

Projeto de Redes de Computadores

Aula 6

Padronização na Comunicação de Dados

Estudo do Protocolo IP na Arquitetura

TCP/IP – Parte 1

Professor Me. Daniel Augusto de Castro Spegiorin

Conteúdo

- 1. Introdução.**
- 2. Camada da Arquitetura TCP/IP.**
- 3. Endereçamento IP (usando IPv4).**
- 4. ARP (Address Resolution Protocol).**
- 5. Exercícios.**

1. Introdução

Devido a **popularização da Internet**, o conjunto de protocolo TCP/IP atualmente é o **protocolo mais usado em redes locais**.

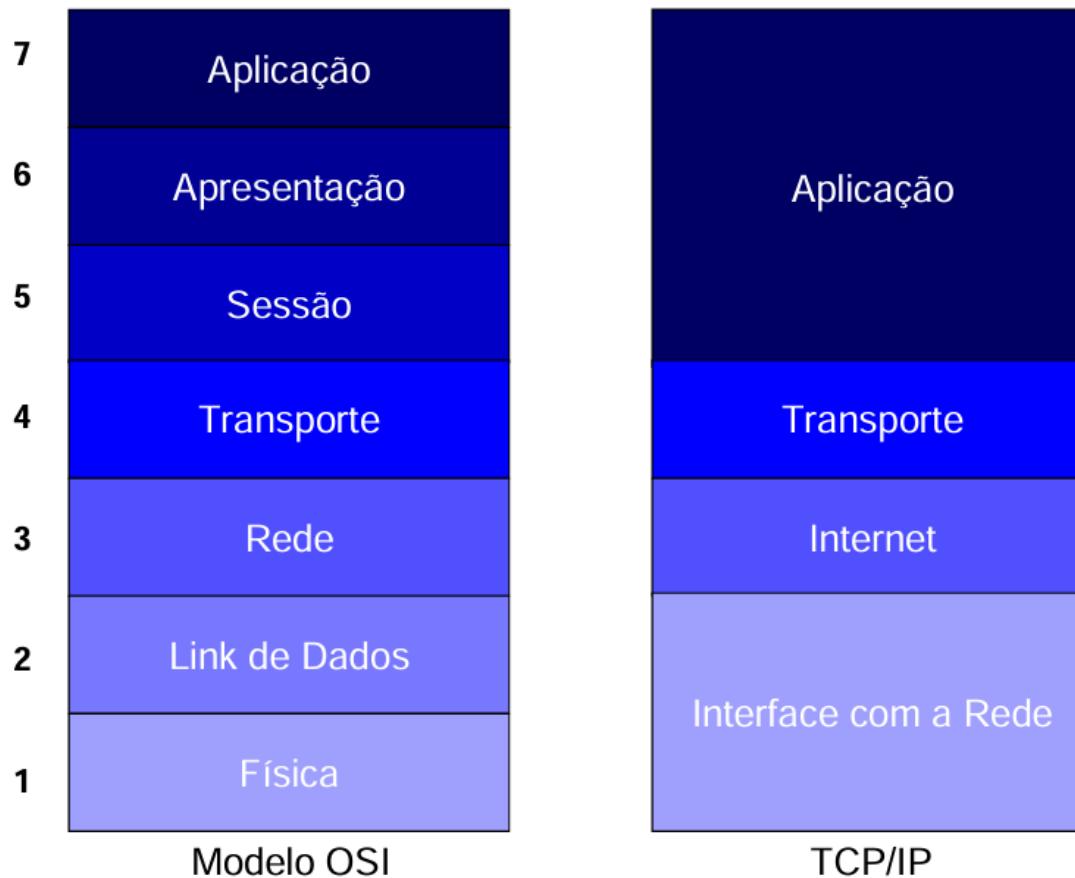
Mesmo Sistemas que antigamente só suportavam seu protocolo proprietário hoje suportam TCP/IP.

É roteável e foi criado pensando em redes grandes e de longa distância, onde pode haver vários caminhos para chegar ao destino.

Arquitetura aberta, qualquer fabricante pode adotar sua própria versão do TCP/IP em seu SO sem pagar direitos autorais.

Todos os fabricantes acabaram adotando TCP/IP – Protocolo Universal.

1. Introdução - Arquitetura TCP/IP



1. Introdução – Arquitetura TCP/IP

TCP/IP é na realidade um conjunto de protocolos, onde os principais são:

- **TCP: Transmission Control Protocol;**
- **IP (Internet Protocol);**

O TCP opera na camada de transporte enquanto que o IP opera na camada de rede.

Não são os únicos protocolos da arquitetura.

Antes de estudar o endereçamento IP, que diz respeito ao IPv4 que estudaremos nessa aula e o IPv6 que será estudado futuramente, vamos abordar algumas características das camadas na arquitetura TCP/IP estudadas no curso de redes.

2. Camada de Aplicação

A camada de aplicação equivale às camadas 5, 6 e 7 do modelo OSI.

Ela faz a comunicação entre aplicativos e a camada de transporte onde atua o TCP.

Os protocolos mais conhecidos e amplamente usados da camada de aplicação são:

- HTTP (HyperText Transfer Protocol): protocolo que define como mensagens são formatadas e transmitidas entre servidores e navegadores;
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol): define as regras para a transmissão de mensagens de correio eletrônico entre servidores e entre o cliente (como um aplicativo de e-mail) e o servidor;
- FTP (File Transfer Protocol): protocolo usado para transferir arquivos entre computadores pela internet ou redes locais;
- DNS (Domain Name System): protocolo que traduz nomes de domínio para endereços IP.

2. Camada de Aplicação

A camada de aplicação comunica-se com a camada de transporte através de uma porta.

As portas são numeradas e as aplicações padrão usam sempre a mesma porta.

Algumas portas bastante utilizadas:

- HTTP utiliza a porta 80;
- SMTP utiliza a porta 25;
- FTP as portas 20 para transmissão de dados e 21 para controle;

Através do uso de portas, permite ao protocolo de transporte (tipicamente o TCP) saber qual é o tipo de conteúdo do pacote de dados.

No receptor, ao receber um pacote na porta 25 irá entregá-lo ao protocolo conectado a essa porta, que por sua vez irá repassá-lo para a aplicação (programa de e-mail).

2. Camada de transporte

A camada de transporte do TCP/IP é um equivalente direto da camada de transporte (4) do modelo OSI.

Essa camada é responsável por pegar dados enviados pela aplicação e transformá-los em pacote para serem repassados para a camada de Internet.

Nesta camada operam dois principais protocolos:

- **TCP (Transmission Control Protocol), que devido a sua maior confiabilidade e verificação se os dados chegaram ao seu destino é mais utilizado na transmissão de dados;**
- **UDP (User Datagram Protocol), que não verifica se o dado chegou ou não ao destino, sendo mais usado na transmissão de informações de controle.**

Na recepção, pega os pacotes passados pela camada Internet e os coloca em ordem e verifica se todos chegaram corretamente, pois na transmissão, podem seguir caminhos diferentes e chegarem fora de ordem.

2. Camada de Internet

Equivale a Camada de Rede (3) do modelo OSI.

Essa camada tem como função principal o gerenciamento do roteamento e a entrega dos pacotes de dados entre dispositivos em diferentes redes.

Vários protocolos podem operar nessa camada:

- **IP (Internet Protocol);**
- ICMP (Internet Control Message Protocol);
- **ARP (Address Resolution Protocol);**

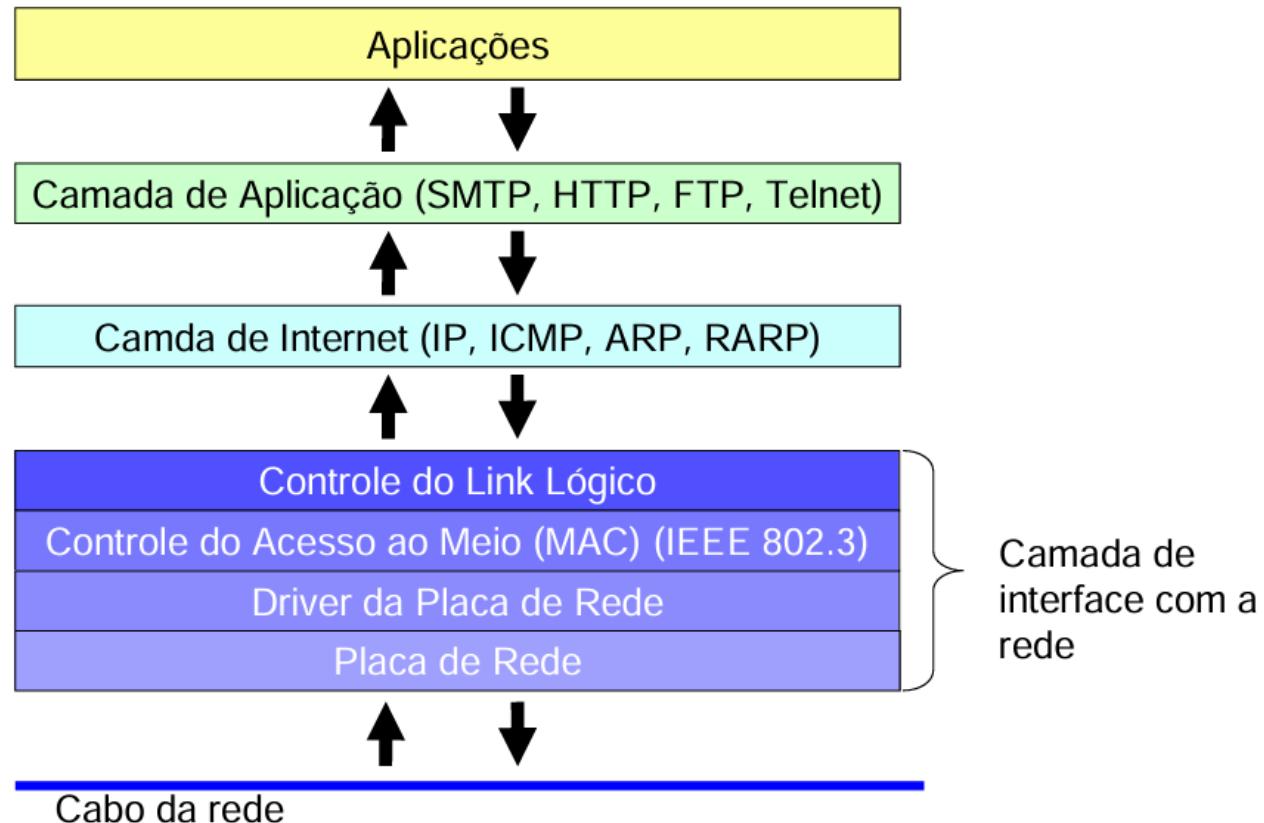
O Pacote de dados recebido da camada TCP é **dividido em pacotes chamados datagramas, que são enviados para a camada de interface com a rede, onde são transmitidos pelo cabeamento de rede através de quadros.**

Não verifica se os dados chegaram ao destino, isso é feito pelo TCP

A camada da Internet é responsável pelo roteamento de pacotes, que adiciona informações ao datagrama sobre o caminho que ele deverá percorrer.

2. Camada de Interface com a Rede

Equivale as camadas 1 e 2 do modelo OSI, sendo responsável por enviar o datagrama recebido pela camada de Internet em forma de um quadro através da rede.

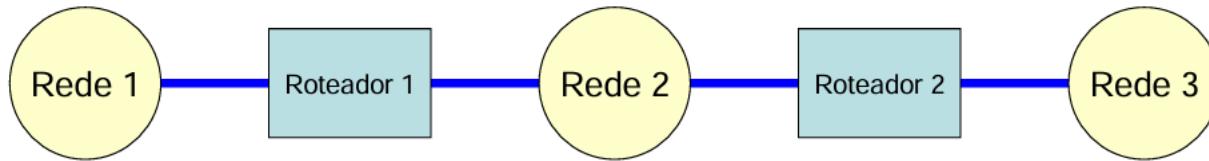


3. Endereçamento IPv4

O modelo TCP/IP é **roteável**, e foi criado pensando na interligação de diversas redes por vários caminhos possíveis entre o transmissor e o receptor.

Cada dispositivo conectado em rede necessita usar pelo menos **um endereço IP que permite identificar o dispositivo e a qual rede ele pertence**.

As diversas redes são interligadas através de dispositivos chamados **roteadores**.



Quando um computador da rede 1 quer enviar um pacote de dados para um computador da rede 3, ele envia o pacote para o roteador 1, que então repassa esse pacote diretamente ao roteador 2, que se encarrega de fazer a entrega ao computador de destino na rede 3.

3. Endereçamento IPv4

No exemplo citado no slide anterior, a entrega é feita facilmente pelo roteador pois os pacotes possuem o endereço IP do computador de destino.

Nesse endereço há informação de em qual rede o pacote deve ser entregue. O roteador 1 sabe que o destinatário não está na rede 2 e portanto o envia diretamente para o roteador 2.

Redes baseadas em TCP/IP tem um ponto de saída chamado gateway. Todos os pacotes de dados recebidos que não são para aquela rede vão para o gateway.

As redes subsequentes vão enviando os pacotes a seus respectivos gateways até que cheguem ao destino, que é possível porque o endereço IP possui duas partes:

Campo de um endereço IP

Identificação da Rede

Identificação da Máquina

3. Endereçamento IPv4

O endereço IPv4 é um número de 32 bits, representado em decimal em forma de 4 números de 8 bits separados por um ponto no formato a.b.c.d.

Menor endereço possível: 0.0.0.0 e maior endereço possível: 255.255.255.255.

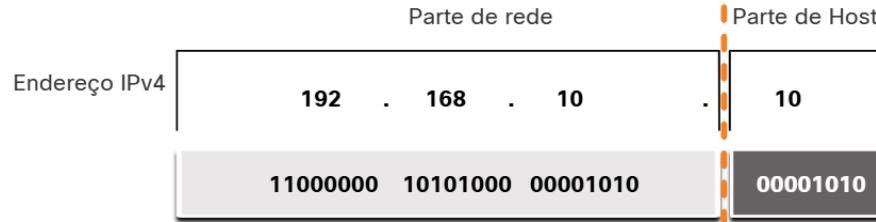
Teoricamente um endereço TCP/IP pode ter até 4.294.967.296 endereços IPv4, mas alguns endereços são reservados e não podem ser usados.

Com o esgotamento do número de endereços IPv4, está em uso o endereçamento usando 128 bits em vez de 32, chamado IPv6, estudado na aula de redes.

Cada dispositivo de uma rede da arquitetura TCP/IP precisa ter um endereço IP único, para que o pacote de dados consiga ser entregue corretamente. Assim, você terá que obrigatoriamente usar endereços que não estejam sendo usados por nenhum outro computador da rede.

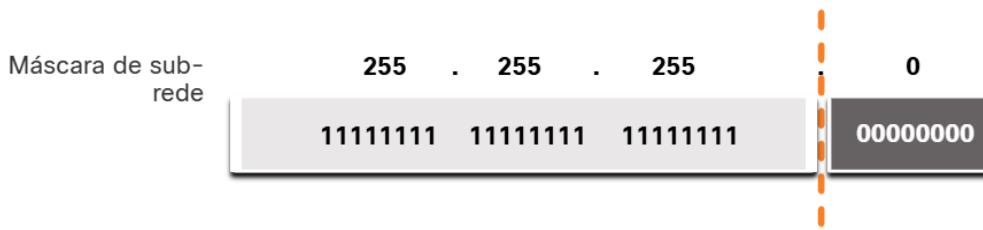
3. Endereçamento IPv4

Considere o IPv4:

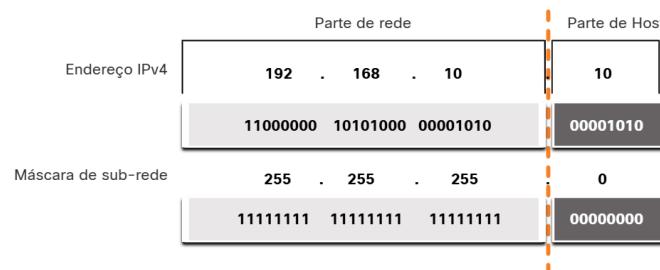


Mas como os hosts sabem qual parte dos 32 bits identifica a rede e qual identifica o host? Esse é o papel da máscara de sub-rede.

Máscara de Rede:



Associando um endereço IPv4 à sua máscara de rede:



3. Endereçamento IPv4

Máscara de Rede

A máscara é formada por 32 bits no mesmo formato que o endereço IP e cada bit 1 da máscara informa a parte do endereço IP que é usada para o endereçamento da rede e cada bit 0 informa a parte do endereço IP que é usada para o endereçamento das máquinas.

Dessa forma as máscaras padrões são:

Classe A: 255.0.0.0

Classe B: 255.255.0.0

Classe C: 255.255.255.0

Valores fora do padrão podem ser usados quando houver necessidade de segmentar a rede.

A máscara de rede é essencial para o funcionamento das redes TCP/IP, permitindo a correta identificação e comunicação entre dispositivos em diferentes redes.

3. Determinando a rede: "AND" lógico

Um AND lógico é uma das três operações booleanas usadas na lógica booleana ou digital. As outras duas são OR e NOT. A operação AND é usada para determinar o endereço de rede.

AND lógico é a comparação de dois bits que produz os resultados mostrados abaixo. Observe como somente 1 AND 1 produz um 1. Qualquer outra combinação resulta em um 0.

- 1 E 1 = 1
- 0 E 1 = 0
- 1 E 0 = 0
- 0 E 0 = 0

Observação : Na lógica digital, 1 representa Verdadeiro e 0 representa Falso. Ao usar uma operação AND, ambos os valores de entrada devem ser Verdadeiro (1) para que o resultado seja Verdadeiro (1).

Para identificar o endereço de rede de um host IPv4, é feito um AND lógico, bit a bit, entre o endereço IPv4 e a máscara de sub-rede. Quando se usa AND entre o endereço e a máscara de sub-rede, o resultado é o endereço de rede.

3. Determinando a rede: "AND" lógico

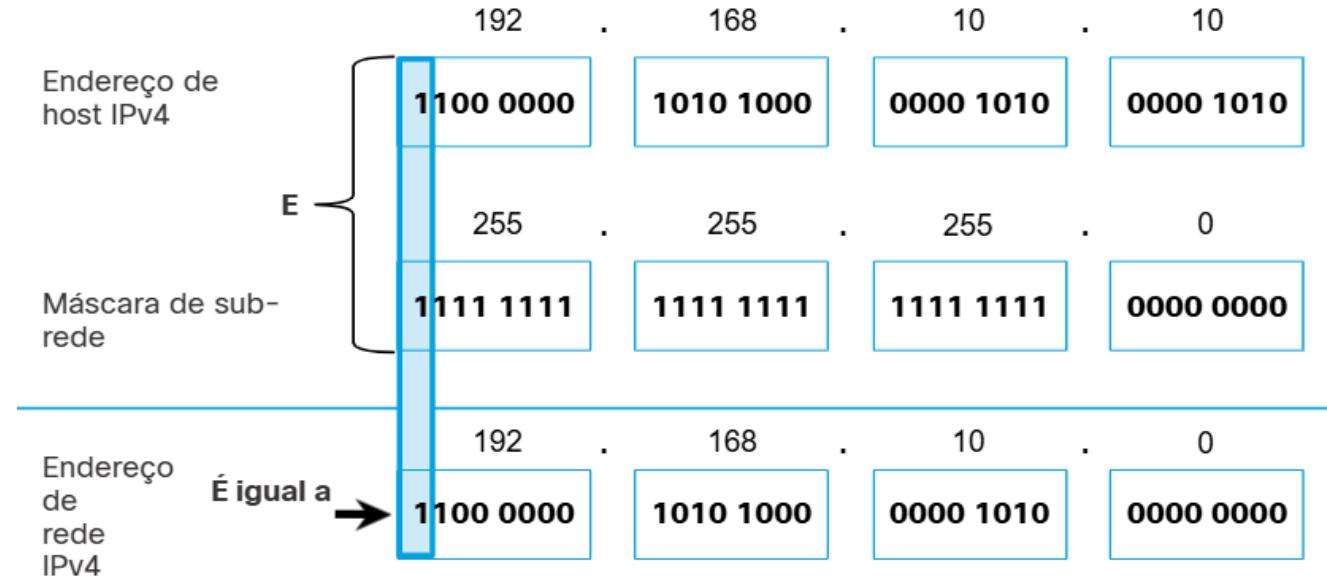
Para ilustrar como AND é usado para descobrir um endereço de rede, considere um host com endereço IPv4 192.168.10.10 e máscara de sub-rede 255.255.255.0, conforme mostrado na figura:

Endereço de host IPv4 (192.168.10.10) - O endereço IPv4 do host em formato decimal com pontos e binário.

Máscara de sub-rede (255.255.255.0) - A máscara de sub-rede do host nos formatos decimal com pontos e binário.

Endereço de rede (192.168.10.0) - A operação lógica AND entre o endereço IPv4 e a máscara de sub-rede resulta em um endereço de rede IPv4 mostrado nos formatos decimal com pontos e binário.

3. Determinando a rede: "AND" lógico



Usando a primeira sequência de bits como exemplo, observe que a operação AND é executada no 1 bit do endereço do host com o 1 bit da máscara de sub-rede. Isso resulta em um bit 1 para o endereço de rede. $1 \text{ AND } 1 = 1$.

A operação AND entre um endereço de host IPv4 e uma máscara de sub-rede resulta no endereço de rede IPv4 para este host. Neste exemplo, a operação AND entre o endereço de host 192.168.10.10 e a máscara de sub-rede 255.255.255.0 (/24) resulta no endereço de rede IPv4 192.168.10.0/24. Esta é uma operação IPv4 importante, pois informa ao host a qual rede pertence.

3. Endereçamento IPv4 – Classes de IPv4

	a	b	c	d
Classe A	0	Identificação da rede (7 bits)	Identificação da máquina (24 bits)	
Classe B	10	Identificação da rede (14 bits)	Identificação da máquina (16 bits)	
Classe C	110	Identificação da rede (21 bits)	Identificação da máquina (8 bits)	
Classe D	1110	Endereçamento multicast		
Classe E	1111	Reservado para uso futuro		

3. Endereçamento IPv4

Classes de Endereços IP

Classe	Endereço mais baixo	Endereço mais alto
A	1.0.0.0	126.0.0.0
B	128.1.0.0	191.255.0.0
C	192.0.1.0	223.255.255.0
D	224.0.0.0	239.255.255.255
E	240.0.0.0	255.255.255.254

* alguns endereços não constam na tabela por serem de uso reservado

3. Endereçamento IPv4

- Em rede usamos somente as classes A, B e C

Classe	Números para Identificação da Rede	Números para Identificação da máquina	Quantidade de máquinas na rede
A	1	3	16.777.216
B	2	2	65.536
C	3	1	256

3. Endereçamento IPv4

- Os endereços 0 e 255 são reservados, então na prática o número de máquinas por rede é menor. Exemplo: Classe C: 254 máquinas
- Endereço 0: É utilizado para identificar uma rede específica. Por exemplo, no endereço "192.168.0.0", o "0.0" indica a própria rede 192.168.0.0.
- Endereço 255: Este é geralmente reservado para broadcast, permitindo que uma mensagem seja enviada para todos os dispositivos na rede. Por exemplo, o endereço de broadcast para a rede 192.168.0.0/24 seria "192.168.0.255".
- A escolha da classe da rede depende de seu tamanho.
- O sistema de redes que forma a estrutura básica da Internet é chamado backbone, e para estar na internet você deve estar ligado a ele de alguma forma (diretamente ou indiretamente).

3. Endereçamento IPv4

- A Internet possui uma estrutura hierárquica, e o responsável pelo backbone é responsável pelo controle e fornecimento de endereços IPs a seus subordinados. Por sua vez, os IPs de um backbone foram atribuídos pelo backbone hierarquicamente superior a ele.
- **Teoricamente, se sua rede não está na Internet você pode usar quaisquer endereços IPs, mas se mais tarde ela for conectada, o conflito será inevitável.**
- Com o endereçamento IPv4, poderão existir diversas redes lógicas em uma rede física se a porção de rede dos endereços de hosts de rede lógica for diferente. Por exemplo: três hosts em uma única rede local física têm a mesma porção de rede do endereço IPv4 (192.168.18) e outros três hosts têm porções de rede diferentes de seus endereços IPv4 (192.168.5).
- **Os hosts com o mesmo número de rede em seus endereços IPv4 poderão se comunicar entre si, mas não com os outros hosts sem o uso de roteamento.**

3. Endereçamento IPv4

- **Alguns endereços IPs são reservados para redes privadas.** Roteadores reconhecem esses endereços como sendo de redes particulares e não os repassam para o resto da Internet.
- Mesmo que um roteador esteja configurado errado e passe o pacote adiante, outro roteador configurado corretamente irá barrá-lo.
- Endereços especiais reservados para redes privadas:

Classe A: 10.0.0.0 a 10.255.255.255;

Classe B: 172.16.0.0 a 172.31.255.255;

Classe C: 192.168.0.0 a 192.168.255.255;

A maioria das redes internas, considerando-se empresas e redes domésticas, usa endereços IPv4 privados para endereçar todos os dispositivos internos, incluindo hosts e roteadores. **No entanto, os endereços privados não são globalmente roteáveis.**

3. Endereçamento IPv4

Endereços IPv4 públicos são endereços roteados globalmente pela Internet. Endereços IPv4 públicos devem ser exclusivos.

Os endereços IPv4 e IPv6 são gerenciados pela IANA (Internet Assigned Numbers Authority). A IANA gerencia e aloca blocos de endereços IP aos **registros regionais de Internet** (RIRs).

Os RIRs são responsáveis por alocar endereços IP aos ISPs que fornecem blocos de endereços IPv4 para organizações e ISPs menores. As organizações também podem obter seus endereços diretamente de um RIR (sujeito às políticas desse RIR).

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) permite atribuição automática ou manual de endereços IPs para computadores da rede.

Quando um cliente solicita um endereço IP o servidor DHCP atribui um IP a ele por um certo período (que deverá ser renovado quando o prazo estiver expirando).

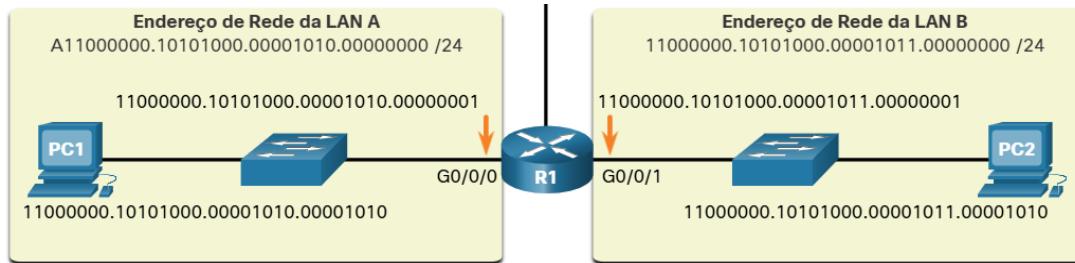
3. Endereçamento IPv4

Em meados da década de 1990, com a introdução da World Wide Web (WWW), o endereçamento clássico foi obsoleto para alocar de forma mais eficiente o espaço de endereços IPv4 limitado. **A alocação de endereço de classe foi substituída por endereçamento sem classe, que é usado hoje.** O endereçamento sem classe ignora as regras das classes (A, B, C). Endereços de rede IPv4 públicos (endereços de rede e máscaras de sub-rede) são alocados com base no número de endereços que podem ser justificados.

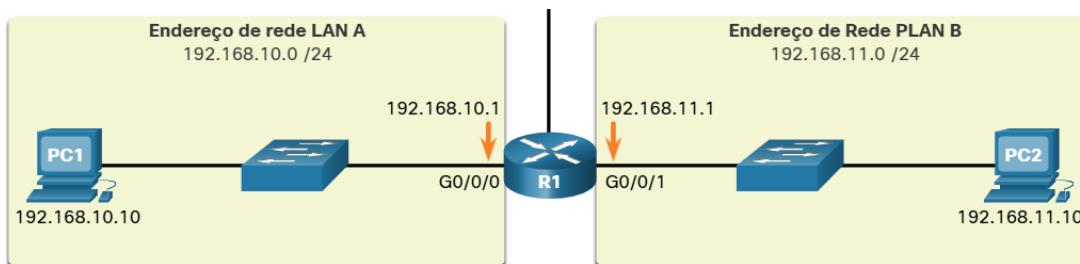
Com a introdução do CIDR (Classless Inter-Domain Routing), que oferece maior flexibilidade ao permitir subdivisões de redes em tamanhos variados, independentes das classes tradicionais.

3. Endereços Binários e IPv4

Os endereços IPv4 começam como binários, uma série de apenas 1s e 0s. Eles são difíceis de gerenciar, portanto, os administradores de rede devem convertê-los em decimal.



Para facilitar o uso pelas pessoas, os endereços IPv4 são geralmente expressos em notação decimal.



3. Endereços Binários e IPv4

Considere o sistema binário de base 2 (0,1). Considere um agrupamento de 8 bits, formando a tabela abaixo.

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1

Exemplo: Número 168 decimal em binário: 10101000.

E a conversão de binário para decimal fica mais fácil usando a tabela.

Exemplo: 01101101 binário para decimal: 109.

4. ARP (Address Resolution Protocol)

As redes TCP/IP baseiam-se em um endereçamento virtual (IP), mas as placas de rede utilizam endereçamento MAC.

O protocolo ARP é responsável por fazer a conversão entre endereços IPs e os endereços MAC da rede, pois em uma grande rede, os pacotes TCP/IP são enviados até a rede de destino através dos roteadores. Ao atingir a rede de destino o protocolo ARP entra em ação para detectar o endereço da placa de rede para qual o pacote deve ser entregue, já que no pacote há somente o endereço IP.

Assim, o funcionamento do ARP baseia-se no seguinte esquema de funcionamento:

- Em uma rede local, os dispositivos se comunicam usando endereços MAC, que são identificadores únicos atribuídos a cada placa de rede;
- No entanto, a comunicação em redes IP utiliza endereços IP, que são endereços lógicos que podem ser alterados;
- O ARP preenche essa lacuna, traduzindo endereços IP em endereços MAC;

5. Exercícios

Resolver a atividade 3 publicada no MS-Teams