



# Redes de Computadores II

## Aula 2

**Prof. Elias P. Duarte Jr.**

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Departamento de Informática

[www.inf.ufpr.br/elias/redes](http://www.inf.ufpr.br/elias/redes)

# Sumário da Aula de Hoje

- Retomando o Planejamento da Disciplina
- Revisão dos Conceitos de Protocolo & Padrão
- O Modelo ISO/OSI: Tarefas Necessárias para a Comunicação de Máquinas
- O Modelo TCP/IP
- Onde Estão as Camadas de Rede no Mundo Real??
- O IETF & RFC's: Padrões da Internet
- Conclusão

# Retomando o Planejamento

- Vamos visitar a página da disciplina e dar uma olhada juntos?

<https://www.inf.ufpr.br/elias/redes>

# Protocolos

- O que é um protocolo?
- Um protocolo é um conjunto de regras
- Nas Redes de Computadores: o conjunto de regras que definem como os computadores se comunicam
- Veja: para que a comunicação seja universal é preciso haver um consenso sobre quais protocolos são usados

# Padrão (*Standard*)

- Um padrão é uma especificação pública
- Disponível para todos
- O padrão deve ser publicado por uma organização respeitada, sem fins lucrativos
- Nas redes de computadores diversas entidades publicam padrões: IETF, IEEE, ETSI, ISO (vamos falar delas mais a frente na disciplina) entre outras

# ISO: International Standards Organization

- A ISO é uma organização que publica os padrões mais diversos
- No Brasil: ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
- Em Curitiba: R. Lamenha Lins (Bairro Rebouças)
- Modelo OSI - *Open Systems Interconnection*



# ISO: International Standards Organization

- A ISO é uma organização que publica os padrões mais diversos
- No Brasil: ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
- Em Curitiba: R. Lamenha Lins (Bairro Rebouças)
- Modelo OSI – *Open Systems Interconnection*
- Originalmente (por décadas) todos achavam que, um dia, todas as redes do mundo seriam ISO/OSI
- Apesar de que hoje não há a menor possibilidade disso acontecer: um estudo monumental das redes, que é válido até hoje
- Vamos usar o modelo OSI como guia para entender quais as tarefas necessárias para a comunicação de duas máquinas



# Pilha de Protocolos OSI

- Tarefas que permitem a comunicação de máquinas



# Pilha de Protocolos OSI

- Tarefas que permitem a comunicação de máquinas

7: Aplicação

6: Apresentação

5: Sessão

4: Transporte

3: Camada de Rede

2. Enlace

**1. Física**

# Camada Física – Nível 1

- O problema essencial que deve ser resolvido pela Camada Física é a representação de um bit no meio de transmissão
- Como é o bit no meio? Várias possibilidades:
  - Um sinal positivo de voltagem seria 1 e negativo 0
  - Ou um sinal de luz em um intervalo de tempo representa 1 e sua ausência representa o 0
  - Se o meio é um tubo de água: pressão elevada 1, pressão baixa 0
  - etc. etc. etc. etc.

# Camada Física: cont.

- A representação do bit depende do meio: cabo coaxial ou par trançado (cabos de cobre), fibra ótica, ar,...
- Assim é responsabilidade da Camada Física definir precisamente como é o meio de comunicação
- Devem ser definidas também as interfaces para o meio: incluindo pinos, conectores, etc.
- Enfim: toda a rede física fica especificada, assim como a representação dos bits 1 e 0 naquela rede

# Pilha de Protocolos OSI

- Tarefas que permitem a comunicação de máquinas

7: Aplicação

6: Apresentação

5: Sessão

4: Transporte

3: Camada de Rede

**2. Enlace**

**1. Física**

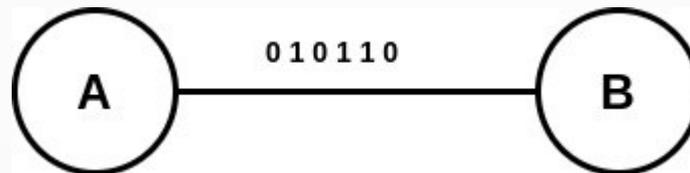
# Camada de Enlace: Nível 2

- A palavra “enlace” em português: “link” em inglês
- O Nível 2 ISO/OSI original: *Data Link Layer*
- O link que conecta 2 máquinas: origem e destino



# Camada de Enlace (ii)

- Observe que já temos toda a rede física pronta e já sabemos transmitir um bit na rede (Nível 1)
- Agora no Nível 2, Camada de Enlace, vamos transmitir strings de bits de forma eficiente e confiável sobre um *único* enlace

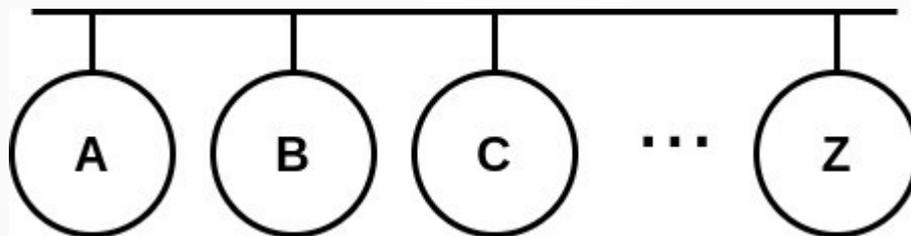


# Camada de Enlace (iii)

- Como fazer para ter bom desempenho?
  - Se origem/destino são heterogêneos e desconhecidos, um problema não trivial! Protocolos de janela deslizante
- Como fazer para ter confiabilidade?
  - Usando códigos de detecção (e correção) de erros
- E se um único enlace conecta múltiplas máquinas?

# Camada de Enlace (iv)

- Nas redes locais: um único enlace conecta múltiplas máquinas
- Protocolo de Controle de Acesso ao Meio (MAC – *Medium Access Control*)
- Parte importante da Camada de Enlace!



# Pilha de Protocolos OSI

- Tarefas que permitem a comunicação de máquinas

7: Aplicação

6: Apresentação

5: Sessão

4: Transporte

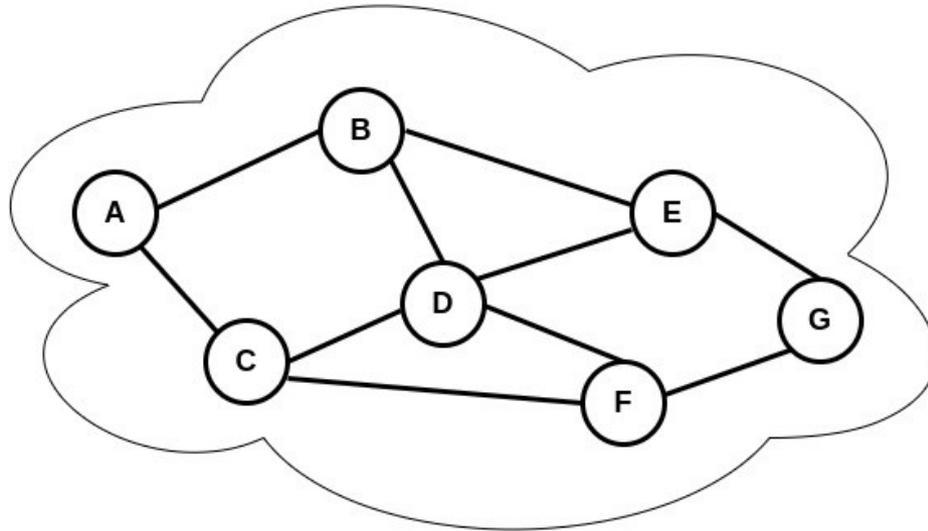
**3: Camada de Rede**

**2. Enlace**

**1. Física**

# Camada de Rede – Nível 3

- Até a Camada de Enlace: vizinhos de enlace já se comunicam!
- Na Camada de Rede permitimos a comunicação na rede



# Camada de Rede (ii)

- O problema central da Camada de Rede: Roteamento
- Qual o melhor caminho de uma origem qualquer para um destino qualquer?
- “Melhor” em que sentido? Mais curto? Mais robusto? Mais rápido?
- Que tal usar múltiplos caminhos simultaneamente?
- É possível definir um grupo de destinatários para receber o pacote da origem?

# Pilha de Protocolos OSI

- Tarefas que permitem a comunicação de máquinas

7: Aplicação

6: Apresentação

5: Sessão

**4: Transporte**

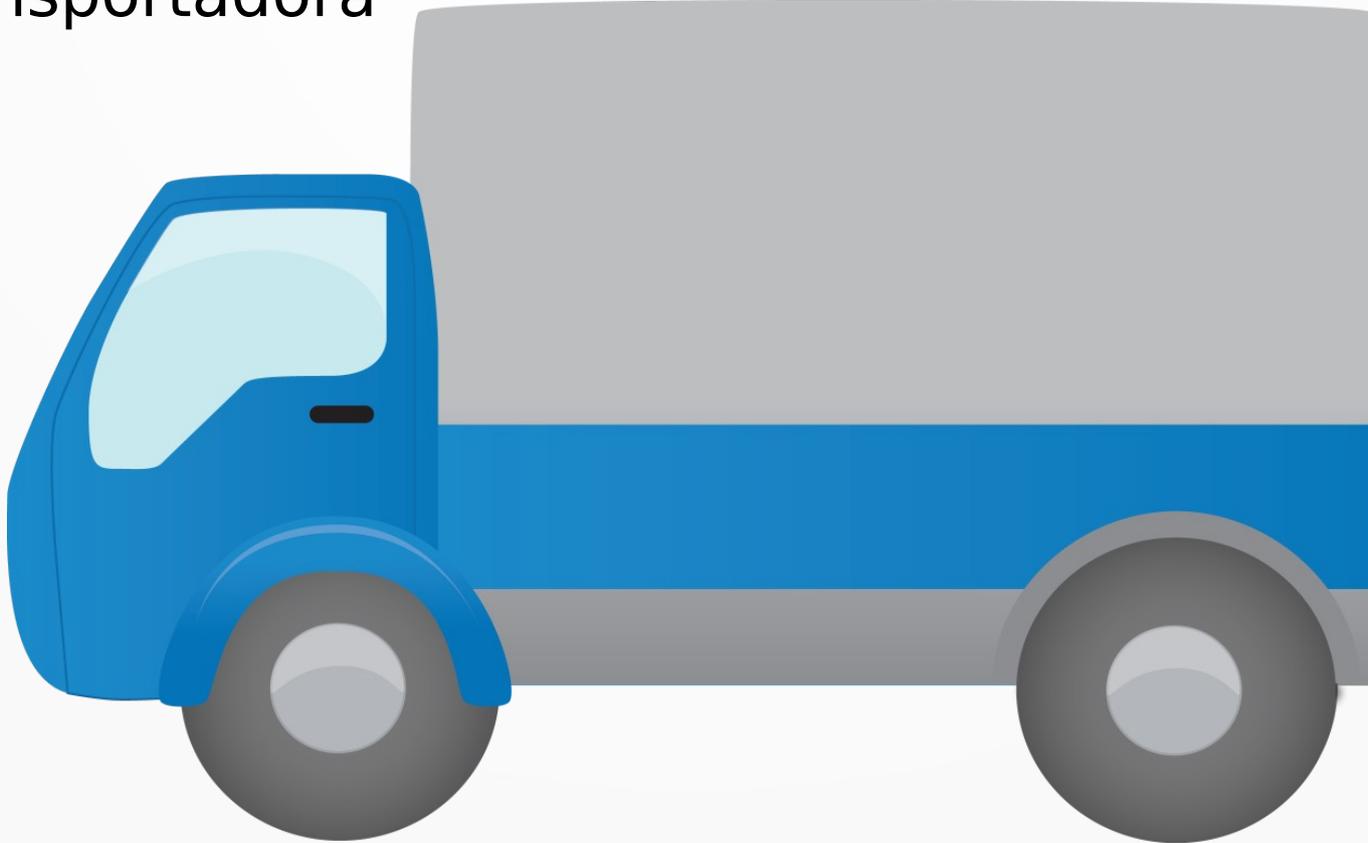
**3: Camada de Rede**

**2. Enlace**

**1. Física**

# Camada de Transporte – Nível 4

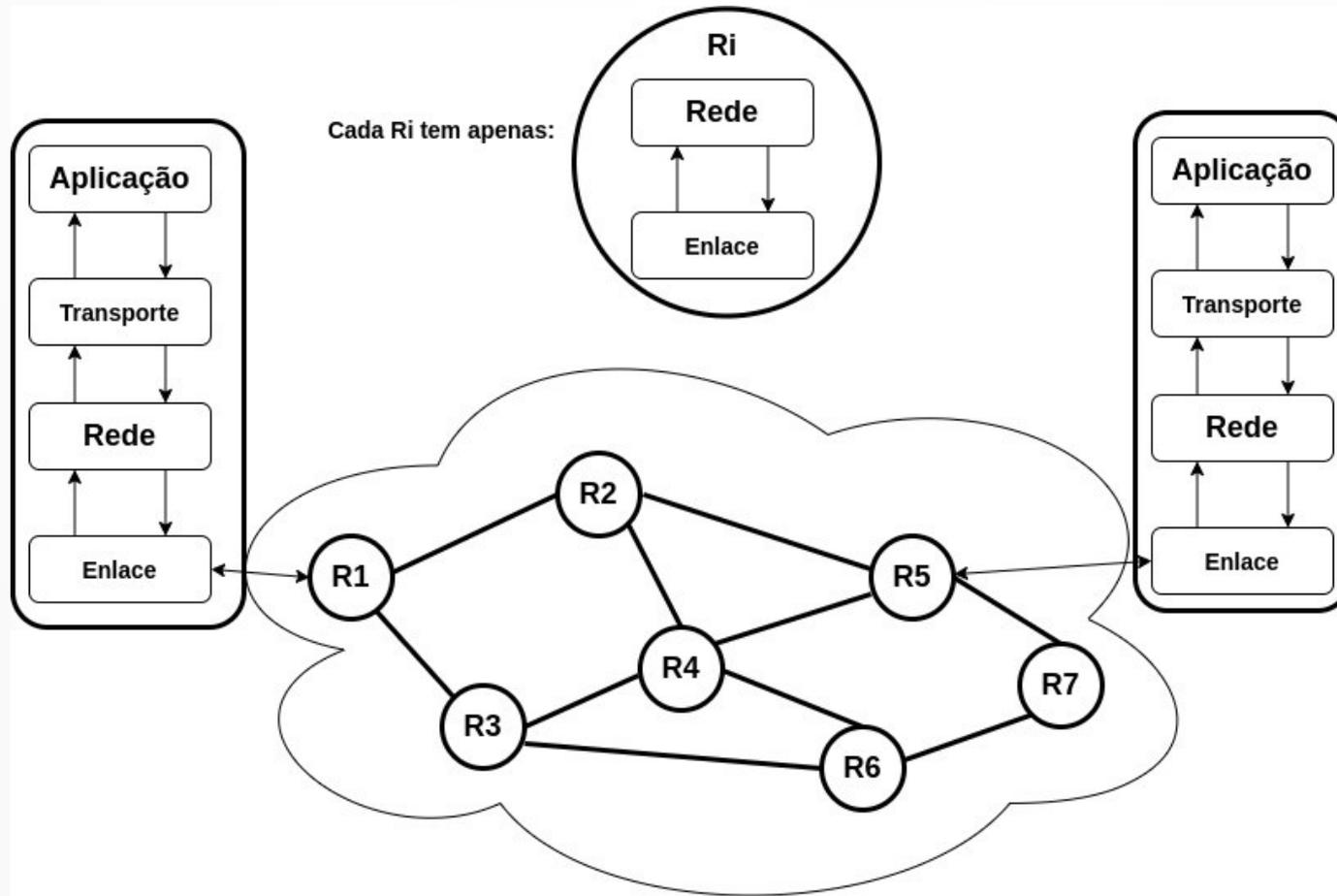
- A Transportadora



# Camada de Transporte (ii)

- A aplicação entrega para a transportadora os dados a serem transportados até o destino
- Faz interface importante máquina da borda da rede com a rede propriamente dita
  - nos roteadores dentro da rede não executam camada de transporte para realizar sua função!

# Camada de Transporte (iii)



# Camada de Transporte (iv)

- A camada de transporte é responsável pela transmissão dos dados fim-a-fim (*end-to-end*)
- A transmissão deve ser: confiável & eficiente
- Confiável: garantir que todos os pacotes transmitidos pela origem são corretamente recebidos pelo destino
- Eficiente: garantir que a taxa de transmissão seja a melhor possível, tendo em vista as capacidades da origem/destino

# Pilha de Protocolos OSI

- Tarefas que permitem a comunicação de máquinas

7: Aplicação

6: Apresentação

**5: Sessão**

4: Transporte

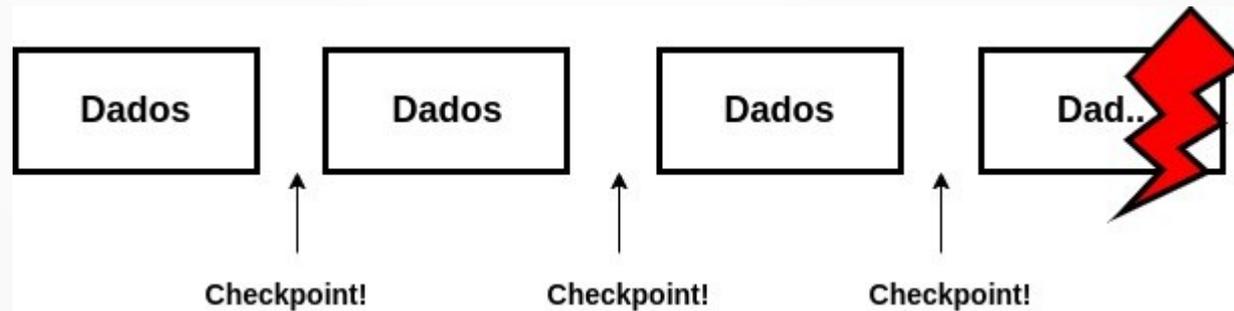
**3: Camada de Rede**

2. Enlace

1. Física

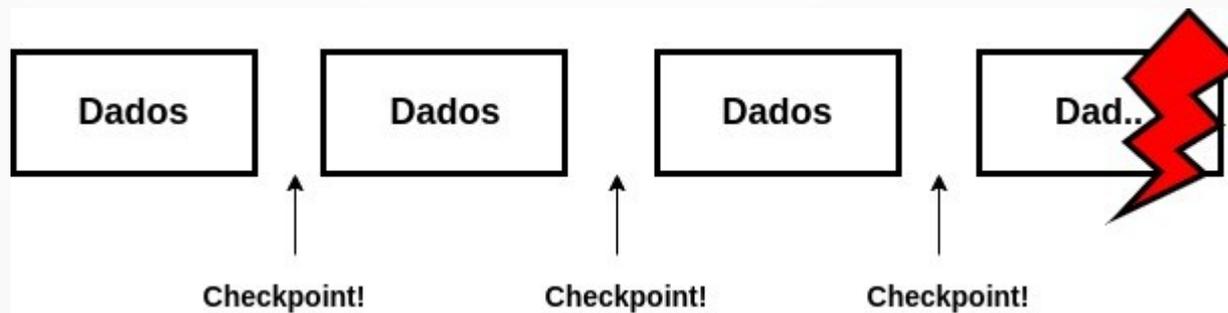
# Camada de Sessão

- Representou o primeiro questionamento sério do modelo OSI
- Acrescenta funcionalidades ao “diálogo” entre origem e destino
- Por exemplo: *checkpoints*



# Camada de Sessão (ii)

- Como tem Camada de Sessão, uma transmissão de dados no Modelo OSI pode fazer uso de *checkpoints*
- Se a conexão se rompe por algum motivo: não é necessário retransmitir tudo, só a partir do último *checkpoint* ;-)



# Camada de Sessão (iii)

- Que pena que a Internet não tem Camada de Sessão, não é mesmo?
- Seria tão legal usar esta funcionalidade de checkpoints para fazer download de arquivos grandes...



# Camada de Sessão (iv)

- Ops, esta funcionalidade está disponível na Internet sim!
- Como é possível? Já que não tem Camada de Sessão?

# Camada de Sessão (iv)

- Ops, esta funcionalidade está disponível na Internet sim!
- Como é possível? Já que não tem Camada de Sessão?
- Na verdade a funcionalidade fica na própria aplicação!
- Se uma aplicação precisa da funcionalidade, implementa



# Implementar em Camada/Aplicação

- Se muitas, muitas aplicações precisam de um determinado serviço, então vale a pena implementá-lo em uma camada
  - evita que as aplicações tenham que cada uma implementar o serviço
- Se são poucas aplicações que usam o serviço: não justifica
- Caso das Camadas de Sessão e Apresentação no Modelo TCP/IP: as funcionalidades estão na aplicação que precisa

# Pilha de Protocolos OSI

- Tarefas que permitem a comunicação de máquinas

**7: Aplicação**

**6: Apresentação**

**5: Sessão**

**4: Transporte**

**3: Camada de Rede**

**2. Enlace**

**1. Física**

# Camada de Apresentação

- Até este momento os **dados** são bits e bytes (octetos)
- Aqui é possível definir a sintaxe dos dados transmitidos
  - inteiro, character, string de 30 caracteres, número real padrão IEEE 745, ...
  - Linguagem ASN.1: *Abstract Syntax Notation Version 1*
  - Hoje: camada de aplicação
- Também: segurança (transporte, aplicação e enlace)
- Compressão de dados

# Pilha de Protocolos OSI

- Tarefas que permitem a comunicação de máquinas



# Camada de Aplicação

- Aqui está o **protocolo** de aplicação
- Não confundir com aplicativo!
- São milhares (literalmente!) de protocolos de aplicação

# Camada de Aplicação

- Aqui está o **protocolo** de aplicação
- Não confundir com aplicativo!
- São centenas (literalmente!) de protocolos de aplicação:
- Web (HTTP), Transferência de Arquivo (FTP e SCP), E-Mail (SMTP), Gerência de Rede (SNMP), O Sistema de Nomes (DNS), Terminal Virtual Remoto (Telnet e SSH), etc. etc. etc...

# A Internet & Os Protocolos TCP/IP

- O Modelo de Referência que “venceu”: hoje o mundo todo usa os protocolos TCP/IP
- TCP/IP: Uma Família de Protocolos
- Dois dos mais importantes:
  - IP: *Internet Protocol*, o protocolo da Camada de Rede da Internet
  - TCP: *Transmission Control Protocol*, um dos protocolos da Camada de Transporte da Internet

# Pilha de Protocolos TCP/IP

**Aplicação**

**Transporte**

**Rede**

Interface Rede/Enlace

# IETF: Internet Engineering Task Force

- O IETF publica os padrões da Internet
  - [www.ietf.org](http://www.ietf.org)
- Padrão da Internet: RFC – *Request For Comments*
  - Para buscar, o melhor é: [www.rfc-editor.org](http://www.rfc-editor.org)
  - RFC-791, original do IPv4
  - RFC-793, original do TCP
  - RFC's de poesia: RFC-1121
  - RFC's de 1º de abril: RFC- 527 (1989), RFC-8962 (2021)



# Onde Estão as Camadas??

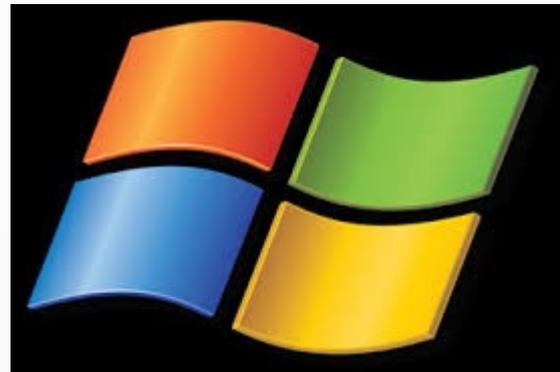
- Quando você usa a Internet, onde estão as camadas?
- Por exemplo, vamos usar um browser da Internet
- O browser (aplicativo) implementa o protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) que constroi um PDU com sua requisição
- PDU: *Protocol Data Unit*

PDU construído com requisição HTTP



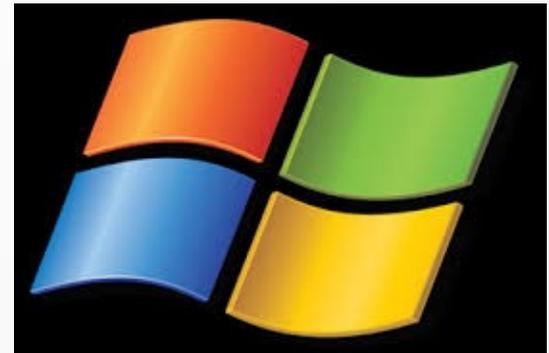
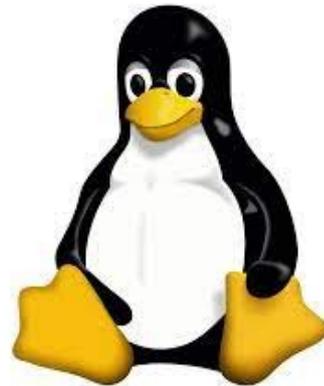
# Onde Estão as Camadas??

- O HTTP é um protocolo de aplicação que usa o TCP como transportadora
- Quando o PDU está prontinho, o HTTP chama o TCP, que constrói um segmento contendo o PDU
- O TCP está implementado no S.O.



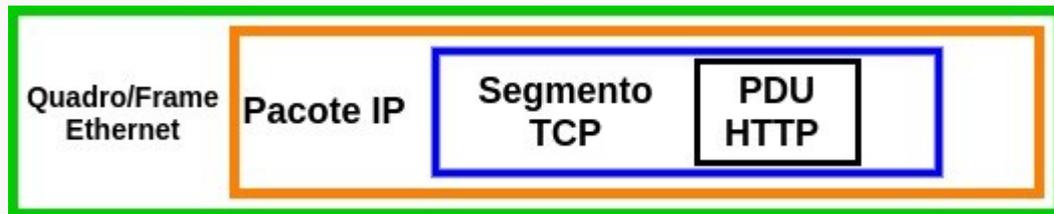
# Onde Estão as Camadas??

- O TCP usa o protocolo da Camada de Rede da Internet para se comunicar através da Internet: o IP
- O IP constrói um pacote IP para transmitir, dentro do qual está o segmento, dentro do qual está o PDU
- O IP também está implementado no Sistema Operacional



# Onde Estão as Camadas??

- O IP então vai comunicar no enlace, neste caso suponha que uma rede Ethernet, o protocolo de enlace está implementado na placa
- O Sistema Operacional tem um driver da placa de rede, que tem funções simples para comunicar
- O IP usa funções do driver para transmitir/receber dados da rede física
- A Ethernet constrói um quadro ou *frame*



# Conclusão da Aula 2

- Revisamos 2 Conceitos Chave: Protocolo & Padrão
- O Modelo OSI: Tarefas para a Comunicação de Máquinas
- O Modelo TCP/IP da Internet
- O IETF & RFC's: Padrões da Internet
- Vimos Onde Estão as Camadas de Rede no Mundo Real

**Obrigado!**

Lembrando: a página da disciplina é:  
<https://www.inf.ufpr.br/elias/redes>