



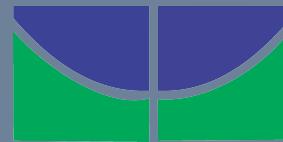
Teleinformática e Redes 2

Software de Redes e Modelos de Referência

Prof.º Geraldo P. Rocha Filho

geraldof@unb.br

Brasília

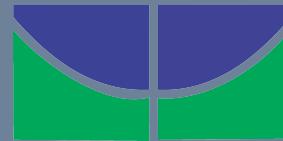


- *Software de Rede*
 - Serviço, Protocolo e Interface
- Tipos de Serviços
 - Serviços orientados e não orientados a conexões
- Questões de Projeto Relacionado a Rede
- Primitivas de Serviços
- O modelo de referência OSI e TCP/IP
 - A importância do modelo
 - Estudar os objetivos das camadas
 - Funcionamento entre as camadas, encapsulamento



Software de Rede

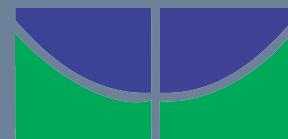
Camadas de protocolos!



- As redes são complexas com muitos “pedaços”:
 - Hosts;
 - Roteadores;
 - Enlaces de diversos meios;
 - Aplicações;
 - Protocolos; e
 - Hardware/Software.

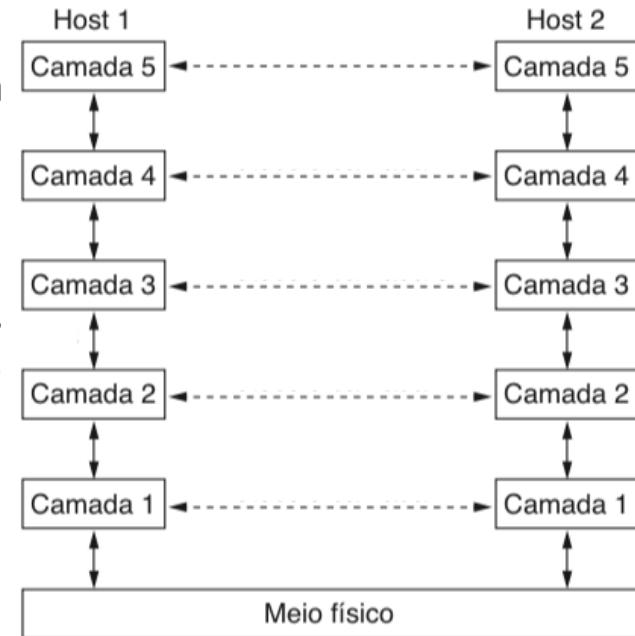
Pergunta: Há alguma *esperança* em conseguirmos organizar a **estrutura da rede?**

....Ou pelo menos estruturar nossa discussão para isso.

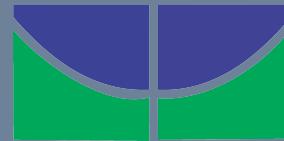


Hierarquias de Protocolos

- Como reduzir a **complexidade** do projeto de redes?
 - A maioria das redes é organizada como uma **pilha de camadas** (ou níveis), colocadas umas sobre as outras
 - O número, nome, conteúdo e função de cada camada **diferem.**
- Qual o objetivo de cada camada?
 - Oferecer determinados serviços às camadas superiores, **isolando** essas camadas dos detalhes de **implementação** real desses recursos
 - Analogia. Cada camada é uma espécie de Máquina Virtual ou POA



Por que dividir em camadas?

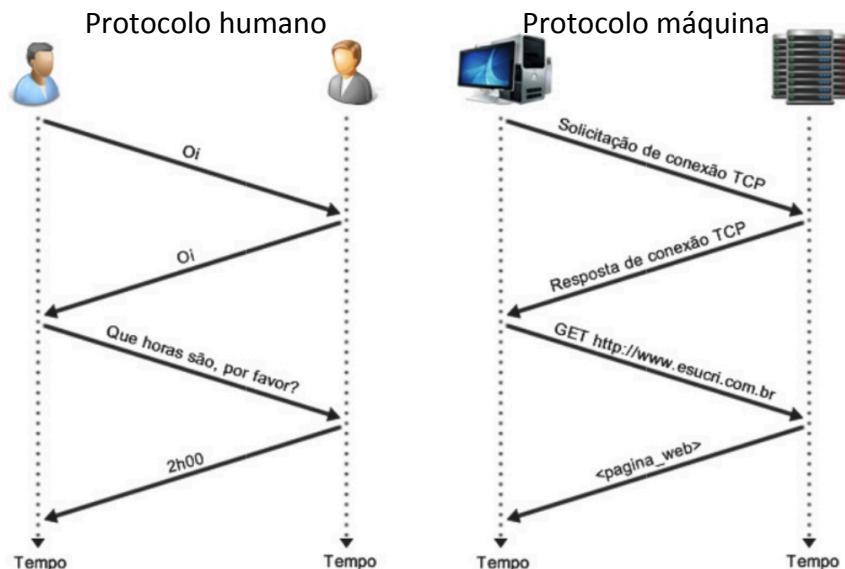


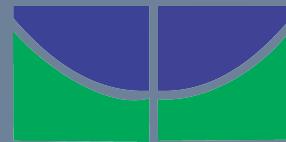
- Abordagem para lidar com sistemas complexos:
 - Estrutura **explícita** permite a identificação e relacionamento entre as partes do sistema complexo
 - **modelo de referência** em camadas para discussão
 - modularização facilita a manutenção e atualização do sistema
 - mudança na implementação do serviço da camada é transparente para o resto do sistema
 - ex., mudança no procedimento no portão não afeta o resto do sistema
 - divisão em camadas é considerada **prejudicial**?

Comunicação entre as camadas!

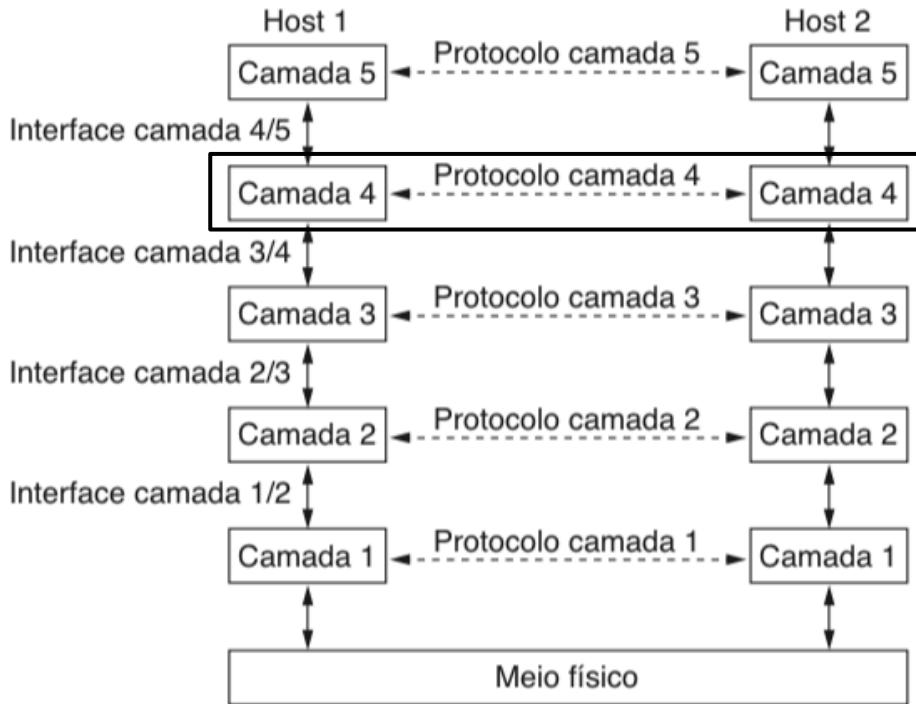


- Como a **camada *n*** de uma máquina se **comunica** com a **camada *n*** de outra máquina?
 - **Protocolo:** Acordo entre as partes que se comunicam, estabelecendo como se dará a comunicação

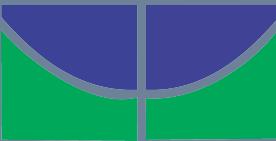




Comunicação entre as camadas!

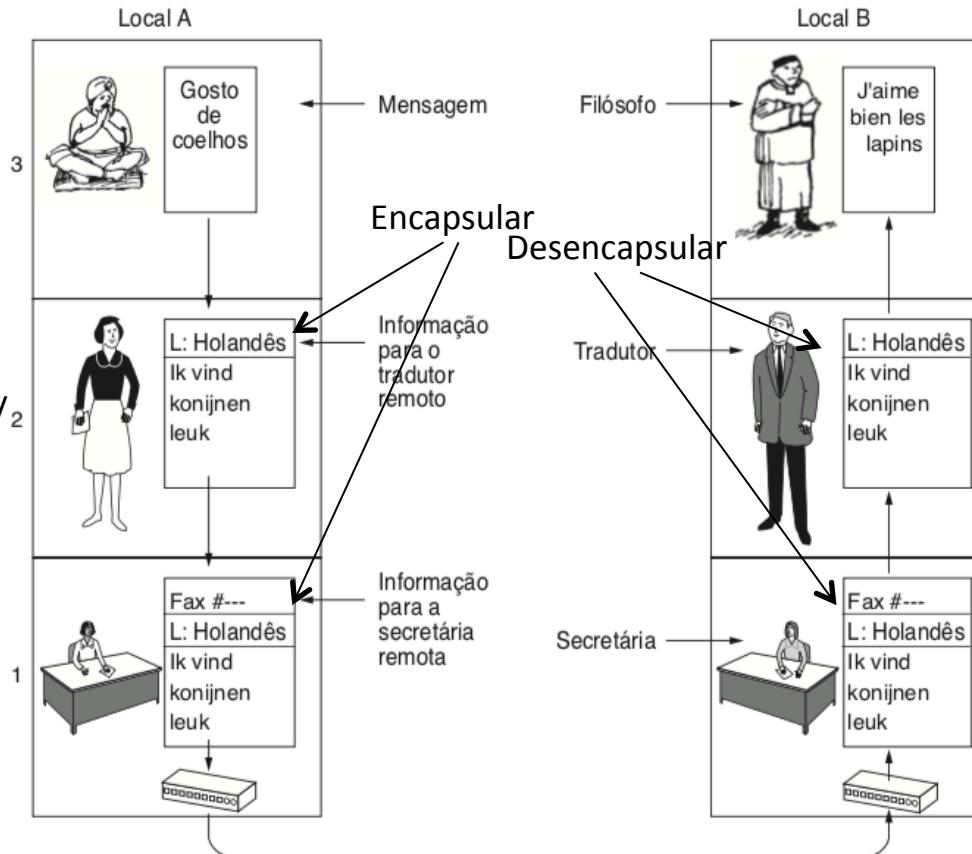


- Os **pares** se comunicam utilizando protocolos
 - Os dados são transferidos **diretamente** da **camanda *n*** de uma máquina para a **camada *n*** de outra máquina?
- Cada camada transfere os dados e as informações de controle para a camada **imediatamente** abaixo dela!
- Entre cada par de camadas adjacentes existe uma **interface**: Define as operações e os serviços que a camada inferior tem a oferecer à camada que se encontra acima dela
- **Interface** bem definida simplifica a **substituição** dos protocolos nas camadas



Analogia!

Filósofo A:
Português



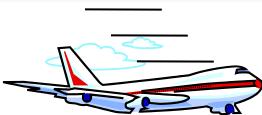
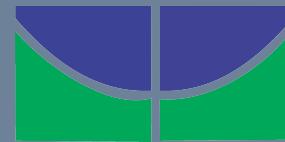
Filósofo B:
Francês

Quais são os protocolos da camada 2 e 1?

Tradutor:
Holandês p/
o Francês

Interfaces 3/2 e 2/1
são bem definidas?

Organização e uma viagem aérea



transferência de ponta a ponta de pessoa mais bagagem

Passagem (comprar)
Bagagem (despachar)
Portões (embarcar)
Decolagem
Roteamento da aeronave

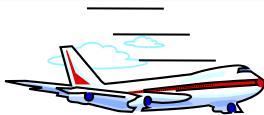
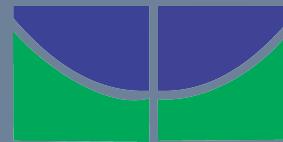
Passagem (reclamar)
Bagagem (recuperar)
Portões (desembarcar)
Aterrissagem
Roteamento da aeronave

Roteamento da aeronave

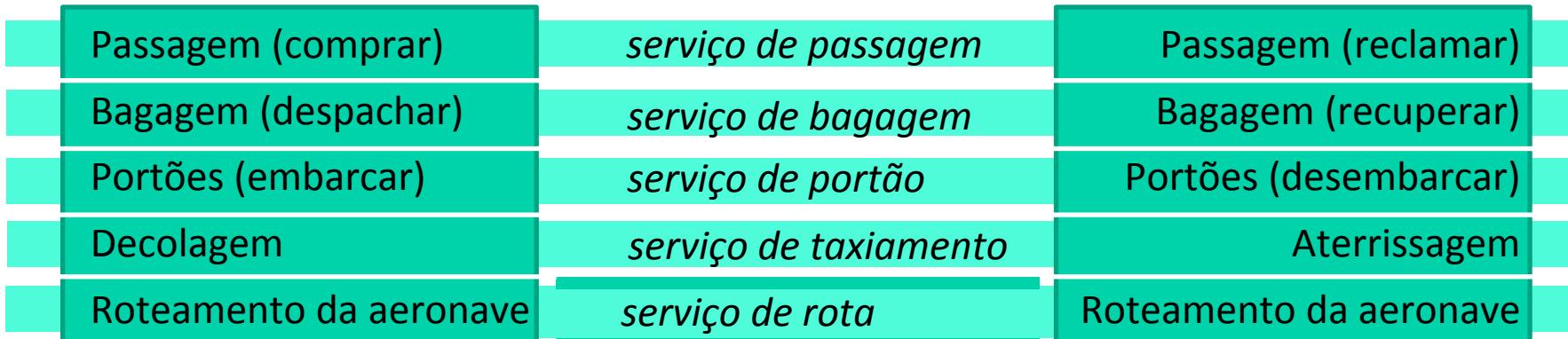
Como você **definiria/discutiria** o sistema de viagens aéreas?

Uma série de etapas, envolvendo muitos serviços!

Organização e uma viagem aérea



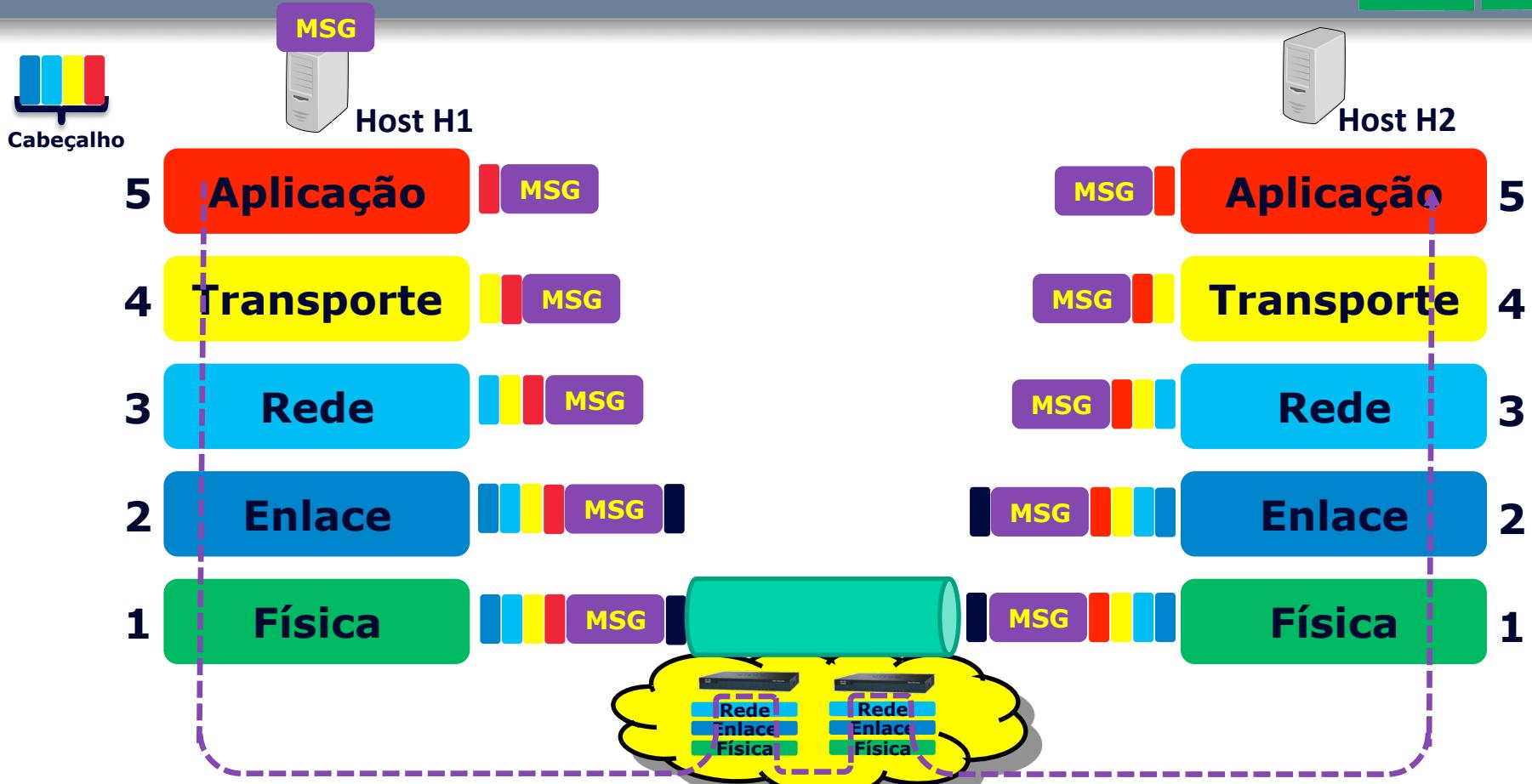
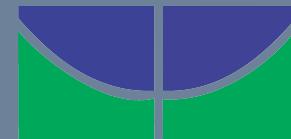
transferência de ponta a ponta de pessoa mais bagagem



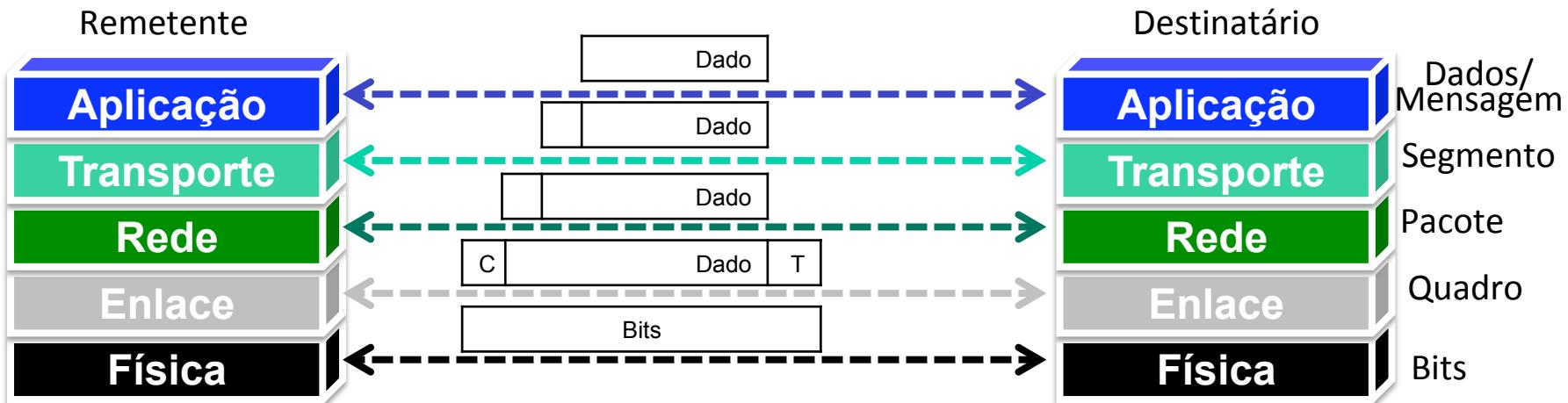
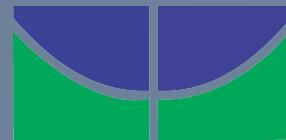
Camadas: Cada camada implementa um serviço:

- Por meio das ações internas à camada
- Depende dos serviços providos pela camada inferior

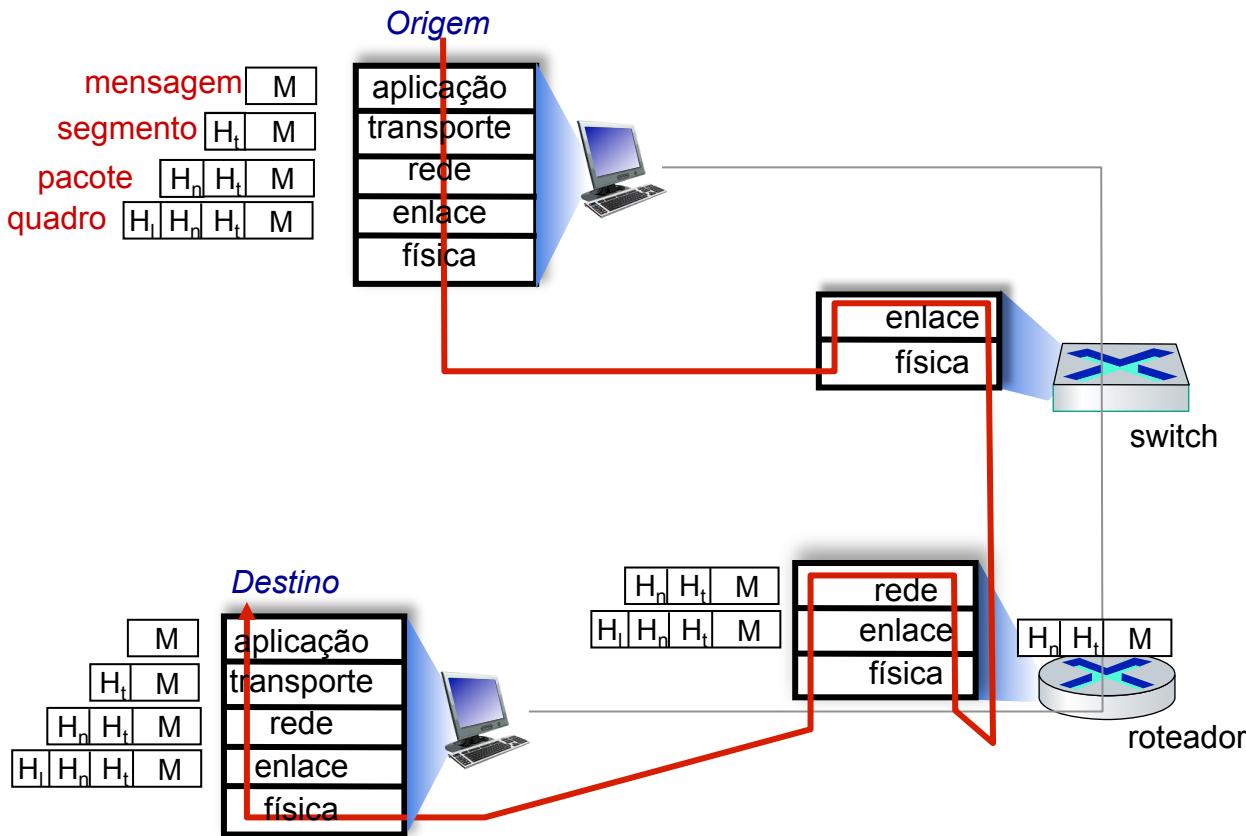
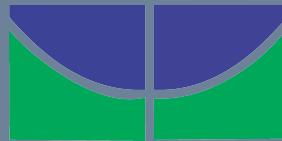
Exemplo mais técnico de comunicação



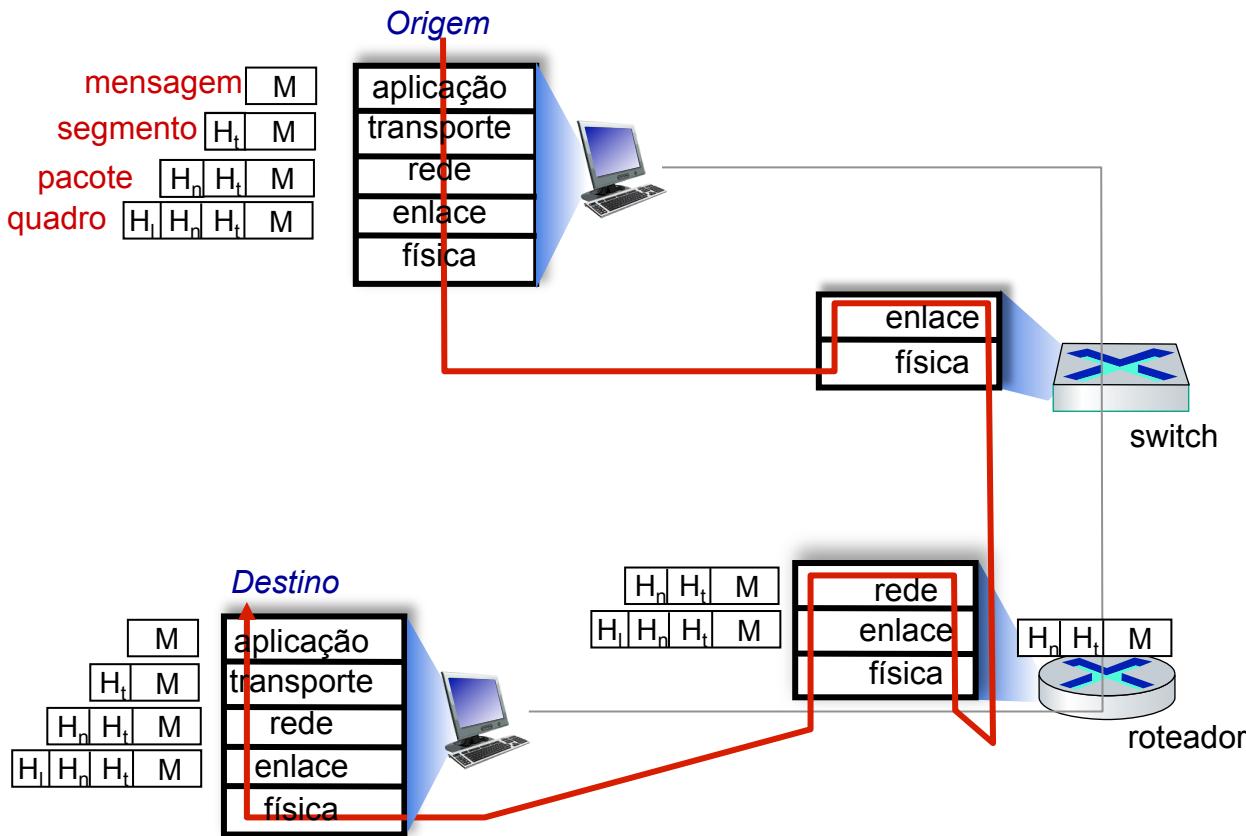
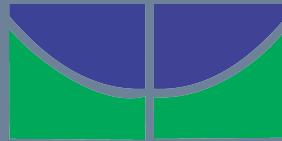
Encapsulamento



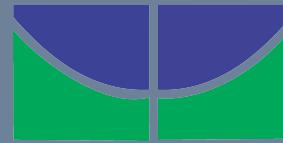
Encapsulamento: Uma visão fim-a-fim



Encapsulamento: Uma visão fim-a-fim

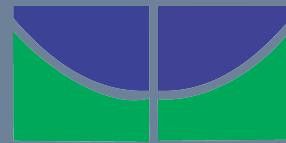


Questões de Projeto Relacionado às Camadas



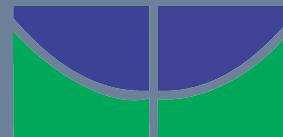
- Tem o objetivo de criar uma rede que opere corretamente!
 - Apesar de ser composta de uma coleção de componentes que não são confiáveis.
 - Bits trafegando pela rede: Provavelmente alguns bits sejam recebidos com problemas (invertidos) em virtude de um ruído elétrico casual, sinais sem fio aleatórios, falhas de *hardware* e bugs de *software*! **Como corrigir?**
- Outra questão de confiabilidade é descobrir um caminho que funcione por meio de uma rede

Evolução da rede

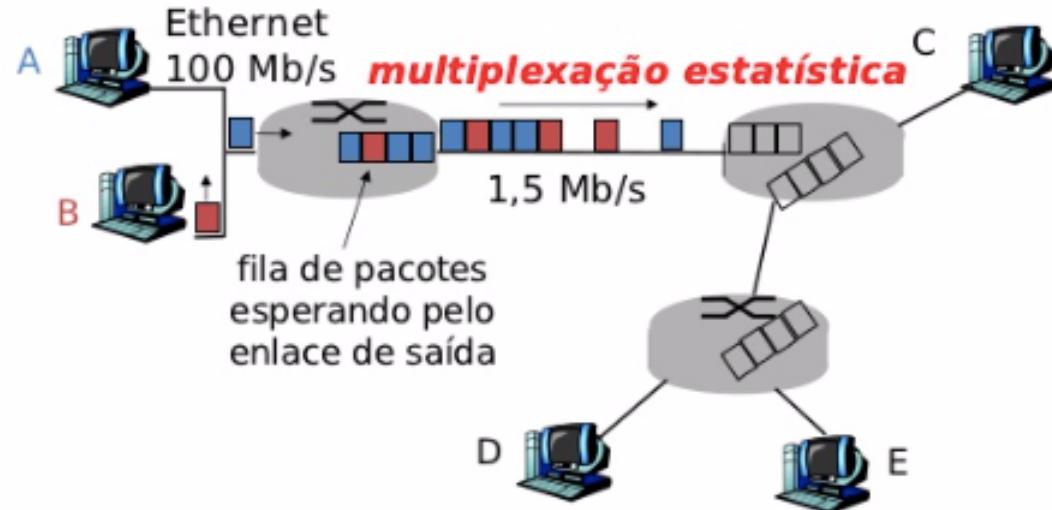


- Com o tempo, as redes se tornam maiores e novos projetos aparecem precisando ser conectados à rede existente.
 - Um aspecto do crescimento é que diferentes tecnologias de rede normalmente têm diferentes limitações
 - Uma das soluções: Camadas de protocolos!
 - Quando a infraestrutura de rede aumenta, pode gerar problema de congestionamento!

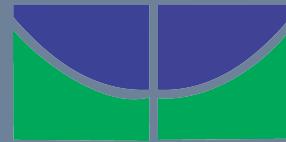




Alocação de recursos



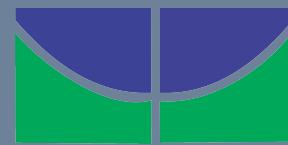
- Compartilhamento de largura de banda da rede **dinamicamente**, de acordo com a necessidade dos *hosts* a curto prazo
 - Ao invés de dar a cada *host* uma fração **fixa** da largura de banda, no qual o *host* pode ou não usar!



- A última questão de projeto trata de proteger a rede, defendendo-a contra diferentes tipos de ameaças.
 - Uma das ameaças está relacionada com a invasão
- Mecanismo de autenticidade e integridade
- Diferença entre **autenticidade** e **integridade**?



Tipos de Serviços

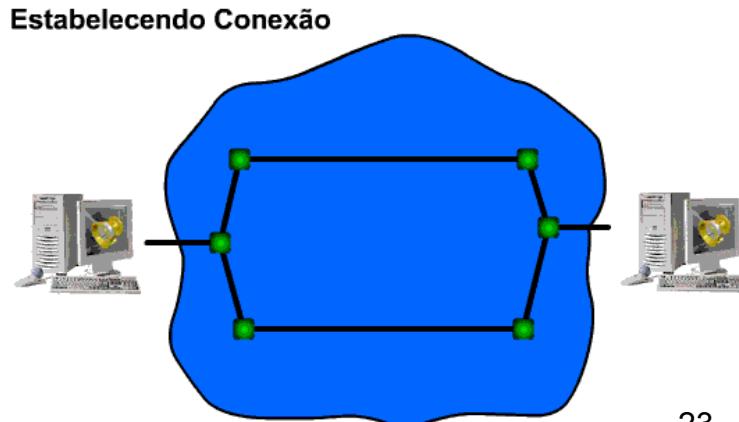


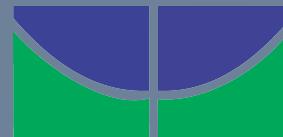
Tipos de serviços

- As camadas podem oferecer dois tipos diferentes de serviços às camadas situadas acima delas:
 - Serviços orientados a conexões
 - Serviços não orientados a conexões



- Se baseia no sistema telefônico
 - Para ligar:
 1. Digita o número
 2. Fala
 3. Desliga
 - Serviço com conexão:
 1. Primeiro o usuário estabelece uma conexão
 2. Utiliza o canal de comunicação – enviando dados
 3. Encerra a conexão
 - O estabelecimento da conexão requer uma **negociação!**
 - Quem conduz a **negociação** é o transmissor, receptor e a sub-rede. Ex. Tamanho máximo da mensagem e qualidade do serviço
 - Serviço com conexão a ordem dos dados enviados é **preservada**.

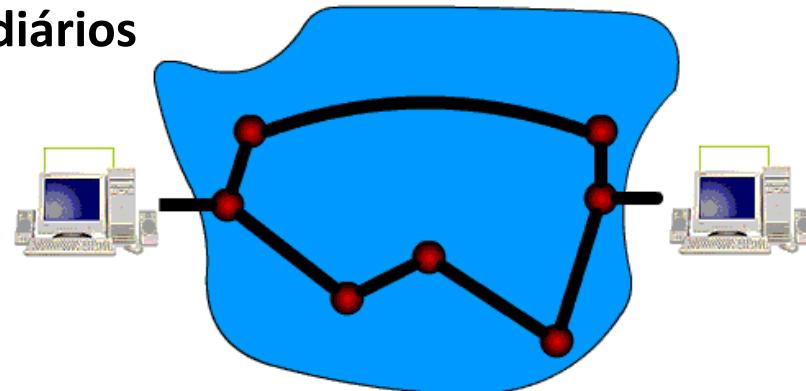


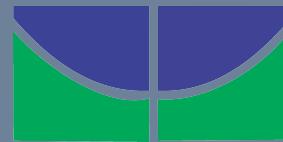


Serviço não orientados a conexão

- Também conhecido como serviço sem conexão, se baseia no **sistema postal**
 - Cada mensagem (carta) possui o endereço de destino completo
 - Cada uma das mensagens é roteada pelos nós intermediários (central do correio)
 - Independente das outras rotas
- Transmissão da mensagem no **nós intermediários** (sub-rede):
 - *Store-and-forward*
 - *Cut-through*

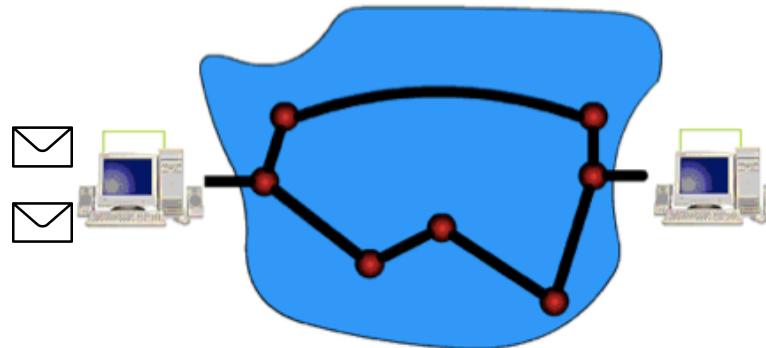
ENVIANDO INFORMAÇÕES



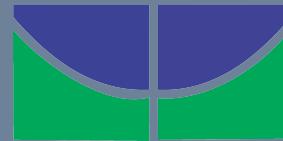


Serviço não orientados a conexão

- Quando duas mensagens são enviadas ao mesmo destino, a **primeira a ser enviada é a primeira a chegar?**



- A entrega de mensagem não é confiável:
 - Mensagens podem ser perdidas

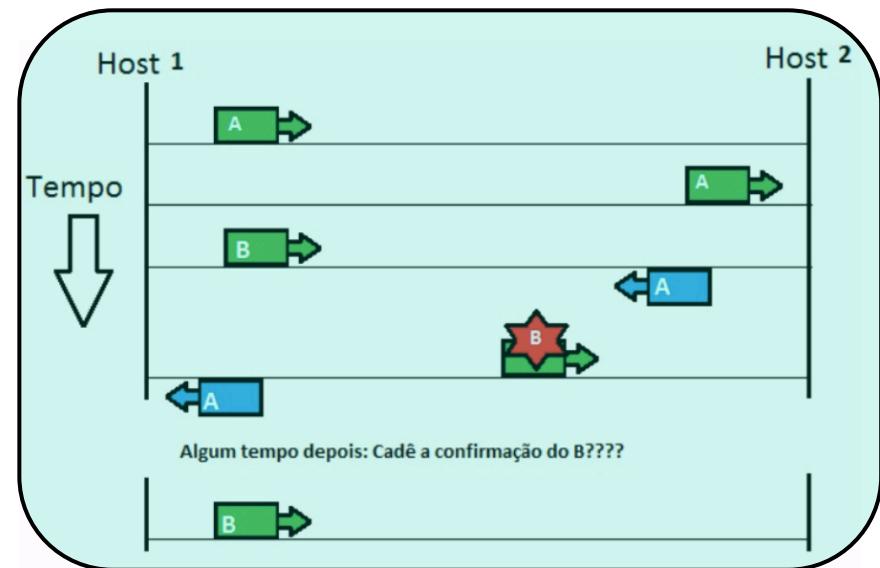
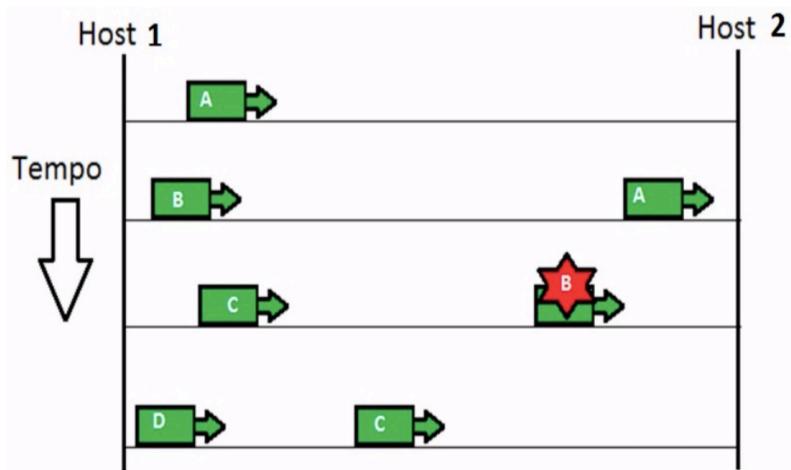
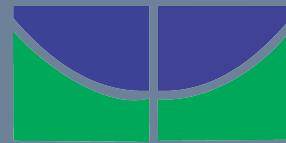


- Em geral, um serviço confiável é implementado para que o **receptor confirme** o recebimento de cada mensagem, de modo que o **transmissor se certifique** de que a mensagem chegou

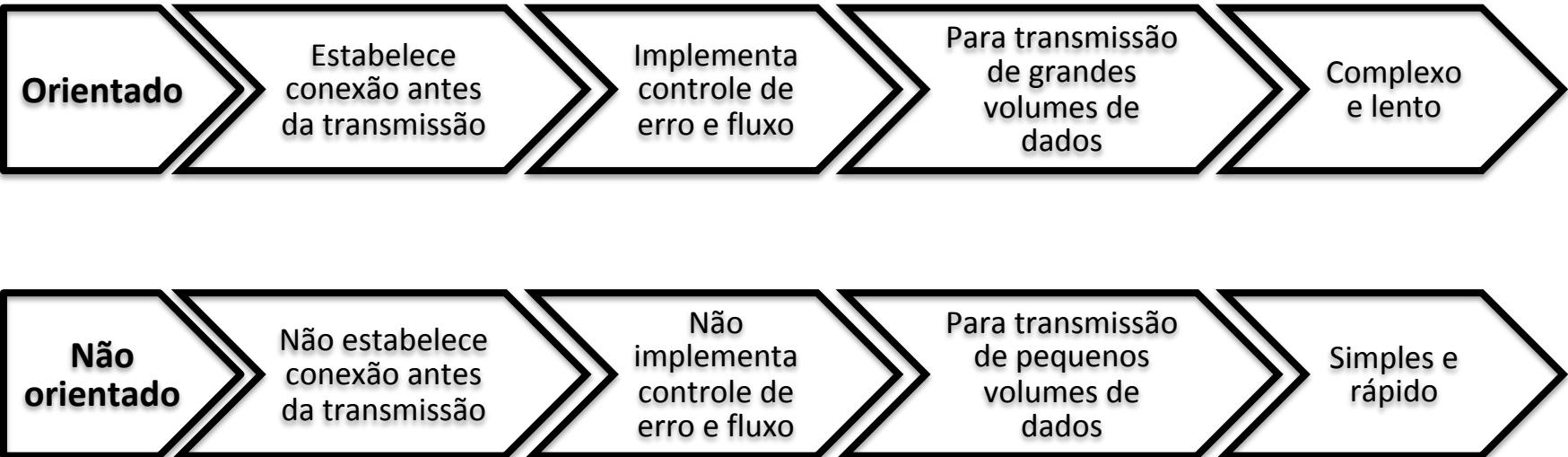
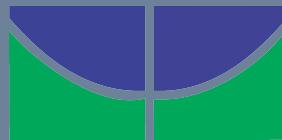
Há uma limitação na entrega da mensagem confiável?

- Onde implementar a confiabilidade em um serviço não orientado a conexão?
 - Nas camadas da hierarquia de protocolos

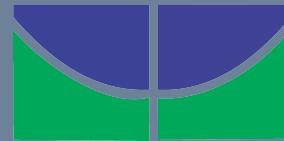
Qual dos serviços abaixo é orientado a conexão?



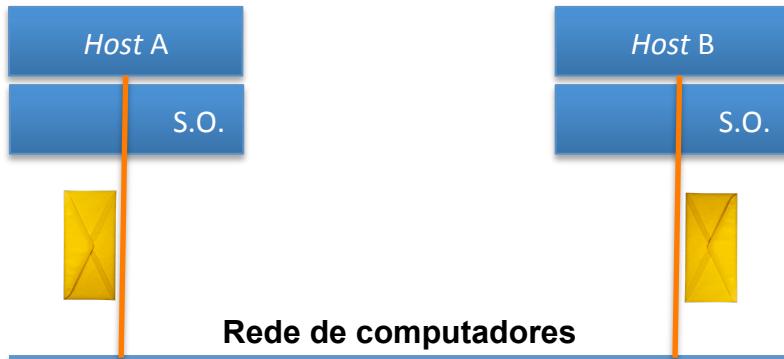
Diferenças: Serviço orientado *versus* não orientado?



Primitivas de serviço



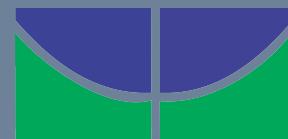
- Como os *hosts* trocam informações se não há uma **memória compartilhada**?



Sem memória compartilhada

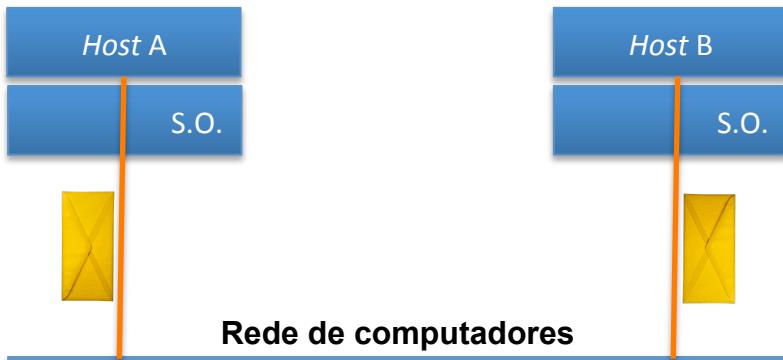
- ❑ Troca de mensagens pela rede
- ❑ Primitivas de serviços são necessárias

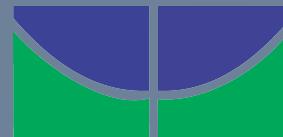
Devido à ausência de **memória compartilhada**, toda comunicação entre os *hosts* é baseada no envio e recebimento de mensagens (de baixo nível)



Primitivas de serviço

- As **primitivas** (operações) informam ao **serviço** que ele deve executar/relatar uma ação executada por uma **entidade par**
- Se a pilha de protocolos estiver localizada no **Sistema Operacional (SO)**, como ocorre com frequência, as primitivas serão realizadas por **chamadas de sistema** (núcleo e usuário) do SO
- As primitivas para um serviço **orientado a conexões** são diferentes das oferecidas em um serviço **não orientado a conexões**?



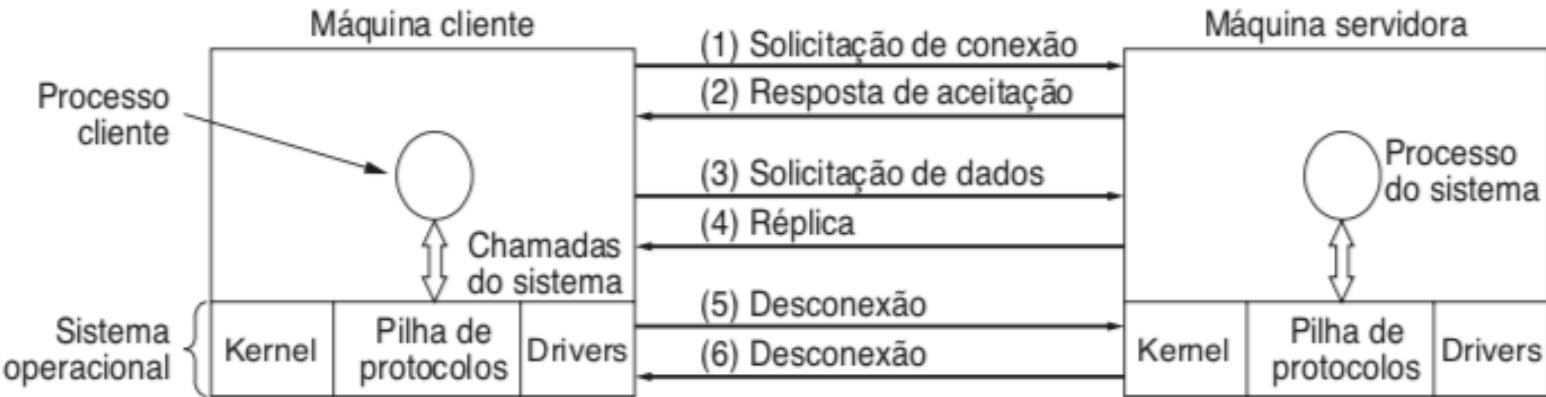
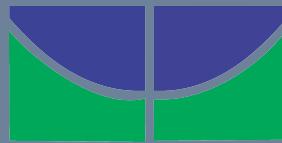


Conjunto de primitivas de serviço

- Primitivas de serviço para realizar uma conexão entre um cliente e servidor

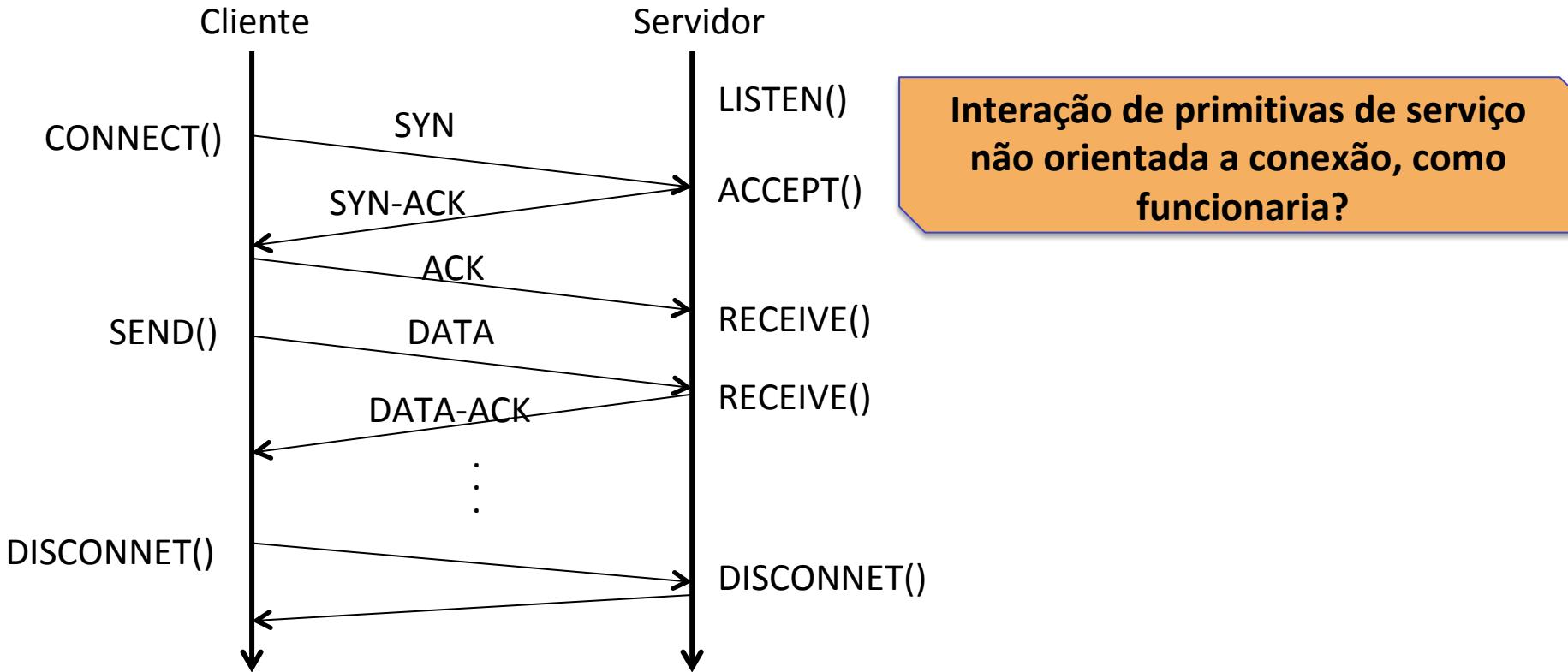
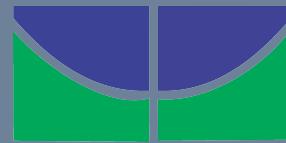
Primitiva	Significado
LISTEN	Bloco que espera por uma conexão de entrada
CONNECT	Estabelecer uma conexão com um par que está à espera
ACCEPT	Aceitar uma conexão de entrada de um par
RECEIVE	Bloco que espera por uma mensagem de entrada
SEND	Enviar uma mensagem ao par
DISCONNECT	Encerrar uma conexão

Uma interação cliente-servidor usando primitivas de serviço



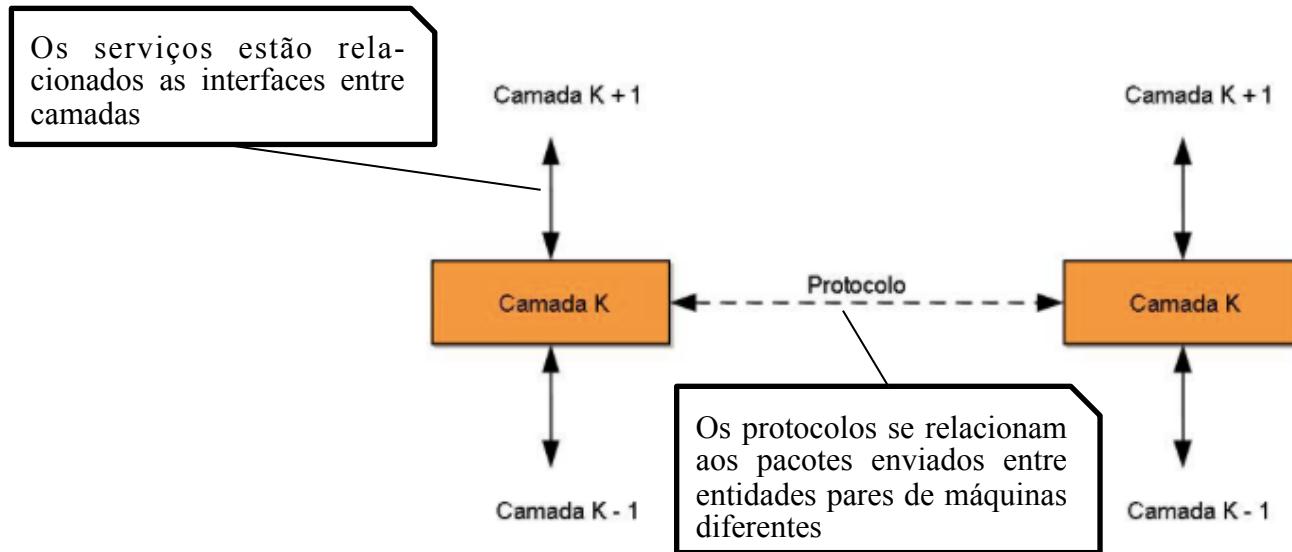
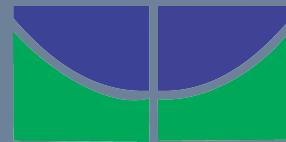
- Qual é a primeira primitiva de serviço usada?
 1. LISTEN - Servidor
 2. CONNECT- Cliente
 3. ACCEPT- Servidor
 4. RECEIVE - Servidor
 5. SEND- Cliente
 6. DISCONNET- Cliente/Servidor

Uma interação cliente-servidor usando primitivas de serviço

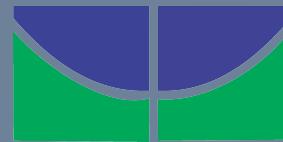


Relacionamento entre Serviços e Protocolos

Qual a diferença entre serviços e protocolos?

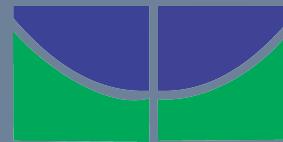


Modelo OSI

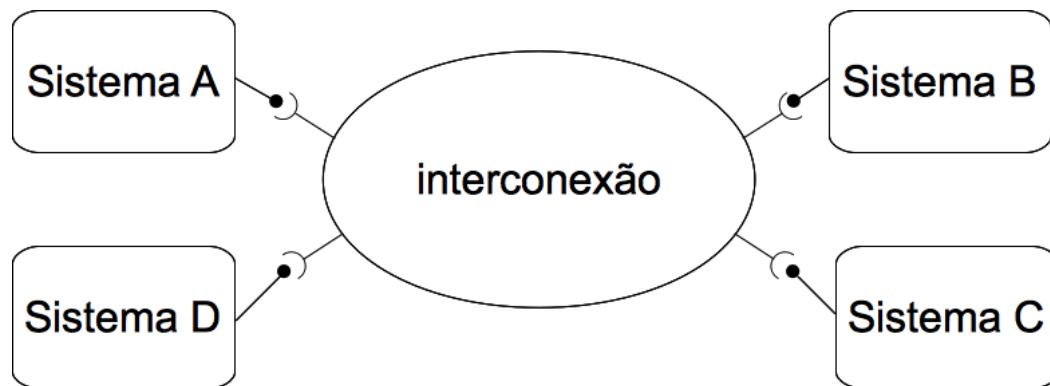


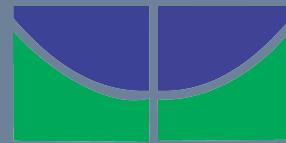
Modelo de referência OSI

- Proposta desenvolvida pela ISO (*International Standards Organization*)
- Modelo de referência ISO OSI (*Open Systems Interconnection*)
 - Trata de padronizar as interconexão de sistemas abertos
- Embora os protocolos associados ao modelo OSI raramente sejam usados nos dias de hoje, o modelo em si é de fato bastante geral e ainda válido
 - O **Bluetooth** e **ZigBee** seguem o modelo OSI

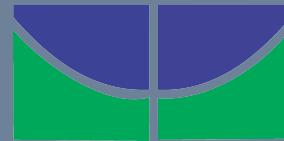


Modelo de padrões de conectividade para interligação de sistemas de computadores, tratando da **interligação de sistemas** e não dos **aspectos internos dos sistemas**

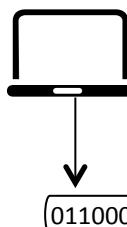




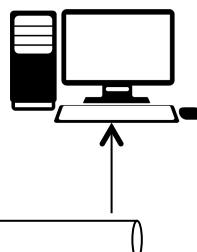
- Há alguns princípios para se chegar às sete camadas:
 1. Uma camada deve ser criada quando houver a necessidade de um outro grau de abstração (Qual?)
 2. Cada camada deve executar funções bem definidas
 - *i.e.* Não pode haver as mesmas funções em camadas diferentes
 3. A função de cada camada deve ser escolhida tendo em vista a definição de protocolos padronizados internacionalmente
 4. Os limites das camadas devem ser escolhidos para minimizar o fluxo de informações pelas interfaces
 5. O número de camadas não pode ser tão grande e não pode ser tão pequena



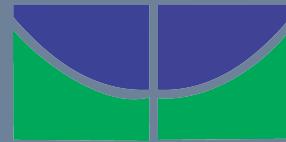
- A camada física trata da transmissão de bits brutos por um **canal de comunicação**
 - Eletromagnética, óptica e elétrica
 - Mantém a conexão física entre os sistemas
 - Tipos de conexão: (i) unicast ou broadcast; (ii) Simplex, half-duplex ou full-duplex
 - Hub e Repetidor



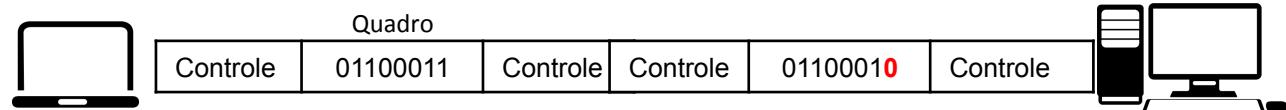
Canal de comunicação

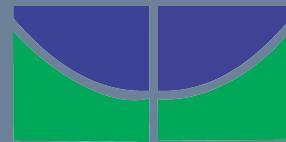


Modelo de referência OSI - Camada Enlace

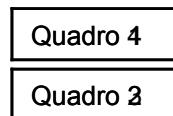


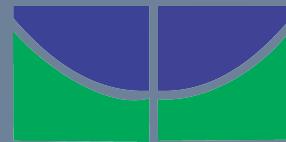
- Trata o fluxo de dados no enlace entre transmissor e receptor
 - Detecção e correção de erros



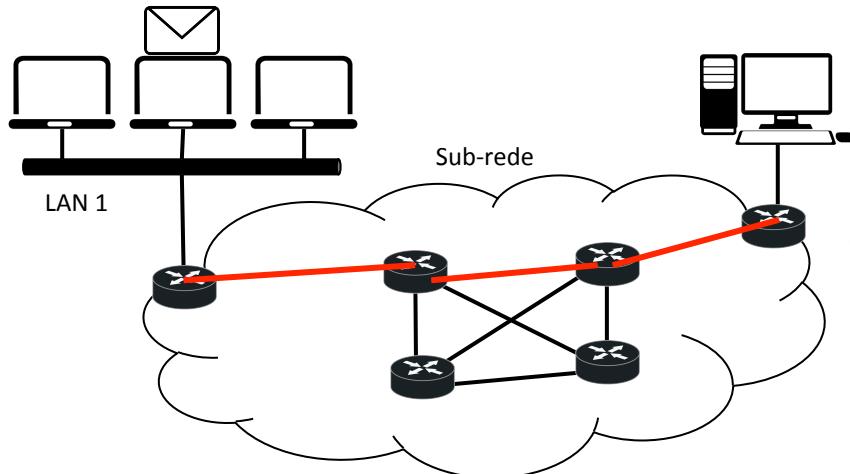


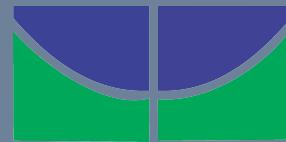
- Trata o fluxo de dados no enlace entre transmissor e receptor
 - Detecção e correção de erros
 - Controle de fluxo
 - Reconhece o início e fim de um **quadro**
 - Delimitação de **quadro**



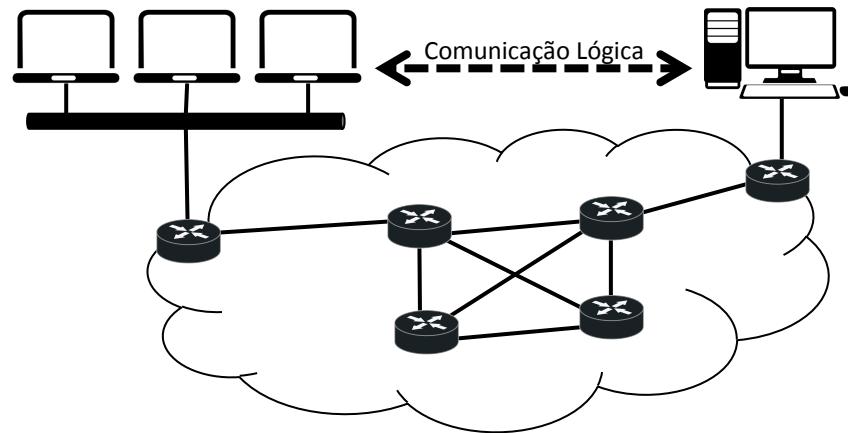


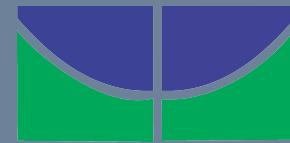
- Controla as operações da **sub-rede**, a principal função é determinar como os pacotes são **roteados** da origem para o destino
 - Roteamento estático ou dinâmico
 - Controle de congestionamento





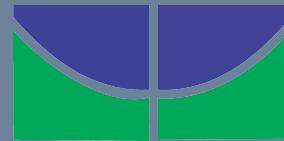
- Assegurar que todos os **fragmentos** chegarão corretamente à outra extremidade
 - Conexão confiável entre a origem e o destino
- Primeira camada fim-a-fim
 - Comunicação lógica entre o emissor e receptor



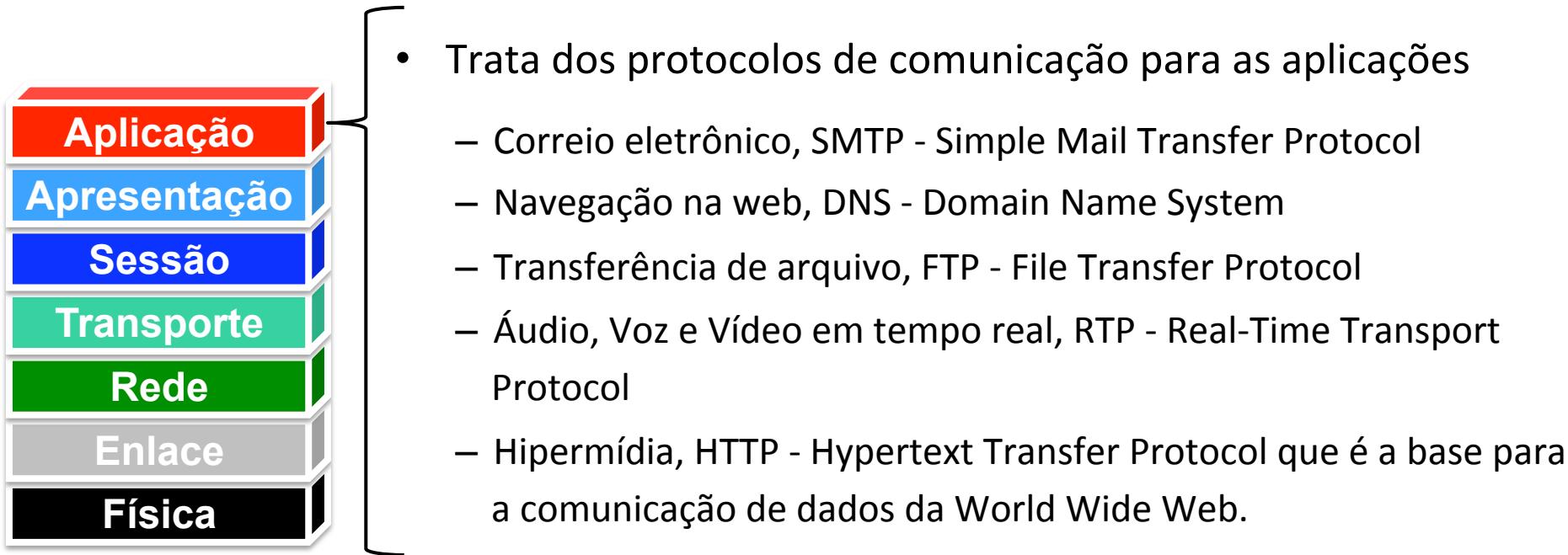
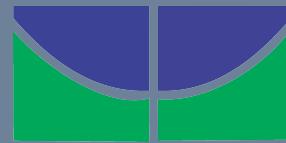


- Permite que os usuários de diferentes máquinas estabeleçam sessões entre eles
- Provê:
 - Controle de diálogo. Ex. Quem envia agora?
 - Gerenciamento de símbolos. Ex. Impedir que duas máquinas tentem executar a mesma operação crítica ao mesmo tempo
 - Sincronização. De qual ponto deve recomeçar a transferência de arquivo



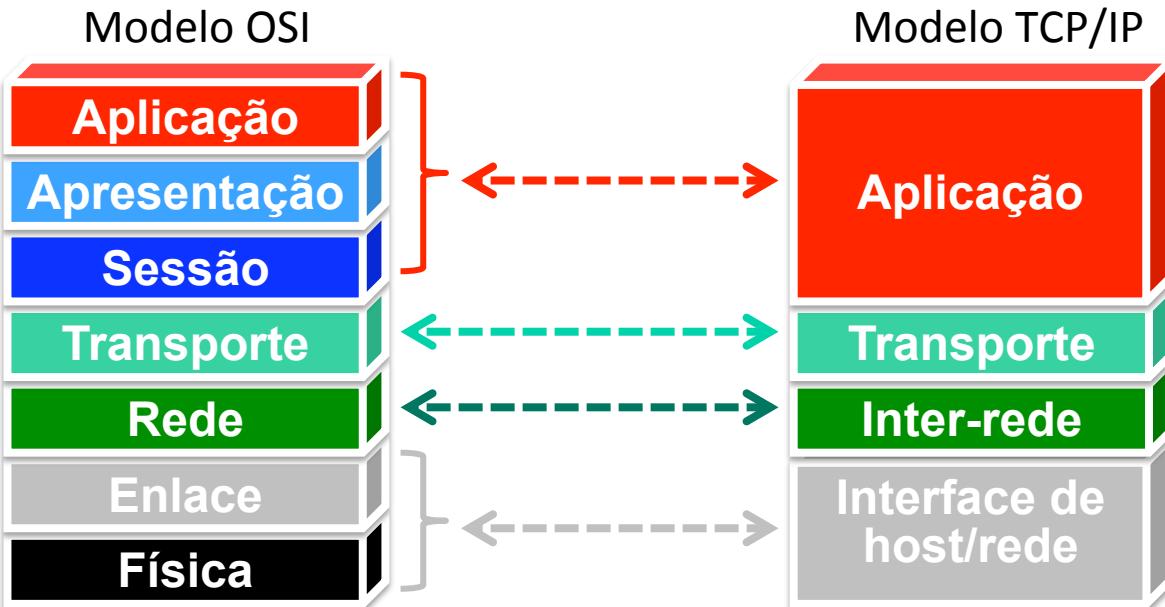
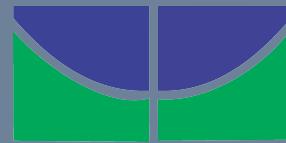


- Conhecida também como camada de tradução
- Relacionada à sintaxe e à semântica das informações transmitidas para as camadas inferiores
 - Converte o formato do dado recebido em um que seja legível pelo receptor
- Vantagem:
 - As camadas inferiores não perdem tempo com a compreensão/decompressão dos dados
- Criptografia

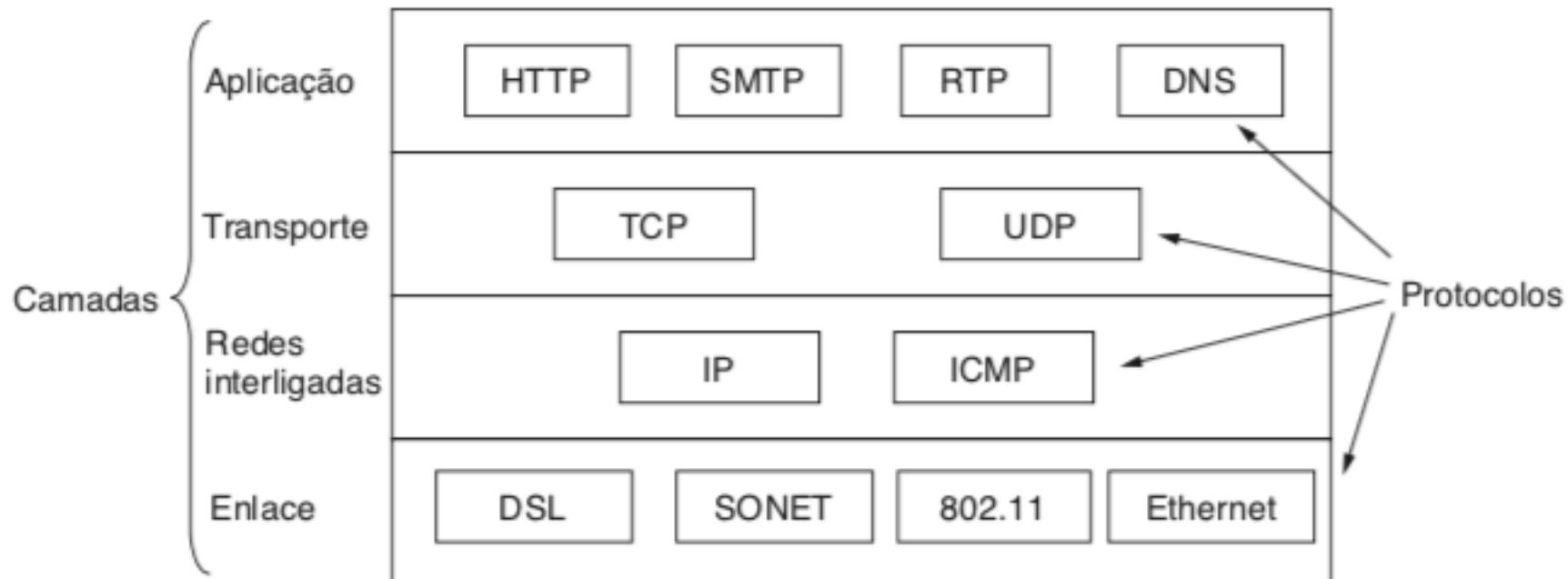
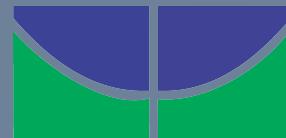


TCP/IP

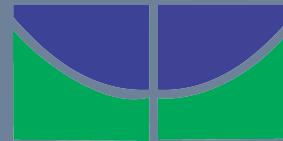
Modelo de referência TCP/IP



Protocolos do modelo TCP/IP



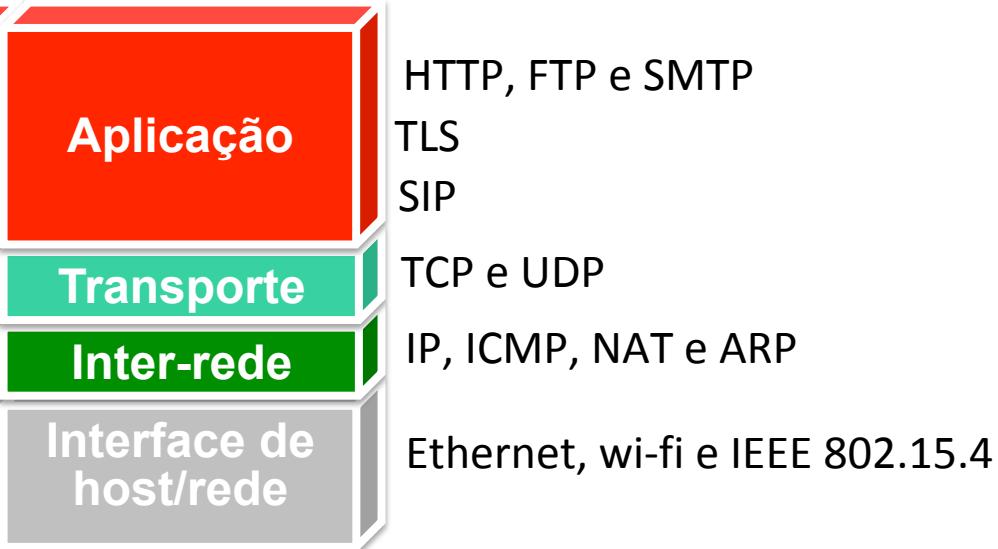
Modelo de referência TCP/IP - Protocolos das camadas

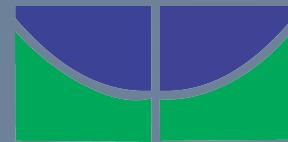


Modelo OSI



Modelo TCP/IP

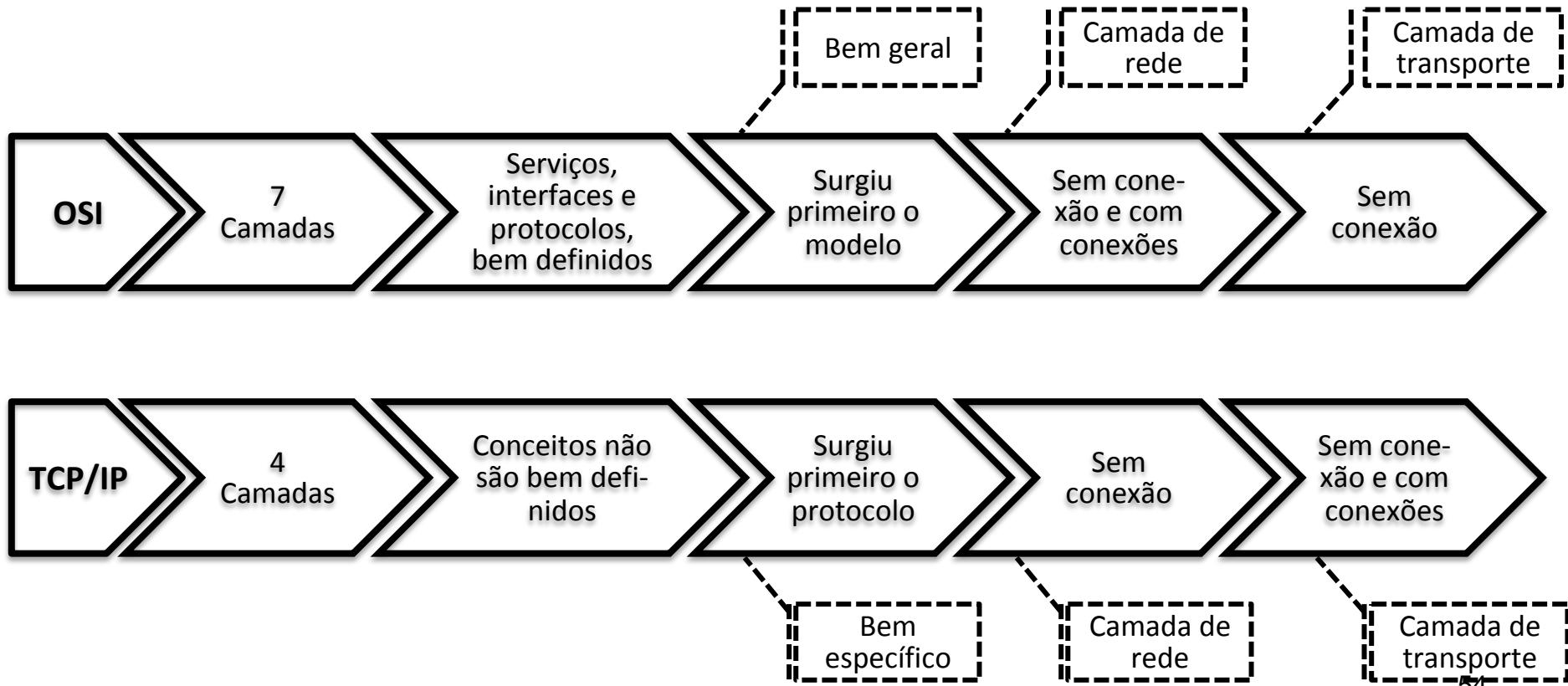
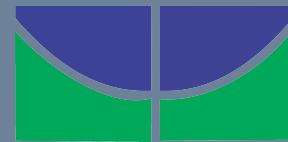




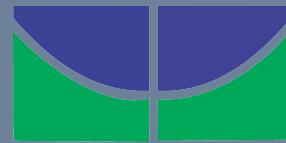
Ambos se baseiam no conceito de uma pilha de protocolos independentes

As camadas têm praticamente as mesmas funções

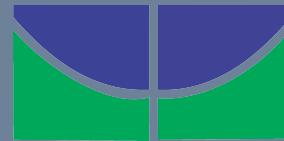
Modelo de referência OSI versus TCP/IP - Diferença



Crítica aos protocolos e ao modelo OSI e TCP/IP



- Por que o modelo OSI não implacou?
- Fatores de insucesso:
 1. Momento ruim
 2. Tecnologia ruim
 3. Implementações ruins
 4. Política ruim



- Por que o modelo OSI não implacou?
- Fatores de insucesso:

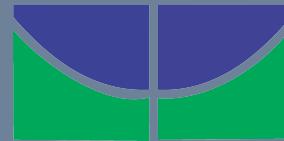
1. **Momento ruim**

2. Tecnologia ruim

3. Implementações ruins

4. Política ruim

- Os protocolos TCP/IP já estavam sendo amplamente utilizados
- Mesmo antes dos grandes investimentos o mercado acadêmico já era suficientemente grande
- Muitos fabricantes já ofereciam produtos TCP/IP



- Por que o modelo OSI não implacou?

- Fatores de insucesso:

1. Momento ruim
2. **Tecnologia ruim**
3. Implementações ruins
4. Política ruim

- Falha no modelo e protocolos
- Duas camadas praticamente vazias
- Outras camadas (enlace de dados e rede) sobre carregadas
- Muito complexo
- Funcionalidades repetidas em várias camadas. Ex. Controle de fluxo e erros

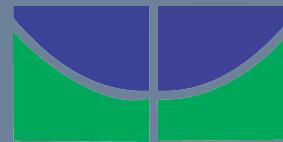


- Por que o modelo OSI não implacou?

- Fatores de insucesso:

1. Momento ruim
2. Tecnologia ruim
3. **Implementações ruins**
4. Política ruim

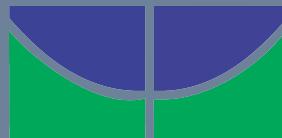
- Implementações iniciais lentas, pesadas e gigantescas
- Logo o modelo OSI foi associado a baixa qualidade, mesmo com as significativas melhorias posteriores
- Por outro lado, as implementações do TCP/IP eram boas, e gratuitas, e rapidamente se popularizaram



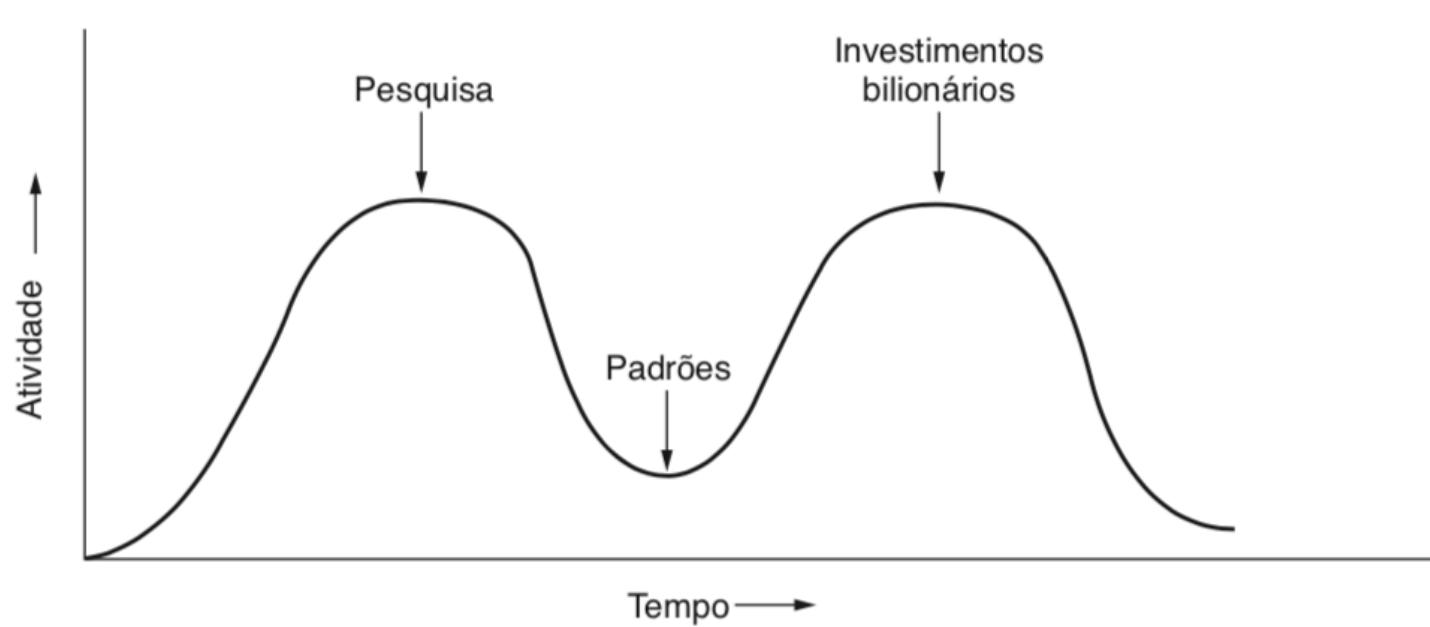
Crítica ao Modelo OSI

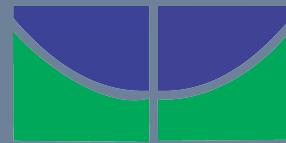
- Por que o modelo OSI não implacou?
- Fatores de insucesso:
 1. Momento ruim
 2. Tecnologia ruim
 3. Implementações ruins
 4. **Política ruim**

- Muitas pessoas achavam que o TCP/IP era parte do UNIX, que era verdadeiramente venerado pelas universidades
- Por outro lado, o OSI era considerado uma criação de ministérios de comunicações europeus e americanos, tornando-o o impopular entre os desenvolvedores

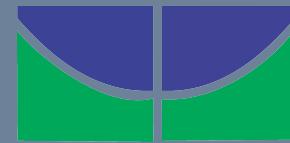


- *O apocalipse dos dois elefantes*, David Clark do MIT - Teoria



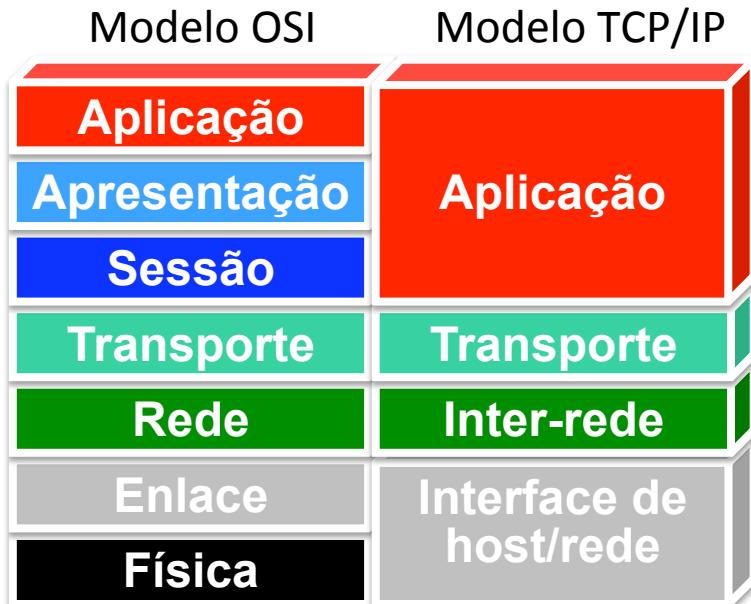


- **Não distingue** com clareza os conceitos de **serviços, interfaces e protocolos**
- Em termos das boas práticas de engenharia de *software*, **não** pode ser utilizado como **guia para projeto** de novas arquiteturas
- **Não** é abrangente o suficiente para descrever outras **pilhas de protocolo**
- **Não** faz distinção entre as camadas **física** e de **enlace**

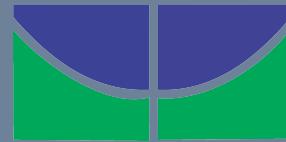


- Apesar de seus problemas, o Modelo OSI é útil para a discussão de redes de computadores
- Os protocolos OSI, por uma série de fatores, não se tornaram populares
- O Modelos TCP/IP é praticamente inexistente, mas seus protocolos são amplamente utilizados

Modelo de referência adotado para as aulas



Dúvidas?



Aprender 3:

- Lista de Exercícios para os conceitos vistos em sala
- Wireshark: (i) Lição; e (ii) Questionário!

Prova do módulo I:

- **27/06/2022**



Teleinformática e Redes 2

Software de Redes e Modelos de Referência

Obrigado!

Prof.º Geraldo P. Rocha Filho

geraldof@unb.br

Brasília