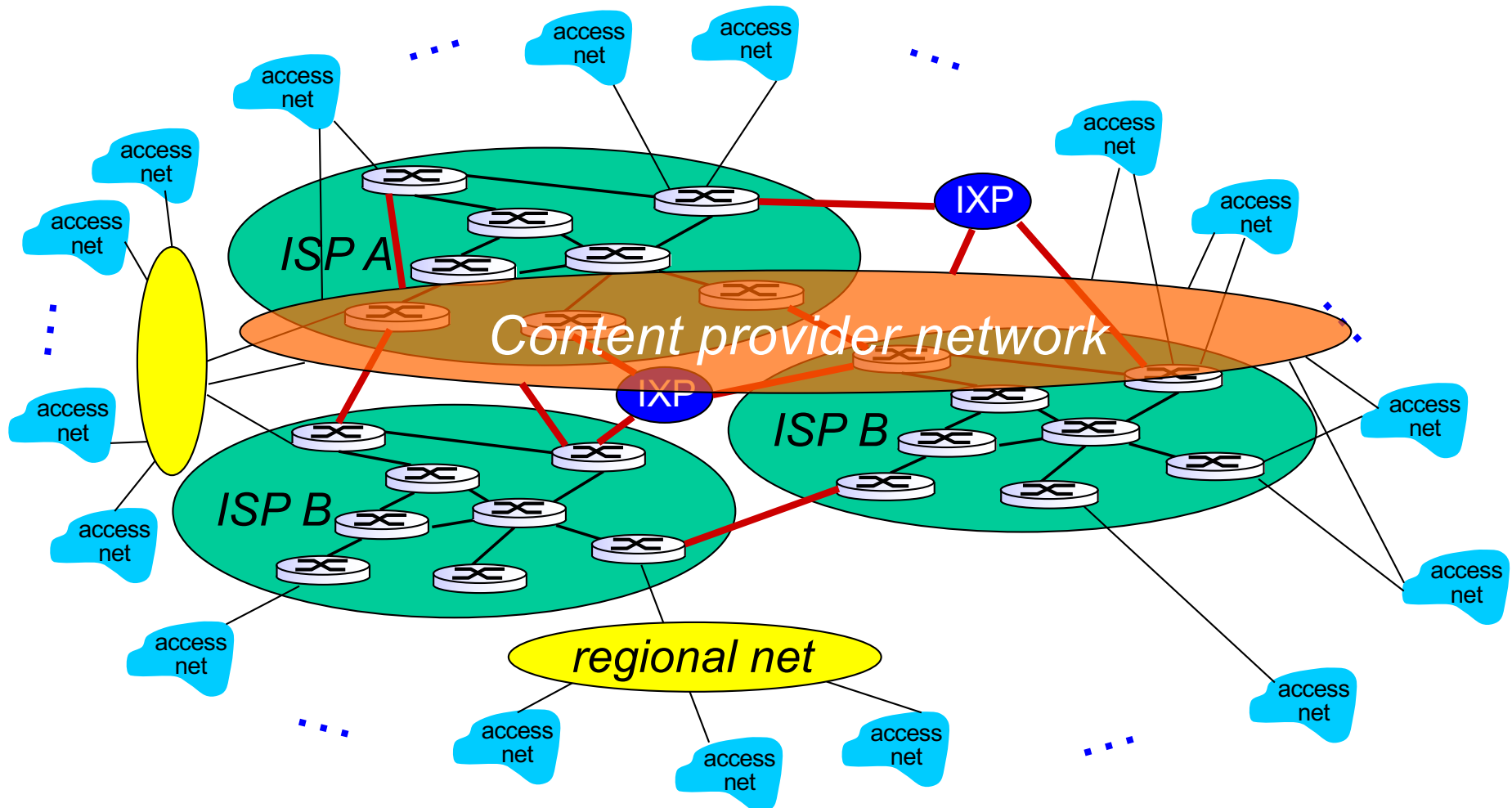


Estrutura da Internet: rede de redes

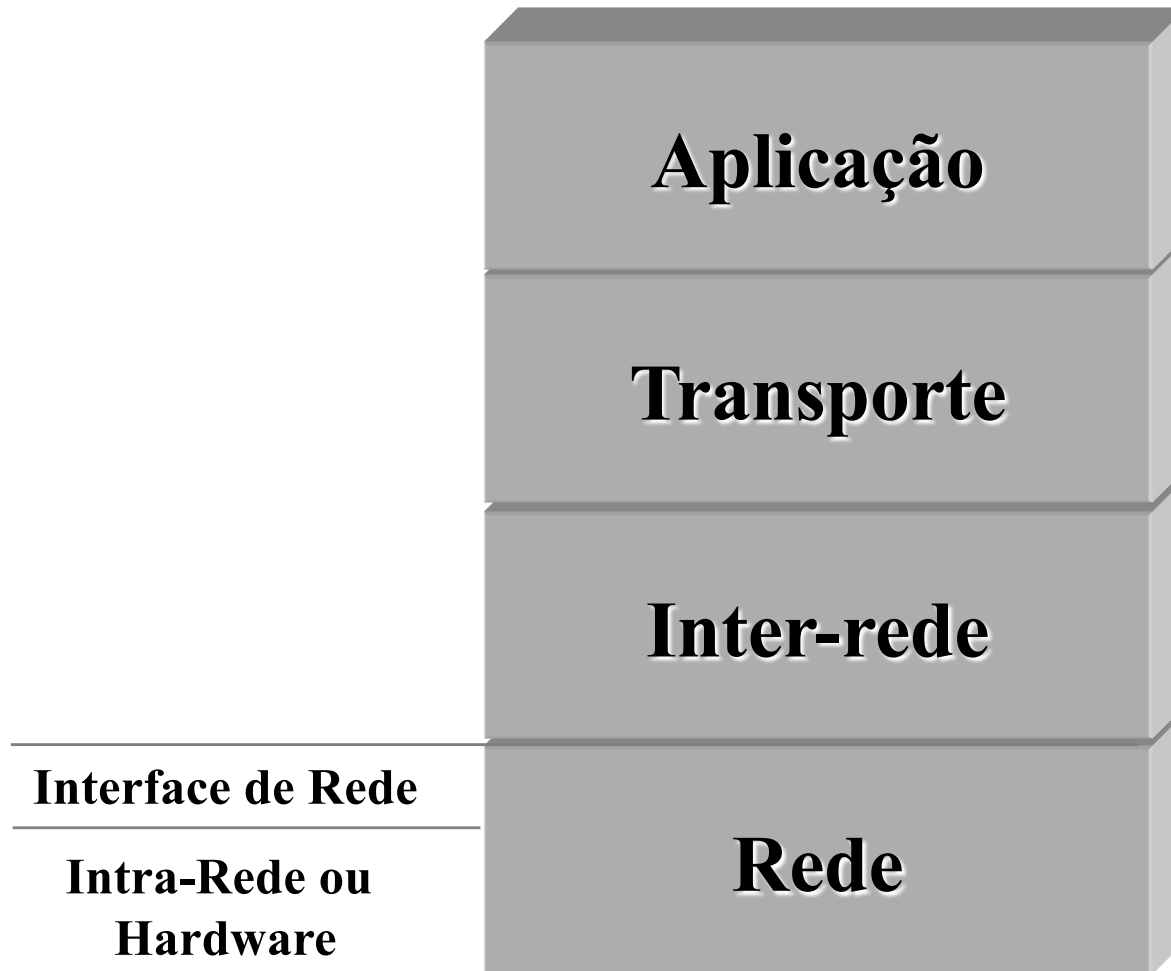


Estrutura da Internet: rede de redes

... e redes de provedores de conteúdo (e.g., Google, Microsoft, Akamai) para ofertar serviços aos usuários finais

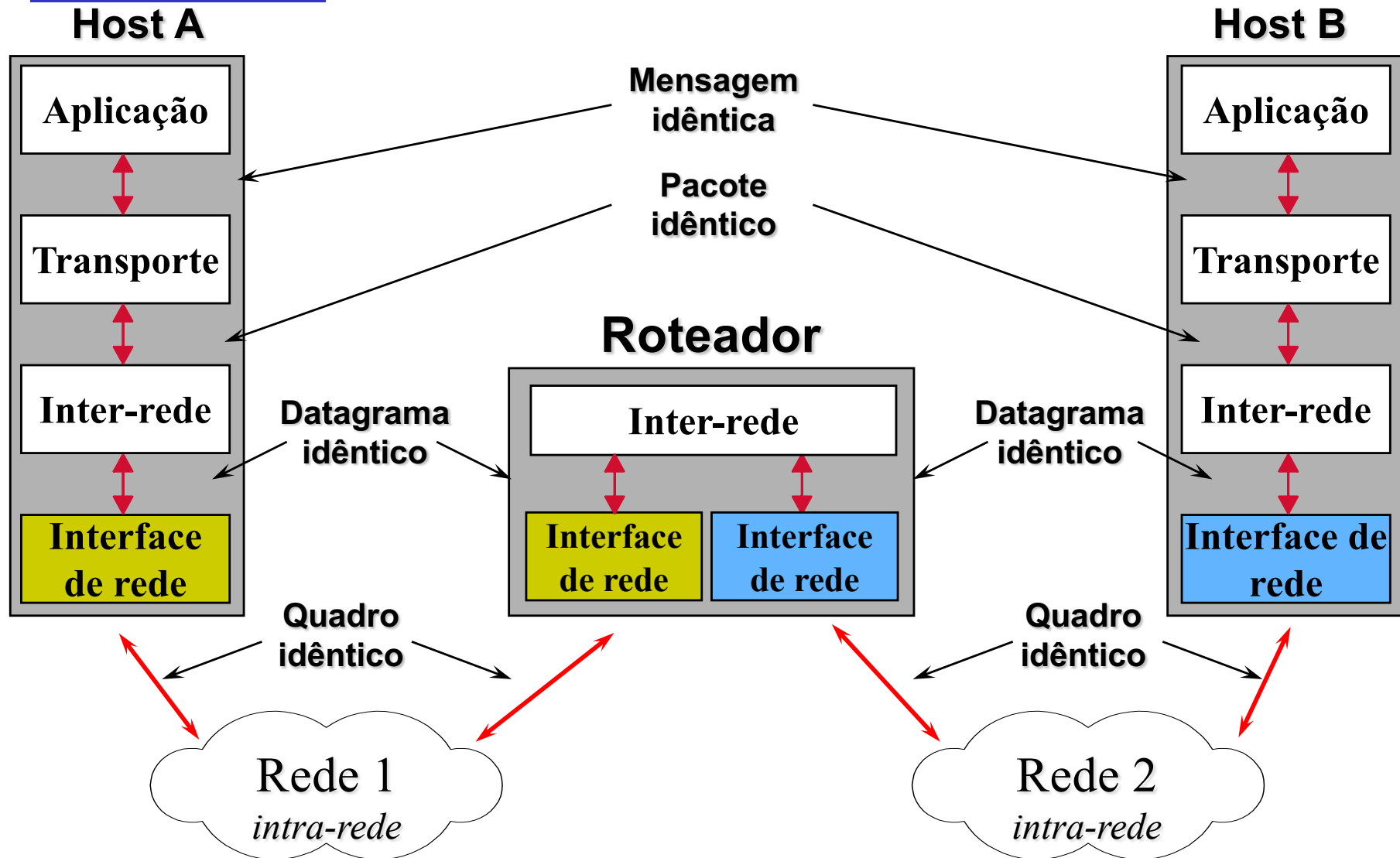


Camadas da Arquitetura TCP/IP



Nós Intermediários na Arquitetura

TCP/IP



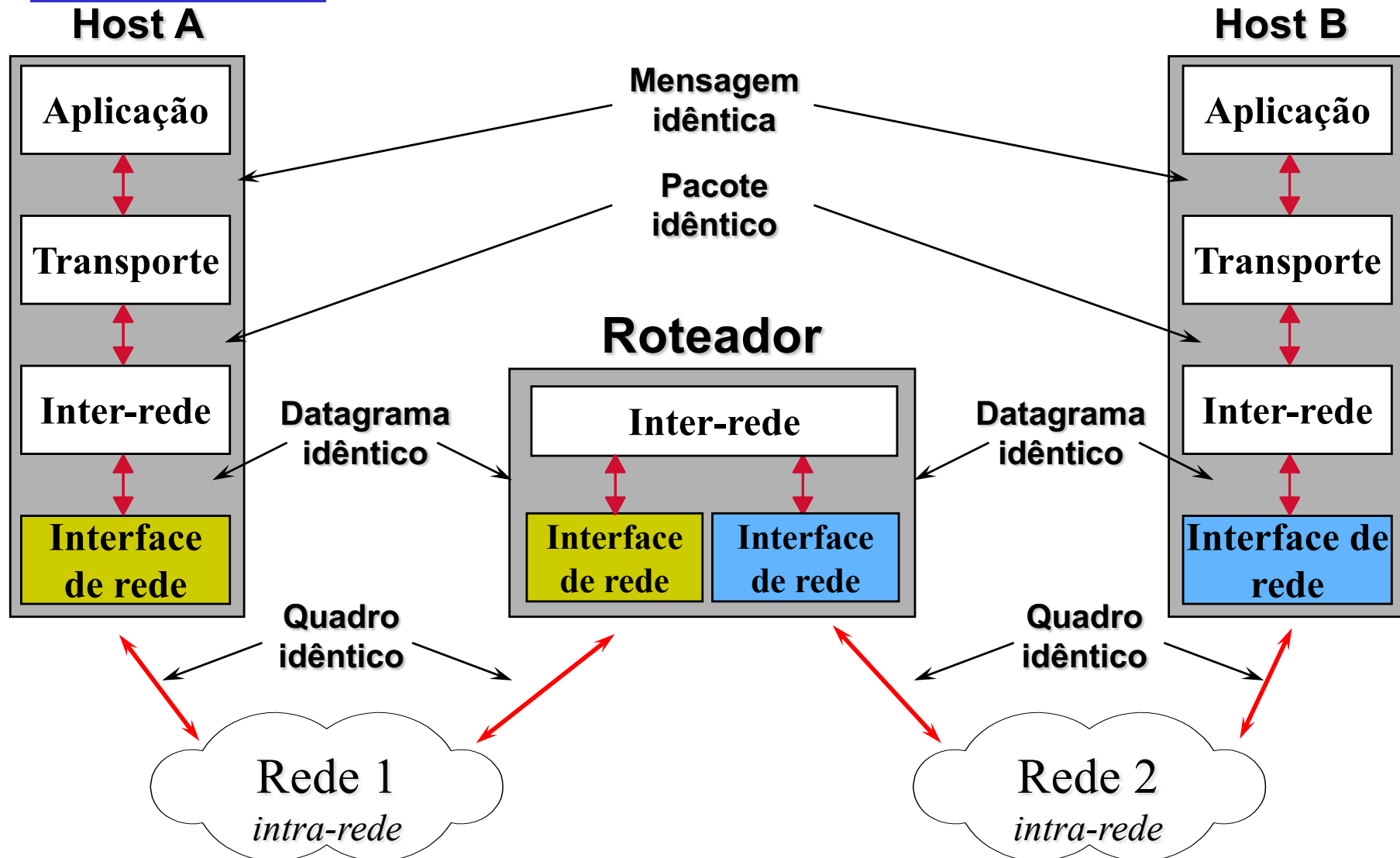
Internet Protocol (IP)



- ❑ Esquema de roteamento entre redes
- ❑ Endereços IP únicos designados por uma autoridade central (ICANN - *The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*)
- ❑ Interconexão e roteamento através de *Gateways*
- ❑ Roteamento baseado no endereço da rede e não do *host*
- ❑ Estrutura interna da rede transparente
- ❑ Serviço sem conexão

Nós Intermediários na Arquitetura

TCP/IP



Transmission Control Protocol

(TCP)



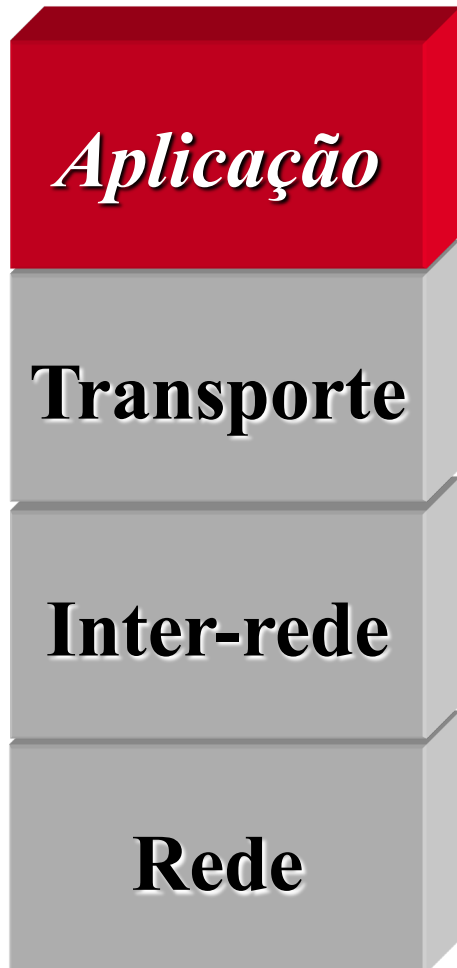
- ❑ Serviço confiável orientado à conexão (Circuito Virtual)
 - Sequenciação
 - Detecção e correção de erros fim-a-fim
 - Sliding Window
- ❑ Ponto terminal = (Estação, Porta)
- ❑ Conexão identificada por um par de pontos terminais

User Datagram Protocol (UDP)



- Serviço sem conexão não confiável
- Multiplexação

Aplicação



- Serviços utilizando TCP
 - Telnet
 - FTP
 - SMTP
 - HTTP
- Serviços utilizando UDP
 - DNS
 - SNMP

OSI x TCP/IP

Arquitetura OSI



Arquitetura TCP/IP

