

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

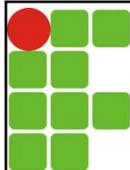


Instalação e Configuração de Servidores

Turma : 20191.3.01111.1V

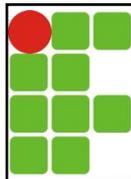
Introdução às Redes de Computadores TCP/IP

Prof. Thiago Dutra <thiago.dutra@ifrn.edu.br>



Agenda

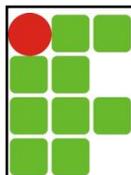
- Introdução
- Organização em Camadas
 - Encapsulamento
- Arquiteturas de Redes
 - Arquitetura RM-OSI
 - Arquitetura TCP/IP
- Modelo Internet TCP/IP
- Protocolo IP
- IPv4
- IPv6



Introdução

- Atualmente as redes de computadores são **sistemas extremamente complicados**
 - Possuem muitos e variados componentes (de hardware e software) envolvidos:
 - Sistemas finais (PCs, servidores, smartphones, ...)
 - Equipamentos (roteadores, switches, ...)
 - Enlaces físicos (fibra, cobre, rádio, ...)
 - Protocolos
 - Aplicações

3



Introdução

- **Problema principal**
 - Dada a enorme complexidade das redes, existe alguma forma de organizar o seu funcionamento?
 - Ou pelo menos nossa discussão sobre elas?

4

Introdução

- Analogia humana
 - Organização de uma viagem aérea

Passagem (comprar)	Passagem (reclamar)
Bagagem (despachar)	Bagagem (recuperar)
Portões (embarcar)	Portões (desembarcar)
Decolagem	Aterrisagem
Navegação Aérea	Navegação Aérea

Voo da Aeronave

Uma atividade complexa se realiza em uma série de passos

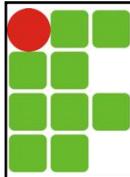
5

Introdução

- Organização de uma viagem aérea
 - Uma visão um pouco diferente: camadas

Comprar	Reclamar	Passagem
Despachar	Recuperar	Bagagem
Embarcar	Desembarcar	Portão
Decolagem	Aterrisagem	Decolar-Pousar
Navegação Aérea	Voo da Aeronave	Navegação Aérea
		Rota de Voo

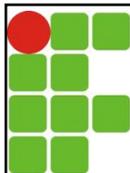
6



Organização em Camadas

- Cada camada implementa um conjunto de funcionalidades
 - Através das suas próprias ações internas
 - Confiando nos serviços fornecidos pelas camadas imediatamente superior e inferior

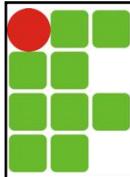
7



Organização em Camadas

- Por que utilizar camadas?
 - Facilita a definição e o relacionamento das partes de um sistema complexo
 - A modularização facilita a atualização e a manutenção do sistema
 - Mudanças na implementação de uma camada são transparentes para o resto do sistema
 - Ex.: novas regras para embarque de passageiros não afetam os procedimentos de decolagem

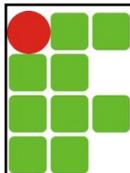
8



Organização em Camadas

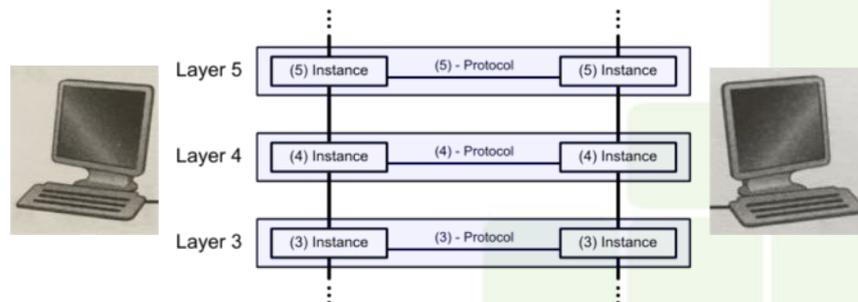
- Uso de camadas nas redes de computadores
 - Todas as arquiteturas de redes desenvolvidas (ou pelo menos as conhecidas) utilizam este conceito de dividir conjuntos de funcionalidades em camadas
 - Nas rede, cada camada reúne um conjunto de funções semelhantes que proveem serviços para a camada imediatamente superior e recebe serviços da camada imediatamente inferior

9

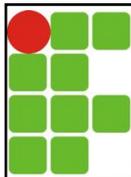


Organização em Camadas

- Protocolos e as camadas (**layers**) nas redes
 - Conceitualmente, os protocolos permitem que uma "entidade" de uma camada em um host, interaja diretamente com a mesma camada em outro host

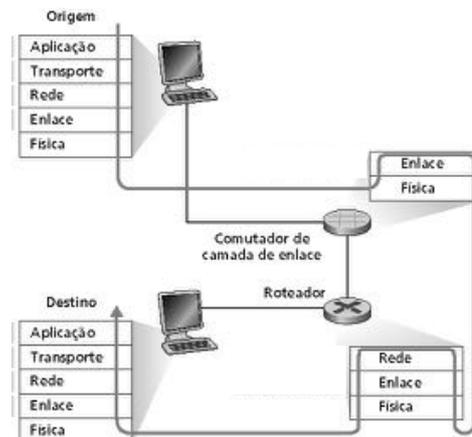


10

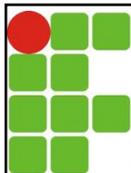


Organização em Camadas Encapsulamento

- Cada camada
 - Distribuída
 - As funções das camadas são implementadas em cada "nó"
 - Não necessariamente todas camadas são implementadas em cada "nó"

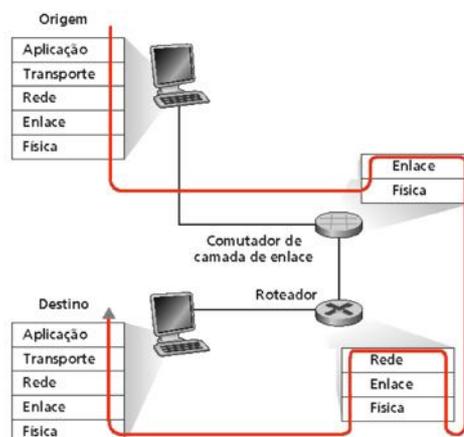


11

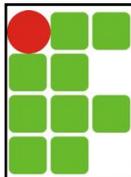


Organização em Camadas Encapsulamento

- Trajeto dos dados
 - Os dados "caminham" somente nas camadas necessárias
 - Ex.: um computador (que possui todas as camadas) atuando como roteador, os pacotes só vão até a camada de rede



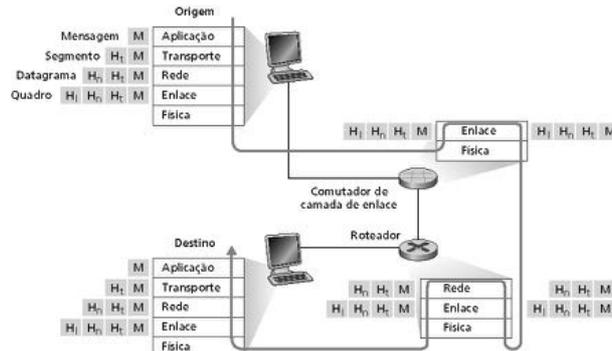
12



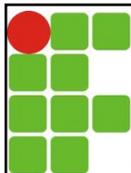
Organização em Camadas Encapsulamento

■ Cabeçalhos

- Cada camada recebe dados de uma camada adjacente
- Acrescenta ou remove um "cabeçalho" (*header*)
- Passa a nova unidade de dados para a outra camada adjacente



13

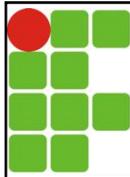


Organização em Camadas Encapsulamento

■ Cabeçalhos – Analogia comunicação matriz x filial

- Diretor da matriz redige memorando para gerente da filial (**mensagem**)
- Memorando é colocado em envelope de comunicação interna com nome e setor do gerente (**segmento**)
- Envelope de comunicação interna é colocado dentro de carta contendo endereço da filial (**datagrama**)
- A carta é selada com código do centro de distribuição de destino (**quadro**)
- Carta é transportada para centro de distribuição de destino (**bits**)
- Centro de distribuição de destino verifica se endereço da filial faz parte do seu escopo, retira selo e encaminha a carta para a filial (**quadro**)
- Carta é aberta na filial e encaminhada ao setor do gerente (**datagrama**)
- Secretária retira o memorando de dentro do envelope de comunicação interna e o deixa na mesa do gerente (**segmento**)
- Gerente lê o memorando do diretor (**mensagem**)

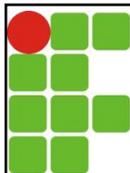
14



Arquiteturas de Redes

- Dentre as diversas arquiteturas de redes desenvolvidas, podemos citar:
 - SNA (Systems Networking Architecture)
 - Criada pela IBM (ainda ativo: redes bancárias)
 - AppleTalk
 - Criada pela Apple (histórico 1985-2009)
 - RM-OSI (Reference Model for Open Systems Interconnection)
 - Modelo de referência para interconexão de sistemas abertos
 - Criado pela ISO
 - TCP/IP (Transmission Control Protocol – Internet Protocol)
 - Criado pelo Departamento de Defesa dos EUA
 - TCP/IP e RM-OSI foram criados à mesma época, houve influência mútua
 - Capaz de localizar a melhor rota (e também alternativas) até o destino

15



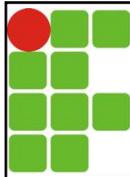
Arquiteturas de Redes

Arquitetura RM-OSI

- Seu objetivo era criar um “modelo de referência” para todas as arquiteturas de redes
 - É um modelo conceitual que serve de referência para implementações reais
 - É um modelo teórico, uma rede real pode não implementar as sete camadas
 - Cada camada especifica “o que” deve ser feito, mas não “como”

7. Aplicação
6. Apresentação
5. Sessão
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

16

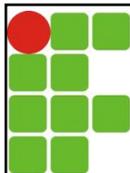


Arquiteturas de Redes Arquitetura TCP/IP

- É um modelo prático, **base do funcionamento de toda a Internet**
- **Define 5 ao invés de 7 camadas**
 - A camada de aplicação do TCP/IP engloba as camadas de sessão, apresentação e aplicação do RM-OSI
- **Cada camada especifica "o que" e "como" as funcionalidades devem ser implementadas**

5. Aplicação
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

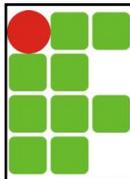
17



Arquiteturas de Redes Arquitetura TCP/IP

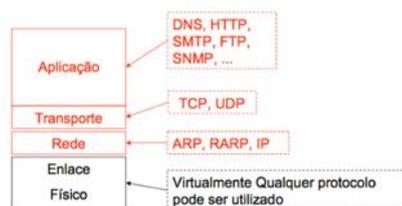
Camada	Objetivo	Pacote de Dados
5. Aplicação	Parte "visível" aos usuários, nela encontramos os clientes, servidores e aplicações P2P.	Mensagem
4. Transporte	Possibilita uma comunicação "fim-a-fim" entre as entidades	Segmento
3. Rede	Provê mecanismos para transferir dados entre duas entidades localizadas em redes distintas.	Datagramas
2. Enlace	Provê mecanismos para transferir dados entre duas entidades da mesma rede.	Quadros
1. Física	Especificações físicas, elétricas e eletrônicas de cabos, fibras, conectores, ...	Bits

18

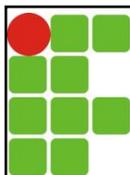


Modelo Internet TCP/IP

- No modelo Internet TCP/IP nenhuma afirmação é feita sobre as camadas físicas e enlace
 - A priori, **qualquer estrutura** que se enquadre no modelo RM-OSI **pode ser utilizada**
 - Isso facilitou (e incentivou) a adoção do modelo Internet
 - Também facilitou a migração das antigas redes existentes



19

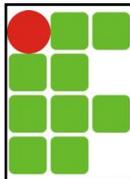


Modelo Internet TCP/IP

- A partir da camada de rede a **implementação é 100% em software**, normalmente fazendo parte do núcleo do SO
- Para as camadas de **rede, transporte e aplicação** o modelo Internet TCP/IP especifica explicitamente TODOS os protocolos a serem utilizados
 - As especificações são coordenadas pelo IETF (RFCs)
 - Com a adoção desse modelo, pela primeira vez **conseguiu-se uma interoperabilidade real** entre diversas redes



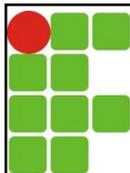
20



Protocolo IP

- **IP** = Internet Protocol
 - Versões atuais em uso : **IPv4** [RFC 791] e **IPv6** [RFC 2460 e 4291]
- Implementa as funções de **endereçamento** e **roteamento**
- Opera pela transferência dos datagramas
 - Cada datagrama é tratado de forma independente pela rede, não possuindo nenhuma relação com qualquer outro
 - A origem e o destino de cada datagrama são identificados através de endereços presentes no seu cabeçalho
- Características
 - Não confiável, Não orientado a conexão
 - Não realiza nem controle de erro e nem controle de fluxo
 - Obs.: Todas essas características, se desejado, são implementadas na camada de transporte -> **TCP**

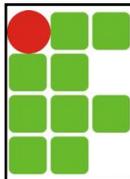
21



IPv4 Endereçamento

- Para um equipamento fazer parte de uma rede TCP/IP ele deve possuir ao menos um endereço IP
- Cada endereço IP tem comprimento de **32 bits**
 - Existem então 2^{32} endereços IPs possíveis
 - $2^{32} = 4.294.967.296$ (> 4 bilhões)
- Os endereços são **representados em grupos de 8 bits (octetos)**
 - Ex.: 1000001 00110011 11110000 10101010
- Os IPs são **"distribuídos" (vendidos) por provedores de backbone**

22



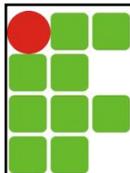
IPv4

Notação Decimal Pontilhada

- Representar os 32bits dos endereços IP em notação binária não é/seria fácil para os seres humanos
- Por conveniência, utiliza-se então a **notação decimal pontilhada** para representar os endereços IP
 - Cada octeto (seção de 8 bits) é representada em decimal
 - Separa-se cada octeto através de pontos (.)

Notação Binária	Notação Decimal Pontilhada
10000001 00110100 00000110 00000000	129.52.6.0
10000000 00001010 00000010 00000011	128.10.2.3

23

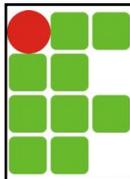


IPv4

Notação Decimal Pontilhada

- O menor valor possível de um octeto é o **0** e acontece **quando todos os seus bits são zero**
0 (zero) -> 00000000
- O maior valor possível, **255**, ocorre **quando todos os seus bits são 1** (um) -> 11111111
- Deste modo, o espaço de endereços IPs varia de **0.0.0.0** a **255.255.255.255**

24



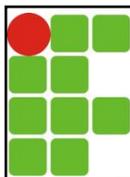
IPv4 Interfaces de Rede

- Um endereço IP está tecnicamente associado a uma interface de rede



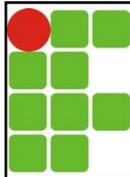
```
aula@ubuntu-netgui:~$ ifconfig
eth0: Link encap:Ethernet  Endereço de HW:08:00:27:08:4e:57
      inet end.: 10.0.2.15  Bcast:10.0.2.255  Masc:255.255.255.0
      endereço Inetb: fe80::a00:27ff:fe08:4e57/64  Escopo:LINK
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Métrica:1
      pacotes RX:27  erros:0  descartados:0  excesso:0  quadro:0
      Pacotes TX:33  erros:0  descartados:0  excesso:0  portadora:0
      colisões:0  txqueuelen:1000
      RX bytes:4449 (4.4 KB)  TX bytes:3523 (3.5 KB)

ethdutra@[-]~$ ifconfig
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST>  mtu 16384
      options=3<RXCSUM, TXCSUM>
      inet6 ::1 prefixlen 128
      inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
      inet6 fe80::1::1 prefixlen 64 scopeid 0x1
      nd6 options=1<PERFORMNUD>
gif0: flags=8010<POINTOPOINT,MULTICAST>  mtu 1280
stf0: flags=0<>  mtu 1280
en0: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>  mtu 1500
      ether 88:1f:a1:00:e0:c8
      inet6 fe80::8a1f:a1ff:fe00:e0c8 prefixlen 64 scopeid 0x4
      inet 192.168.0.163 netmask 0xfffff000 broadcast 192.168.0.255
      nd6 options=1<PERFORMNUD>
      media: autoselect
      status: active
```



IPv4 Conceitos

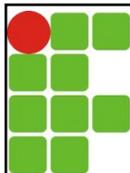
- Conceitualmente, cada endereço IP é dividido em duas partes: **prefixo** e **sufixo**
- O **prefixo** do endereço **identifica a rede** à qual o dispositivo (interface) está associado
 - Também chamado de número da rede ou network id
- O **sufixo** **identifica um dispositivo individual** na rede
 - Também chamado de endereço de host ou host id
- Dessa forma, embora **as designações dos números de rede sejam globais**, os **sufixos podem ser coordenados localmente**



IPv4 Conceitos

- Se duas entidades quaisquer possuem o mesmo número de rede :
 - Elas estão numa **mesma rede IP**
 - Estão em um mesmo domínio de broadcast
 - Estão numa **mesma rede lógica**
 - Elas **podem se comunicar diretamente**, sem o auxílio de nenhuma outra entidade de rede
- Se duas entidades quaisquer possuem números de rede distintos :
 - Elas estão em **redes IP distintas**
 - **Só podem se comunicar através de um processo chamado roteamento**, com o auxílio de outra entidade da rede (roteador)

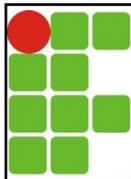
27



IPv4 Questões

- Quantos bits (dos 32 disponíveis) deve-se alocar para o número de rede (prefixo)? E quantos para endereços de host (sufixo)?
 - O **prefixo** precisa de bits suficientes para **permitir que um número de rede único seja atribuído a cada rede física** numa inter-rede
 - O **sufixo** precisa de bits suficientes para **permitir que cada dispositivo acoplado a uma rede possua um sufixo único**.
- **Prefixo grande => acomoda muitas redes, mas limita o seu tamanho (número de hosts)**
- **Sufixo grande => acomoda muitos hosts em cada rede, mas limita o total de redes**

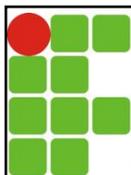
28



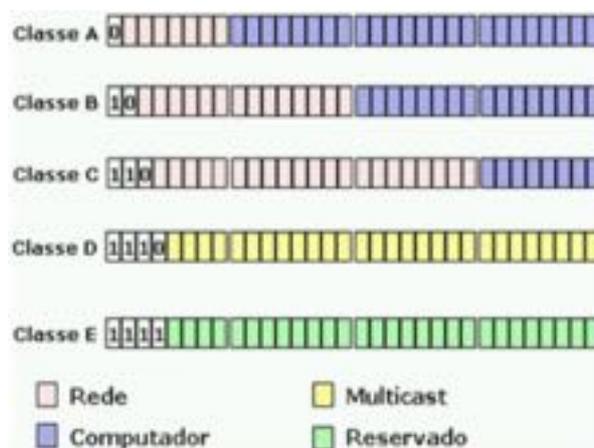
IPv4 Classes

- Inicialmente o espaço de endereços IPs foi dividido em 5 classes : **A, B, C, D** e **E**
 - As **classes A, B e C** são de **uso geral**
 - Também chamadas de classes primárias
 - A **classe D** é usada para **multicasting**
 - Permitir que uma mensagem seja entregue a um conjunto de hosts
 - A **classe E** é **reservada para uso futuro**
- As classes **são delimitadas pelo valor o 1º byte**

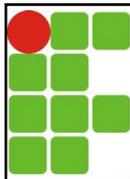
29



IPv4 Classes



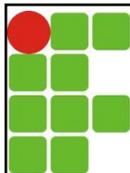
30



IPv4 Classes

- **Classe A** : 0.0.0.0 até 127.255.255.255
 - 1º octeto para **rede** e 2º, 3º e 4º octetos para **hosts**
- **Classe B** : 128.0.0.0 até 191.255.255.255
 - 1º e 2º octetos para **rede** e 3º e 4º octetos para **hosts**
- **Classe C** : 192.0.0.0 até 223.255.255.255
 - 1º, 2º e 3º octetos para **rede** e 4º octeto para **hosts**
- **Classe D** : 224.0.0.0 até 239.255.255.255
 - Endereços de multicast
- **Classe E** : 240.0.0.0 até 255.255.255.255
 - Reservados para uso futuro

31

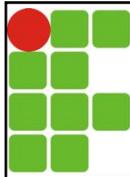


IPv4 Divisão do Espaço de Endereços

- O número de bits alocados a um prefixo ou sufixo determina quantos números podem ser atribuídos
 - Um **prefixo** de **n bits** permite **2ⁿ números de rede únicos**
 - Um **sufixo** de **n bits** permite **2ⁿ números de hosts** sejam atribuídos em uma determinada rede

Classe	Bits Prefixo	Nº Max. de Redes	Bits Sufixo	Nº Max. de Hosts/Rede
A	7	128	24	16777216
B	14	16384	16	65536
C	21	2097152	8	256

32

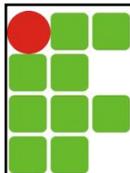


IPv4

Divisão do Espaço de Endereços

- Claramente é possível visualizar os problemas da divisão por classes
 - Uma rede classe A é muito grande para a maior parte das organizações, já uma rede classe C é insuficiente para grande parte das organizações
 - A quantidade de redes classe B é insuficiente para atender globalmente o número de organizações
 - Uma empresa que precisa de 300 endereços
 - Disponibilizar uma rede classe B geraria um desperdício de mais de 65 mil endereços
 - Disponibilizar duas redes classe C?

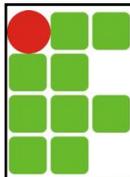
33



IPv4 CIDR

- Para promover um uso mais eficiente para os endereços IPs e simplificar o esquema de roteamento, em 1993 foi introduzido o CIDR
 - **Classless Inter-Domain Routing** [RFC 1338]
- Com o CIDR é possível alocar os endereços IPs de acordo com as necessidades individuais de cada organização e não ficar preso nas regras de uso generalizado das classes
 - Essa alocação é realizada através do uso de máscaras de sub-rede de tamanho variável (VLSR - *Variable Length Subnet Masks*)

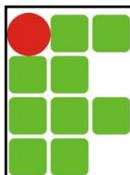
34



IPv4 Máscaras de Sub-Rede

- As máscaras de sub-rede **separam a parte que identifica a "rede" da parte que identifica a "máquina" de um endereço**
 - A máscara **torna eficiente a extração do prefixo**
- A máscara é um dado que **faz parte do endereço de rede**
 - Complementa a configuração de rede de um host
- Assim como os IPs, as máscaras **são números de 32 bits separados em octetos**
- Em uma máscara:
 - Todos os bits de "rede" (prefixo) são iguais a 1
 - Todos os bits de "máquina" (sufixo) são iguais a 0

35

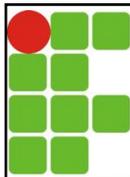


IPv4 Máscaras de Sub-Rede

- Máscaras de Sub-Rede Possíveis
 - Em notação binária

```
32 bits = 11111111.11111111.11111111.11111111    19 bits = 11111111.11111111.11100000.00000000
31 bits = 11111111.11111111.11111111.11111110    18 bits = 11111111.11111111.11000000.00000000
30 bits = 11111111.11111111.11111111.11111100    17 bits = 11111111.11111111.10000000.00000000
29 bits = 11111111.11111111.11111111.11111000    16 bits = 11111111.11111111.00000000.00000000
28 bits = 11111111.11111111.11111111.11110000    15 bits = 11111111.11111110.00000000.00000000
27 bits = 11111111.11111111.11111111.11100000    14 bits = 11111111.11111100.00000000.00000000
26 bits = 11111111.11111111.11111111.11000000    13 bits = 11111111.11111000.00000000.00000000
25 bits = 11111111.11111111.11111111.10000000    12 bits = 11111111.11110000.00000000.00000000
24 bits = 11111111.11111111.11111111.00000000    11 bits = 11111111.11100000.00000000.00000000
23 bits = 11111111.11111111.11111110.00000000    10 bits = 11111111.11000000.00000000.00000000
22 bits = 11111111.11111111.11111100.00000000    9 bits = 11111111.10000000.00000000.00000000
21 bits = 11111111.11111111.11110000.00000000    8 bits = 11111111.00000000.00000000.00000000
20 bits = 11111111.11111111.11100000.00000000
```

36



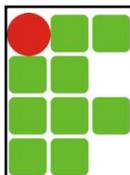
IPv4 Máscaras de Sub-Rede

■ Máscaras de Sub-Rede Possíveis

■ Em notação decimal pontilhada

32 bits = 255.255.255.255	19 bits = 255.255.224.0
31 bits = 255.255.255.254	18 bits = 255.255.192.0
30 bits = 255.255.255.252	17 bits = 255.255.128.0
29 bits = 255.255.255.248	16 bits = 255.255.0.0
28 bits = 255.255.255.240	15 bits = 255.254.0.0
27 bits = 255.255.255.224	14 bits = 255.252.0.0
26 bits = 255.255.255.192	13 bits = 255.248.0.0
25 bits = 255.255.255.128	12 bits = 255.240.0.0
24 bits = 255.255.255.0	11 bits = 255.224.0.0
23 bits = 255.255.254.0	10 bits = 255.192.0.0
22 bits = 255.255.252.0	9 bits = 255.128.0.0
21 bits = 255.255.248.0	8 bits = 255.0.0.0
20 bits = 255.255.240.0	

37



IPv4 Máscaras de Sub-Rede

■ Máscaras das classes

■ Classe A : prefixo 8 bits, sufixo 24 bits

■ Máscara = 11111111.00000000.00000000.00000000

■ Em notação decimal pontilhada = 255.0.0.0

■ Classe B : prefixo de 16 bits, sufixo 16 bits

■ Máscara = 11111111.11111111.00000000.00000000

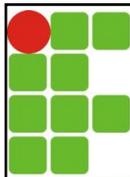
■ Em notação decimal pontilhada = 255.255.0.0

■ Classe C : prefixo de 24 bits, sufixo de 8 bits

■ Máscara = 11111111.11111111.11111111.00000000

■ Em notação decimal pontilhada = 255.255.255.0

38



IPv4

Máscaras de Sub-Rede

- As máscaras de sub-rede também podem ser **representadas por extenso de acordo com o seu número de bits iguais a "1"**

255.0.0.0 = /8

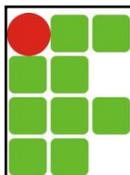
255.255.255.0 = /24

255.255.128.0 = /17

255.255.240.0 = /20

- Desta forma, as seguintes representações são equivalentes
 - 192.123.89.123/255.255.255.0 = 192.123.89.123/24
 - 200.19.145.12/255.255.240.0 = 200.19.145.12/20
 - 10.16.34.25/255.255.0 = 10.16.34.25/16

39

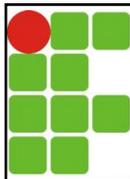


IPv4

Endereços Especiais

- **IPs Privados**
 - Algumas redes privadas (intranets) não estão ligadas à Internet e assim não existe motivo para que estas requisitem faixas únicas de IPs para serem utilizadas internamente na organização
 - Por convenção, o Comitê Gestor da Internet reservou três faixas de endereços para esse fim
 - 10.0.0.0/8 -> 10.0.0.0 a 10.255.255.255
 - 172.16.0.0/12 -> 172.16.0.0 a 172.31.255.255
 - 192.168.0.0/16 -> 192.168.0.0 a 192.168.255.255

40

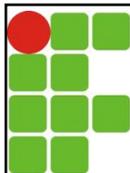


IPv4 Endereços Especiais

■ IPs Privados

- Esses IPs **jamais devem ser utilizados na Internet pública**
 - Datagramas contendo qualquer um destes IPs não trafegam na Internet (são descartados pelos roteadores)
- Uma intranet que utilize alguma destas faixas e que **necessite se interligar com a Internet deverá implementar algum esquema de troca de endereços privado/público**
 - Um dos mecanismos mais conhecidos para fazer essa operação **NAT (Network Address Translation)** é chamada de **Mascaramento IP (IP Masquerading)**

41



IPv4 Endereços Especiais

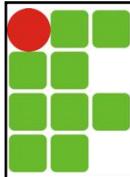
■ Endereço de Rede

- O **primeiro endereço** da faixa de endereços é utilizado para denotar a rede em si
- Todos os bits do seu sufixo são "0"
 - Ex.: 192.168.1.0 denota a rede 192.168.1.0/24

■ Endereço de Broadcast

- O **último endereço** da faixa de endereços é utilizado quando se deseja enviar um pacote para todos os hosts da rede
- Todos os bits do seu sufixo são "1"
 - Ex.: 192.168.1.255 é o broadcast da rede 192.168.1.0/24
- O IP ainda reserva o endereço de broadcast **255.255.255.255** para quando novos hosts desejam fazer o reconhecimento da rede
 - Ex.: **DHCP**

42

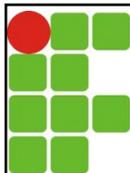


IPv4

Endereços Especiais

- Endereço de Loopback
 - O protocolo IP define um endereço para ser **utilizado em teste de aplicativos de rede**
 - Um loopback serve para **testar a comunicação entre processos de um mesmo computador através das camadas na pilha de protocolos**
 - O pacote sai da camada mais superior, desce até a camada IP e sobe novamente até a camada de aplicação
 - Durante o teste de loopback nenhum pacote deixa o computador (o software IP encaminha os pacotes de um processo a outro)
 - Este endereço utiliza o prefixo de rede **Classe A 127**
 - Por convenção, os projetistas utilizam o endereço **127.0.0.1**

43

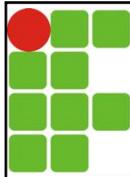


IPv6

Introdução

- Motivos para migrar de IPv4 para IPv6
 - Grande parte dos endereços é mal aproveitada (redes classe A e B)
 - Os números IPv4 disponíveis estão se esgotando
 - Não se imaginava a popularização dos computadores nem o crescimento que teria a Internet
 - Características técnicas que não existiam na época de criação do IPv4 (ex.: mobilidade, rede de sensores, ...)

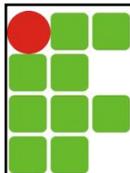
44



IPv6 Introdução

- O IPv6 resolve o problema a médio prazo?
 - Imaginemos a existência de um dispositivo de rede bem pequeno (ex.: 2 cm³)
 - Suponhamos que exista uma quantidade deste dispositivo tão grande que seja capaz de cobrir toda a superfície da terra (incluindo-se matas, desertos e oceanos)
 - Suponhamos, ainda, que além de cobrir toda a superfície da terra, esses dispositivos se empilhem até às camadas mais altas da atmosfera (1.000 km de altura)
- **Sim, com o IPv6 seria possível endereçar todos estes dispositivos 1 trilhão de vezes !**

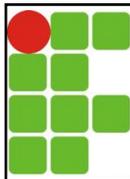
45



IPv6 Objetivos

- **Extensão das capacidades de endereçamento e roteamento**
- Simplificação do formato de cabeçalho
- Suporte a **autenticação e privacidade**
- Suporte de auto-configuração
- Transição simples e flexível (IPv4 x IPv6)
- Suporte para tráfego com garantia de qualidade de serviço

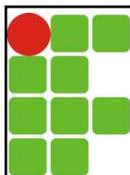
46



IPv6 Características

- Um endereço IPv6 é formado por **128 bits**
- $2^{128} > 340$ unodecilhões
 - 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456
- Os endereços IPv6 são representados utilizando a **notação hexadecimal bipontilhada**
 - Divide o endereço em **oito grupos de 16 bits**
 - Os **grupos são separados por ":"**
 - E cada grupo é escrito com **dígitos hexadecimais**
 - 0000 (Hexadecimal) = 0000000000000000 (Binário)
 - FFFF (Hexadecimal) = 1111111111111111 (Binário)

2001:0DB8:AD1F:25E2:CADE:CAFE:F0CA:84C1



IPv6 Características

WolframAlpha computational knowledge engine

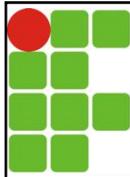
Input: 2^{128} Mathematica form

Result: 340 282 366 920 938 463 463 374 607 431 768 211 456

Scientific notation: $3.40282366920938463463374607431768211456 \times 10^{38}$

Number names: Truncated name
340 undecillion, 282 decillion, 366 nonillion, 920 octillion, 938 septillion, 463 sextillion, 463 quintillion, 374 quadrillion, 607 trillion, 431 billion, 768 million, 211 thousand and 456

48

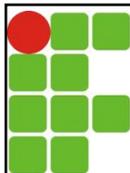


IPv6 Características

- Na representação de um endereço IPv6 é permitido:
 - Utilizar caracteres maiúsculos ou minúsculos
 - Omitir os zeros à esquerda
 - Representar os zeros contínuos por "::"

```
2001:0BC6:0000:0000:009B:00FF:ED35:9C4A
      ↓
2001:BC6:0:0:9B:FF:ED35:9C4A
      ↓
2001:BC6::9B:FF:ED35:9C4A
      ↓
http://[2001:BC6::9B:FF:ED35:9C4A]/
```

49

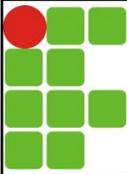


IPv6 Características

- Exemplos de reduções possíveis para um endereço IPv6

```
2001:0db8:0000:0000:0000:0000:1428:57ab
2001:0db8:0000:0000:0000::1428:57ab
2001:0db8:0:0:0:0:1428:57ab
2001:0db8:0:0::1428:57ab
2001:0db8::1428:57ab
2001:db8::1428:57ab
```

50



IPv6 Características

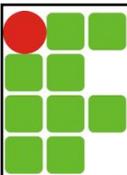
Máscara de Rede

- 128 bits (evidentemente)
- Representada em decimal (Quantidade de bits da máscara)

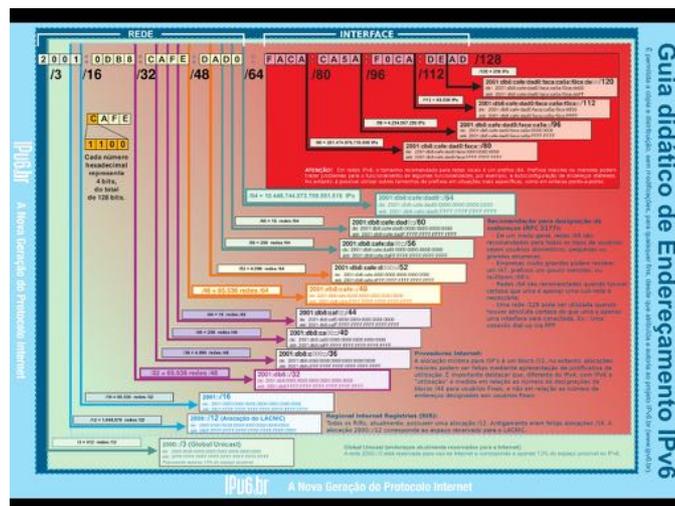
Ex: 2001:db8:c18:1::3/112
 = 2001:0DB8:0C18:0001:0000:0000:0000:0003
 FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:0000

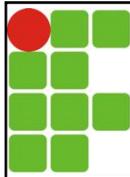
Loopback

- 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
- ou 0:0:0:0:0:0:0:1 ou ::1



IPv6 Características

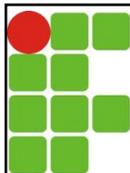




IPv6 Características

- Alocação Atual
 - Apenas 15 % de todo espaço IPv6 está alocado
 - Os outros 85% restantes estão reservados para "uso futuro"
 - Devido a esta pré-alocação, serão comuns endereços com uma longa sequência de bits zero.
 - Será comum utilizar o recurso de supressão de zeros nesses casos
 - Ex: 2000:0:0:0:0:0:0:1 = 2000::1

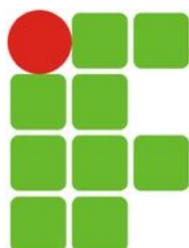
53



Referências

- KUROSE, J. F. e ROSS, K. - **Redes de Computadores e a Internet** – 6a Ed., Pearson, 2013.
- KUROSE, J. F. e ROSS, K. - **Redes de Computadores e a Internet** – 5a Ed., Pearson, 2010.
- FOROUZAN, B. A. - **Comunicação de Dados e Redes de Computadores** – 3a Ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.
- FOROUZAN, B. A. - **Comunicação de Dados e Redes de Computadores** – 4a Ed., São Paulo: McGraw-Hill, 2007.
- TANENBAUM, A. S. – **Redes de Computadores** – 5a Ed., Pearson, 2011.

54



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE



Instalação e Configuração de Servidores

Turma : 20191.3.01111.1V

Introdução às Redes de Computadores TCP/IP

Prof. Thiago Dutra <thiago.dutra@ifrn.edu.br>