

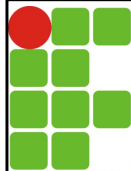
INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO GRANDE DO NORTE



# Redes de Computadores

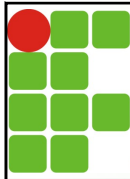
## Camada de Rede – Parte II

Prof. Thiago Dutra <[thiago.dutra@ifm.edu.br](mailto:thiago.dutra@ifm.edu.br)>



## Agenda – Camada de Rede

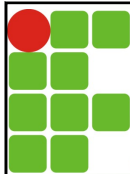
- Introdução
- Protocolo IP
- IPv4
- Roteamento
- IPv6



## Agenda – Parte II

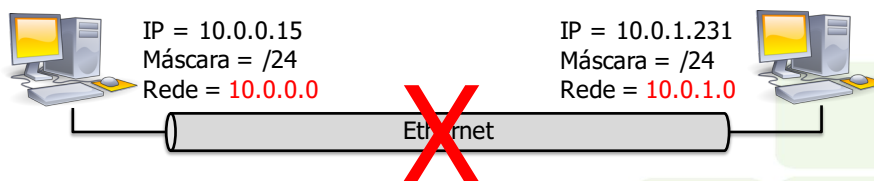
- Roteamento
  - Introdução
  - Roteador
  - Exemplos
  - Tabelas de Roteamento
  - Algoritmos e Protocolos de Roteamento
- IPv6
  - Introdução
  - Objetivos
  - Características

3



## Roteamento - Introdução

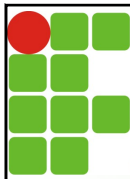
- Imaginemos o seguinte cenário:



- Pergunta:
  - Essas máquinas conseguem se comunicar?

**NÃO !**

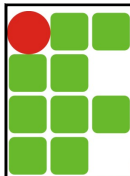
4



## Introdução

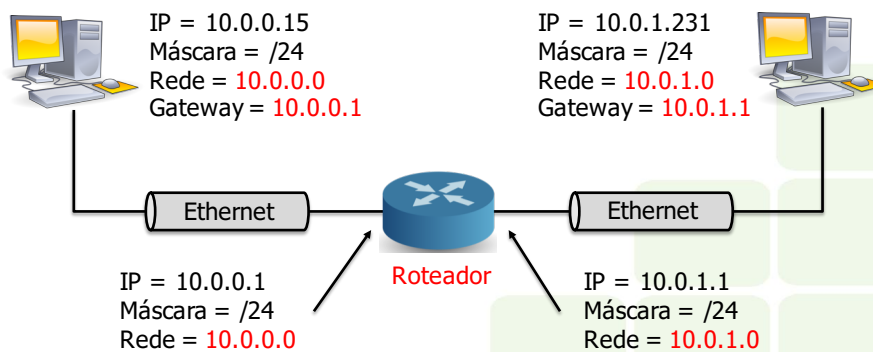
- No cenário anterior as duas máquinas estão em **redes IPs (redes lógicas) distintas**
  - Isto é obtido através do **calculado dos endereços de rede**
  - Elas **não podem se comunicar diretamente**
- A **única** forma de possibilitar a comunicação entre elas, é utilizar um equipamento que faça uma função de **roteamento**
- Este equipamento (**roteador**) deve:
  - **Estar ligado as duas redes**
  - Realizar o **repasso de datagramas entre estas redes**

5

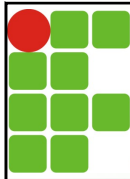


## Introdução

- Imaginemos esse outro cenário



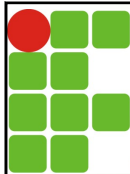
6



## Introdução

- Para que os datagramas sejam roteados as estações adicionam a sua configuração uma nova informação => **endereço do gateway (roteador)**
- Para cada datagrama que uma estação vai enviar, a seguinte operação é realizada:
  - Se **end. de rede do IP de origem = end. rede do IP de destino**
    - O datagrama é **enviado diretamente para o destino**
  - Se **end. de rede do IP de origem ≠ end. rede do IP de destino**
    - O datagrama é **enviado para o gateway da estação**

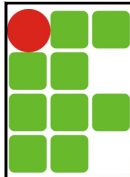
7



## Roteador

- Funciona da camada de rede
  - Pode ser uma **solução proprietária ou um computador com sistema operacional que dê suporte ao roteamento**
- Interliga duas ou mais redes IP, realizando o repasse de datagramas entre elas
  - O roteamento é a **ÚNICA** forma de permitir que máquinas em redes IP distintas se comuniquem

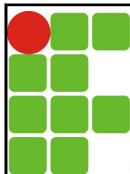
8



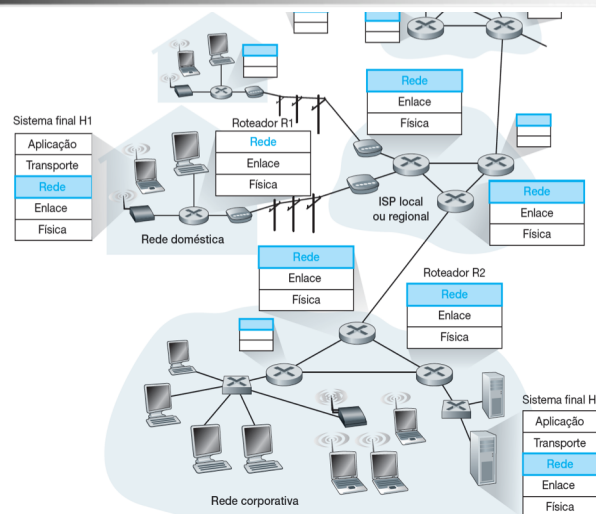
# Roteador

- Interpreta os datagramas IP recebidos, **enviando-os para a rota (rede IP) correta**
  - Realiza o processo de **escolha do caminho** para enviar **cada** datagrama até o seu destino
  - Cada roteador contém uma **"tabela de rotas"** que informa o próximo passo a ser seguido por cada datagrama
  - **Estações normalmente possuem uma única rota (default) que identifica o roteador de sua rede**

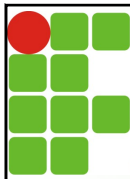
9



# Roteador

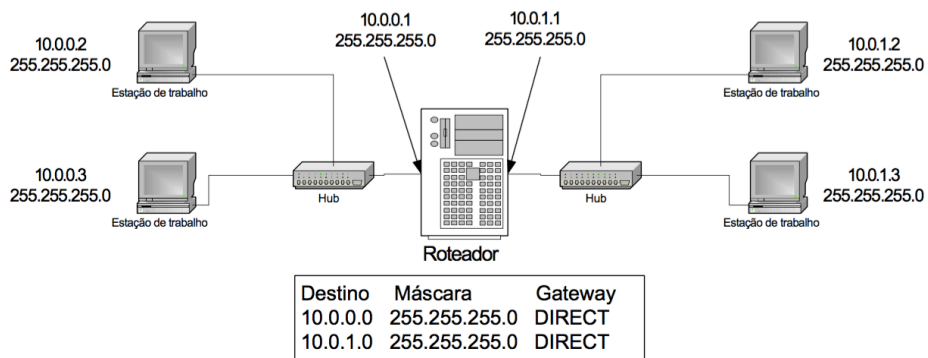


10

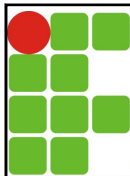


# Exemplos

## ■ Cenário 01

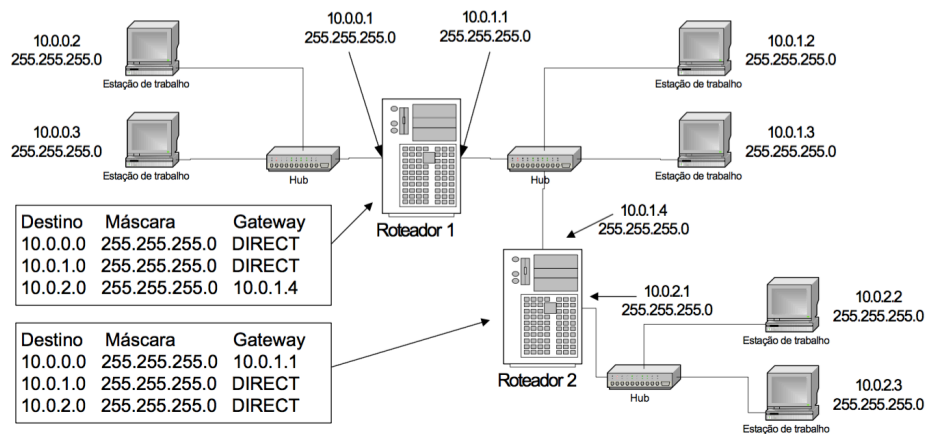


11



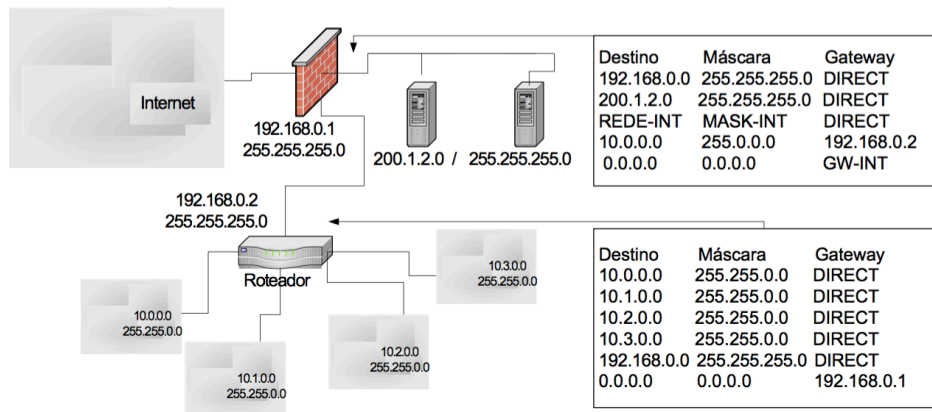
# Exemplos

## ■ Cenário 02



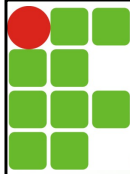
## Exemplos

### ■ Cenário 03



## Tabelas de Roteamento

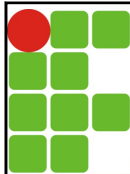
- As tabelas de roteamento em cada roteador podem ser mantidas manualmente ou de forma automatizada
  - **Manualmente** : O administrador do roteador deve inserir a remover as rotas quando necessário
    - Adequado apenas para **redes pequenas**
  - **Automaticamente** : Roteadores suportam protocolos de roteamento que inserem e removem as rotas de forma automática
    - **Essencial** para **redes de médio e grande porte**



## Protocolos de Roteamento

- Os protocolos de roteamento **automatizam o processo de construção de tabelas de rotas nos roteadores**
  - Devem ser simples, de forma a **utilizar poucos recursos do roteador** (ex.: processador, memória)
  - Os protocolos de roteamento implementam um ou mais algoritmos de roteamento (ex.: Vetor-Distância, SPF)
- São divididos em duas classes
  - **Internos** : usados dentro de uma mesma instituição (ex.: RIP2, OSPF)
  - **Externos** : usados no núcleo da Internet (ex.: BGP2)

15

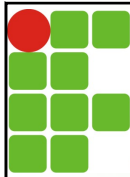


## IPv6 – Introdução

- **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, ...)

16

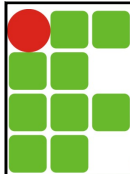




## Introdução

- O IPv6 resolve o problema a médio prazo?
  - Imaginemos a existência de um dispositivo de rede bem pequeno (ex.: 2 cm<sup>3</sup>)
  - 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 !**

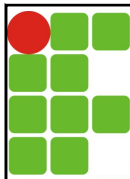
17



## 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

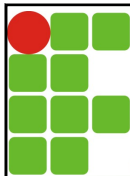
18



## 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:FOCA:84C1**



## Características

**WolframAlpha** computational knowledge engine

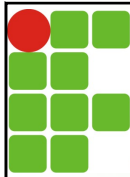
Input:  $2^{128}$  Mathematica form

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

20



## 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
```

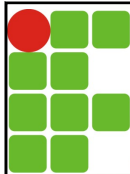
↓

```
2001:BC6::9B:FF:ED35:9C4A
```

↓

```
http://[2001:BC6::9B:FF:ED35:9C4A]/
```

21



## Características

- Exemplos de reduções possíveis para um endereço IPv6

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

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

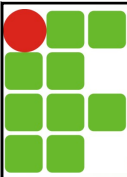
```
2001:0db8:0:0:0:0:1428:57ab
```

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

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

```
2001:db8::1428:57ab
```

22



# Características

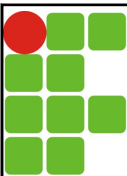
## Máscara de Rede

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

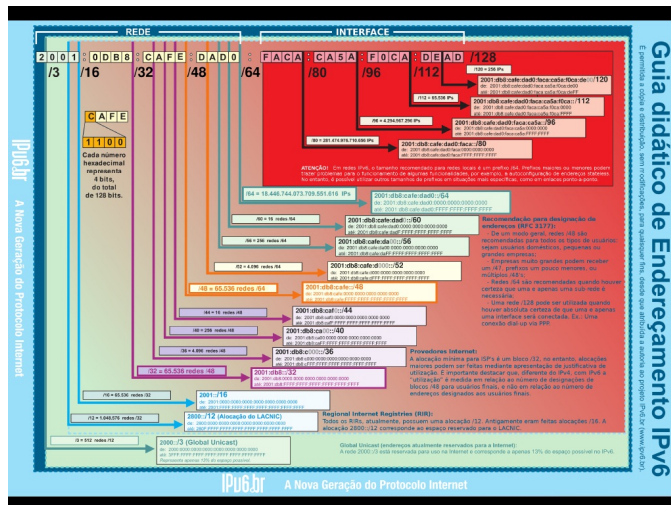
Ex: 2001:db8:c18:1::3/112  
 = 2001:0DB8:0C18:0001:0000:0000:0000:0003  
 FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:0000

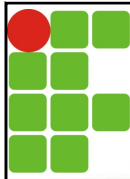
## Loopback

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



# Características

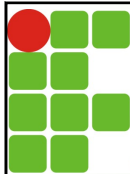




## Características

- **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

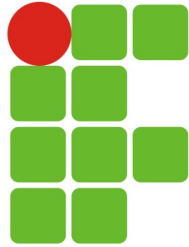
25



## 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.

26



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



# Redes de Computadores

## Camada de Rede – Parte II

Prof. Thiago Dutra <[thiago.dutra@ifm.edu.br](mailto:thiago.dutra@ifm.edu.br)>