



Relatório de Aula Prática – Redes de Computadores

Título: Roteamento

Aluno: Vitor Mayorca Camargo

Data: 21/11/2024

1. INTRODUÇÃO

A internet surgiu na década de 1960 como ARPANET, inicialmente usada para comunicação militar e acadêmica nos EUA (LEINER, *et al.* 2009). Em 1989, a criação da World Wide Web democratizou o acesso e compartilhamento de informações por meio de navegadores web, permitindo que pessoas comuns usassem a internet de forma fácil e rápida (MONTEIRO, 2001).

As informações transmitidas na internet seguem protocolos rigorosos, como o TCP e o IP, que surgiram da necessidade de estabelecer regras e padrões para unificar as diferentes redes e máquinas que formam a internet (CORONA, 2004). O protocolo TCP (Transmission Control Protocol) foi projetado para fornecer uma comunicação confiável entre dois computadores, reduzindo ou aumentando a taxa de transmissão de dados de forma dinâmica, com o fim de evitar perda de dados. (CAMPISTA, *et al.* 2010).

Já o protocolo IPv4 (Internet Protocol) define a base para a transação, tráfego e reconhecimento de dados em uma rede. Ele é responsável por definir o "Endereço IP", que é um número único dado a cada máquina ou "host" na rede. Esse endereço é composto por quatro números (de 0 a 255) separados por pontos (de 000.000.000.000 a 255.255.255.255), e permite que uma máquina seja identificada e se comunique com outras na rede (CORONA, *et al.* 2004). Os autores também explicam que o protocolo TCP/IP divide os dados em pequenas porções para transferência na Internet. O protocolo IP organiza o envio e recebimento desses pacotes, enquanto o protocolo TCP se encarrega de dividir, ordenar e garantir que o fluxo de dados ocorra corretamente.

Duas versões do protocolo IP são usadas como padrão na internet. O IPv4 especifica as capacidades e protocolos básicos que toda máquina deve seguir, e usa um endereço de 32 bits (TANENBAUM, 2003). Já o IPv6, mais avançado, possui uma maior segurança e melhor comunicação entre as redes, fornecendo um endereço de 128 bits (CHANDRA, KATHING, KUMAR. 2013).

Porém, no âmbito físico, a comutação de pacotes pela internet é feita com a ajuda de diversos dispositivos de rede, dentre os quais destacam-se os switches e os roteadores. De acordo com Tanenbaum (2003), os switches conectam computadores individuais, sendo o intermediário do encaminhamento de pacotes diretamente entre portas. Cada porta é um domínio de colisão isolado, evitando perdas por colisão. No entanto, se os quadros chegarem mais rápido do que podem ser retransmitidos, o buffer pode encher, e os quadros podem ser descartados. Além disso, para as máquinas numa rede, é como se os switches estivessem invisíveis, pois são apenas intermediários.

O mesmo autor também explica o funcionamento dos roteadores. Quando um pacote chega ao roteador, o cabeçalho e o final do quadro são removidos, deixando apenas o pacote no campo de carga útil. O software de roteamento usa o cabeçalho do pacote para determinar a linha de saída, com base no endereço IP. Esse software não acessa os endereços de quadro e não distingue se o pacote veio de uma LAN ou de uma conexão ponto a ponto.

Na maioria das redes, os pacotes passam por diversos roteadores até chegarem ao seu destino.

Para decidir qual caminho será tomado pelos pacotes, existem os algoritmos de roteamento (THIELE, 2008). Dante (2005) explica que o roteamento de pacotes pode ser feito de duas formas: pelo roteamento estático, ou pelo roteamento dinâmico.

No roteamento estático, o caminho entre os nós da rede é definido uma vez, e não mais alterado. Já no dinâmico, o caminho é periodicamente alterado, com o fim de sempre se adaptar às alterações da rede, levando a um melhor desempenho (DOMINGUES, 2002).

Oliveira, Santos, e Araújo (2013) apontam os algoritmos OSPF e BGP como sendo dois dos principais algoritmos de roteamento dinâmico. Segundo os autores, o algoritmo OSPF (Open Shortest Path First) é utilizado na intercomunicação de roteadores dentro de um mesmo sistema autônomo. Projetado para o ambiente TCP/IP, a sua transmissão é baseada no *Link State* e a busca pelo menor caminho que é computado localmente, usando o algoritmo Shortest Path First – SPF (KUROSE, 2003). Cada rota contém o identificador de interface, o número do enlace e a distância ou métrica. Com essas informações os nós (roteadores) descobrem a melhor rota.

Ceron (2009) explica que o BGP é um protocolo de roteamento dinâmico usado para a comunicação entre sistemas autônomos (ASs) na internet, e determina o melhor caminho para a comutação de dados. Ele permite que redes se adaptem a falhas e mudanças, trocando informações de roteamento entre roteadores por meio de uma relação de "vizinhança" (peering). A troca de dados é feita de forma confiável usando o protocolo TCP na porta 179.

Por fim, seWgundo Javid (2014), muitos dos conceitos básicos do funcionamento de redes de computadores são muito difíceis de aprender de forma totalmente teórica. Nesse sentido, o software Cisco Packet Tracer é amplamente utilizado, pois facilita o aprendizado por meio da simulação de redes em ambientes acadêmicos e profissionais. Por exemplo, essa ferramenta permite criar ambientes virtuais que simulam em tempo real o funcionamento de protocolos como o IPv4, IPv6, TCP, e UDP. Com isso, o Packet Tracer oferece uma plataforma de experimentação e visualização que contribui para a compreensão dos detalhes operacionais das redes e dos pacotes de dados.

2. OBJETIVOS

A atividade prática realizada no dia 21/11/2024 teve como objetivo analisar o funcionamento do roteamento automático e estático, e dos algoritmos de roteamento OSPF (Open Shortest Path First) e BGP4 (Border Gateway Protocol version 4). Isso foi feito com a ajuda do software *Cisco Packet Tracer*.

3. MATERIAL UTILIZADO

Os testes foram realizados num notebook da marca DELL, modelo Vostro 3520, com um CPU Intel Core i7-1255U 1.70 GHz, 16Gb de memória RAM DDR4, placa de vídeo integrada Intel Iris Xe Graphics, placa de vídeo dedicada NVIDIA GeForce MX550, adaptador de rede modelo Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz, unidade de disco SSD NVMe ADATA 512Gb.

Dentro dele, foi executado o sistema operacional Windows 11 Home, versão 10.0.22631. Mais especificações da máquina estão explícitas na figura 1. Na máquina foi instalado o software *Cisco Packet Tracer*, diretamente do website oficial da Cisco. Os testes foram feitos durante a aula prática do dia 21 de novembro de 2024.

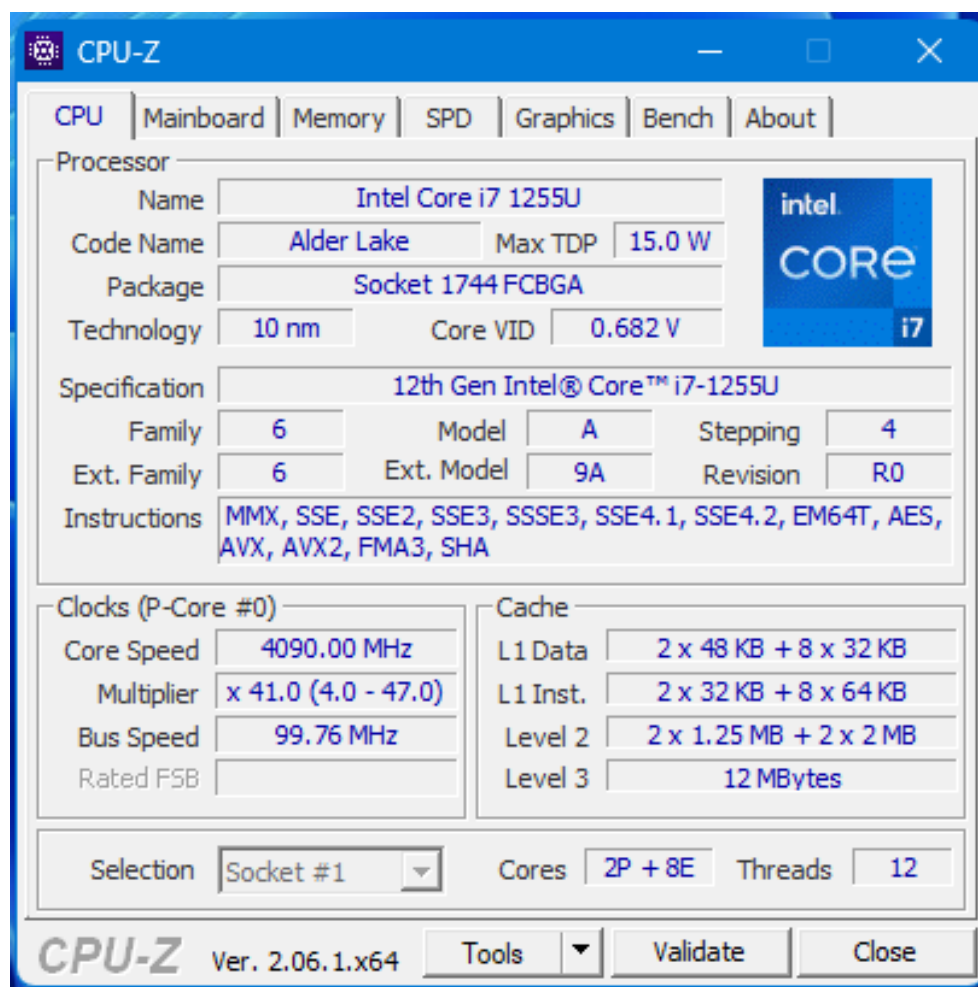


Figura 1: Especificações do sistema segundo o software *CPU-Z*.

4. METODOLOGIA

4.1 Roteamento Automático:

Usando as ferramentas do Cisco Packet Tracer, foi implementada a rede representada na figura 2. O roteador foi configurado automaticamente com ajuda do simulador de interface de roteador do Packet Tracer. Por fim, a tabela de rotas do roteador foi gerado.

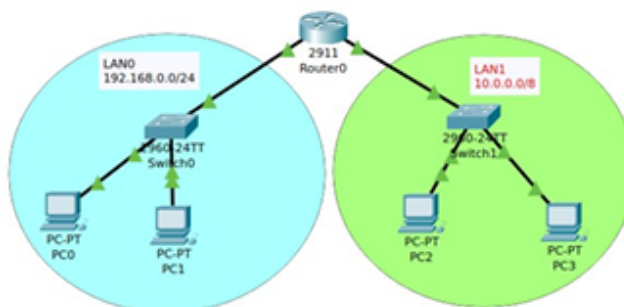


Figura 2: Rede implementada na etapa 4.1.

4.2 Roteamento Estático:

No cenário anterior, foi incluído um segundo roteador, ligando-o entre o primeiro roteador e a LAN1. No simulador de interface dos roteadores, foram configuradas as rotas estáticas de ligação entre as redes LAN0 e LAN1. Por fim, foram geradas as tabelas de roteamento.

4.3 Roteamento Dinâmico (OSPF):

Com base no cenário anterior, adicionou-se um terceiro roteador, conectado apenas aos dois roteadores anteriores. Entre cada um deles, configurou-se uma subrede. As rotas estáticas criadas anteriormente foram removidas e, com o uso do simulador de interface, foi configurado o OSPF nos roteadores. Por fim, foram geradas as tabelas de roteamento.

4.4 BGP:

Foi implementada uma nova rede conforme as especificações da Figura 3, com dois roteadores, e três interfaces loopback que simulam várias redes. Para verificar o funcionamento do BGP, foi executado o comando “*sh ip bgp*”.

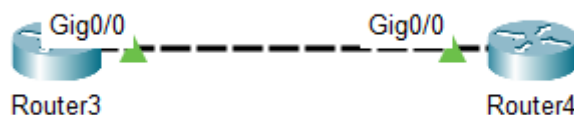


Figura 3: Rede BGP Implementada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Roteamento Automático:

Após a configuração das redes, o comando *show ip route* mostra que a tabela de rotas do roteador foi gerada corretamente, conforme a figura 4.

```
Gateway of last resort is not set

  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       10.0.0.0/8 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.255.255.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
  192.168.0.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.0.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       192.168.0.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0

Router#
```

Figura 4: Tabela de Rotas Automáticas.

5.2 Roteamento Estático:

Após a inclusão do novo roteador, e definição do roteamento estático, foi possível verificar as novas tabelas de roteamento. Elas estão disponíveis na figura 5.

```

Router#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       172.16.0.0/16 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       172.16.0.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.0.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.0.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       192.168.0.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1

```

Figura 5: Tabela de Rotas Estáticas.

5.3 Roteamento Dinâmico (OSPF):

Após a criação das 3 novas subredes, a aparência da simulação de rede ficou conforme a figura 6. Além disso, a tabela de rotas está visível na figura 7.

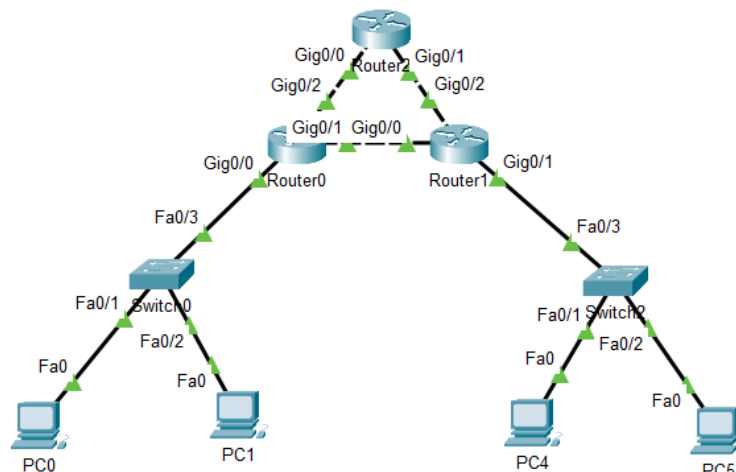


Figura 6: Rede OSPF.

```

10.0.0.0/8 [110/2] via 172.16.0.2, 00:07:50, GigabitEthernet0/0
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
    172.16.0.0/16 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    172.16.0.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
172.18.0.0/16 [110/2] via 172.16.0.2, 00:01:17, GigabitEthernet0/0
    [110/2] via 172.20.0.10, 00:01:17, GigabitEthernet0/2
172.20.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
    172.20.0.0/16 is directly connected, GigabitEthernet0/2
    172.20.0.9/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
192.168.0.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
    192.168.0.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
    192.168.0.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1

```

Figura 7: Tabela de Rotas OSPF.

5.4 BGP:

As rotas BGP obtidas após a configuração dos dois roteadores pode ser vistas na figura 8.

```

Router#sh ip bgp
BGP table version is 4, local router ID is 156.12.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network        Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
*> 156.100.1.0/24  156.12.1.2             0      0      0 200 i
*> 156.100.2.0/24  156.12.1.2             0      0      0 200 i
*> 156.100.4.0/23  156.12.1.2             0      0      0 200 i

Router#

```

Figura 8: Rotas BGP no RouterA obtidas a partir da conexão BGP com o RouterB.

6. CONCLUSÕES

A aula prática proporcionou uma boa compreensão sobre a parte prática da implementação e funcionamento de diferentes métodos de roteamento em redes. As atividades realizadas permitiram observar como as rotas são geradas, tanto de forma estática quanto dinâmica, evidenciando as diferenças operacionais entre esses métodos. O uso do Packet Tracer se mostrou importante para ajudar na visualização e análise das rotas geradas, o que facilitou a aplicação prática de conceitos teóricos.

Conclui-se, portanto, que a prática foi bem-sucedida em atingir seus objetivos, consolidando o entendimento sobre roteamento mostrando que o *Cisco Packet Tracer* de fato é uma ótima ferramenta para ajudar na visualização do funcionamento de diferentes aspectos do funcionamento das redes de computadores.

BIBLIOGRAFIA

CAMPISTA, Miguel Elias M. et al. Interconexão de Redes na Internet do Futuro: Desafios e Soluções. **Minicursos do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores-SBRC**, v. 2010, p. 47-101, 2010.

CERON, João et al. Uma solução para gerenciamento de bgp em pontos de troca de tráfego internet. **XXVII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC)**, 2009.

CHANDRA, Deka Ganesh; KATHING, Margaret; KUMAR, Das Prashanta. A comparative study on IPv4 and IPv6. In: **2013 International Conference on Communication Systems and Network Technologies**. IEEE, 2013. p. 286-289.

CORONA, Adrián Estrada. *et al.* **Protocolos TCP/IP de internet**. 2004.

DANTE, Reinaldo Golmia. **Algoritmos de roteamento e atribuição de comprimentos de onda para as redes ópticas inteligentes e transparentes**. 2005. Tese de Doutorado. Ph. D. dissertation, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

DOMINGUES, Alexandre Batista. ROTEAMENTO EM REDES DE COMPUTADORES. **Projeto e Gestão de Redes de Computadores**, Centro Universitário de Volta Redonda RJ. 2002.

LEINER, Barry M. et al. **A brief history of the Internet**. ACM SIGCOMM computer communication review, v. 39, n. 5, p. 22-31, 2009.

MONTEIRO, Luís. **A internet como meio de comunicação: possibilidades e limitações**. In: Congresso Brasileiro de Comunicação. sn, 2001.

OLIVEIRA, Diogo Nunes de; SANTOS, Gustavo Ferreira dos; ARAÚJO, Marcos André Rezende. **Estudo de Caso dos Protocolos de Roteamento Utilizados Pelos Provedores de Internet**. 2013.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**, 7ª Edição, Editora Campus, Rio de Janeiro – RJ, 2003.

THIELE, Roberto. **Estudo de caso implantação interior gateway protocol em redes wireless**. 2008.