

# REDES DE LONGA DISTÂNCIA

## REDES DE LONGA DISTÂNCIA: REDES MPLS

Autor: Esp. Clóvis Tristão

Revisor: Rogério de Campos

INICIAR

---

# introdução

## Introdução

A rede de longa distância, ou WAN (Wide Area Network), é uma rede de computadores que se espalha geograficamente e abrange países ou até continentes, bem diferente dos outros tipos de rede. Na verdade, uma WAN é uma sucessão de rede LAN interconectada.

Por analogia, uma rede WAN pode ser comparada à internet como conhecemos, a WWW, que se configura como a rede das redes, abrangendo o globo terrestre, interligando diversos continentes, independente do tipo de conexão, seja cabo, fibra ou rede móvel.

Neste material, estudaremos a fundo o assunto e tentaremos elucidar algumas questões a respeito da WAN. Boa leitura e bons estudos!

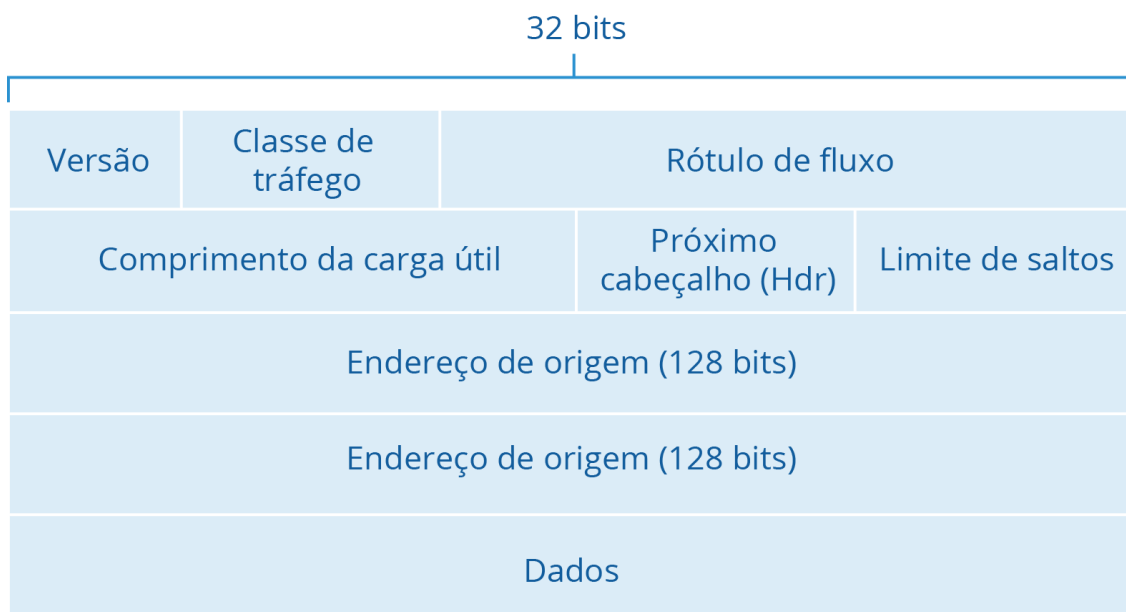
# Introdução ao IPv6

O protocolo IPv6 foi criado pelo IETF, em 2012, com o objetivo de substituir o IPv4, que passava por um processo de esgotamento. Naquela época, os endereços ofertados pelo IANA (Internet Assigned Numbers Authority), autoridade que distribui os endereços IP, já reportava o esgotamento do IPv4. Nos dias atuais, realmente se concretizou esse esgotamento. O protocolo IPv6 é regido pelo documento RFC 2460, que o descreve em detalhes, desde a sua criação, funcionamento e especificações técnicas.

*Embora as estimativas de esgotamento de endereço IPv4 de meados de 1990 sugeriram que poderia se passar um longo tempo até que o espaço de endereços do IPv4 fosse esgotado, ficou claro que seria necessário um tempo expressivo para disponibilizar uma nova tecnologia em escala tão gigantesca. Assim, foi dado início ao esforço denominado Próxima Geração do IP (Next Generation IP — IPng) (KUROSE; ROSS, 2013, p. 283).*

Segundo Tanenbaum (2003), existe uma transição, desde 2012, do IPv4 para o IPv6, porém esta nunca foi concretizada e ninguém sabe se um dia o será, pois

existem diversos sistemas legados que ainda trabalham com IPv4 e alguns equipamentos necessitam ser atualizados para que reconheçam o protocolo IPv6. Por enquanto, os dois protocolos convivem e são encapsulados entre si dentro do cabeçalho. Conforme a Figura 4.1, podemos ver todo o cabeçalho ou datagrama de um pacote IP. Perceba que o datagrama possui 32 bits, mas carrega endereços IPv6 de 128 bits. Esse é um datagrama IPv6.



© VG Educacional

*Figura 4.1 - Datagrama IP*  
*Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 264).*

Na Figura 4.1, temos:

- Versão: é a versão do protocolo, que nesse caso é 6.
- Classe de tráfego: identifica o tipo de serviço ou prioridade que o pacote tem no meio de transmissão.
- Rótulo de fluxo: identifica qual será o fluxo do datagrama.
- Comprimento da carga útil: define o tamanho do pacote de dados.
- Próximo cabeçalho: define qual protocolo será utilizado para o transporte, UDP ou TCP.
- Limite de saltos: quantidade de roteadores que o pacote irá percorrer.
- Endereços de origem e destino: define os endereços dos

computadores envolvidos na transmissão e recepção do pacote.

- Dados: as informações que serão transmitidas da origem para o destino.

Como os dois protocolos, tanto o IPv4 e o IPv6, estão convivendo desde 2012, trabalham em conjunto até a completa substituição pelo IPv6. Em linhas gerais, o IPv4 endereça 4 bilhões de IP's e o IPv6 endereça 340 undecilhões. A grosso modo, o IPv6 possui um número infinito de endereçamentos, podendo atender às demandas por IP em larga escala por décadas.

## reflita

### Reflita

Sobre a implantação do IPv6 em conjunto com o IPv4, reflita: como funciona o encapsulamento dos protocolos de IPv4 para IPv6 e vice-versa? Como é o funcionamento da pilha dupla, de forma a atender aos dois protocolos, de modo que os mesmos convivam de forma harmônica?

Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 264).

Há um esforço de todos os governos em implantar o IPv6 para que ele se torne o padrão de IP da rede de computadores. A grande maioria dos provedores de internet já ofereceu o IPv6 como solução das organizações e empresas. No Brasil, existe um esforço para que se adote o padrão na esfera federal, estadual e municipal.

# Saiba mais

A implantação do IPv6 se faz necessária, não só para ampliarmos a demanda de endereços IP, mas para agregarmos novos serviços e dispositivos à internet, como, por exemplo, conectar uma geladeira à internet de forma que ela interaja com a rede e faça as compras dos produtos faltantes. Nesse vídeo, disponível no link abaixo, aprenderemos como é o funcionamento e o formato do endereço IP.

ASSISTIR

Na concepção comercial, o IPv6 é uma regra de negócios que precisa ser implantada para ampliar o lado comercial da oferta de internet para qualquer dispositivo no planeta. Nos dias atuais, temos diversas tecnologias que estão convergindo para rede de computadores, tais como:

**Internet das Coisas** : tecnologia em constante expansão, em diversas áreas, conhecida também como computação ubíqua. Essa tecnologia pode ser implantada em qualquer dispositivo, como um sensor de temperatura e umidade, uma geladeira, um carro, uma batedeira, enfim, em qualquer “coisa” do nosso dia a dia.

**Telefonia Móvel** : dispositivos como celulares e tablets que usam a tecnologia 3g, 4g, 5g, 6g (em estudo) e necessitam de IP para seu funcionamento.

# Saiba mais

A configuração do IPv6 em roteadores depende do modelo do dispositivo. No vídeo, disponível no link abaixo, podemos ter uma ideia da configuração em um equipamento da Cisco, especialmente do funcionamento do IPv6 nos roteadores.

ASSISTIR

Estamos no mundo da mobilidade absoluta e o protocolo IPv6 será fundamental para o avanço da tecnologia, possibilitando a conexão de qualquer objeto à rede de computadores. Estamos nesse caminho de convergência e conectividade total. Na próxima seção, estudaremos as Redes do Futuro: redes definidas por software.

# Vamos Praticar

O protocolo IPv6, ao longo de décadas, vem sendo estudado como uma solução definitiva para o problema de endereçamento de IPs na rede de computadores, a transição do IPv4 para o IPv6. Mas a transição não é só para essa finalidade, existem outros motivos. Agora, você como um estudante bem antenado na tecnologia,

assinale a alternativa que contenha qual a outra finalidade da expansão do endereçamento de IP.

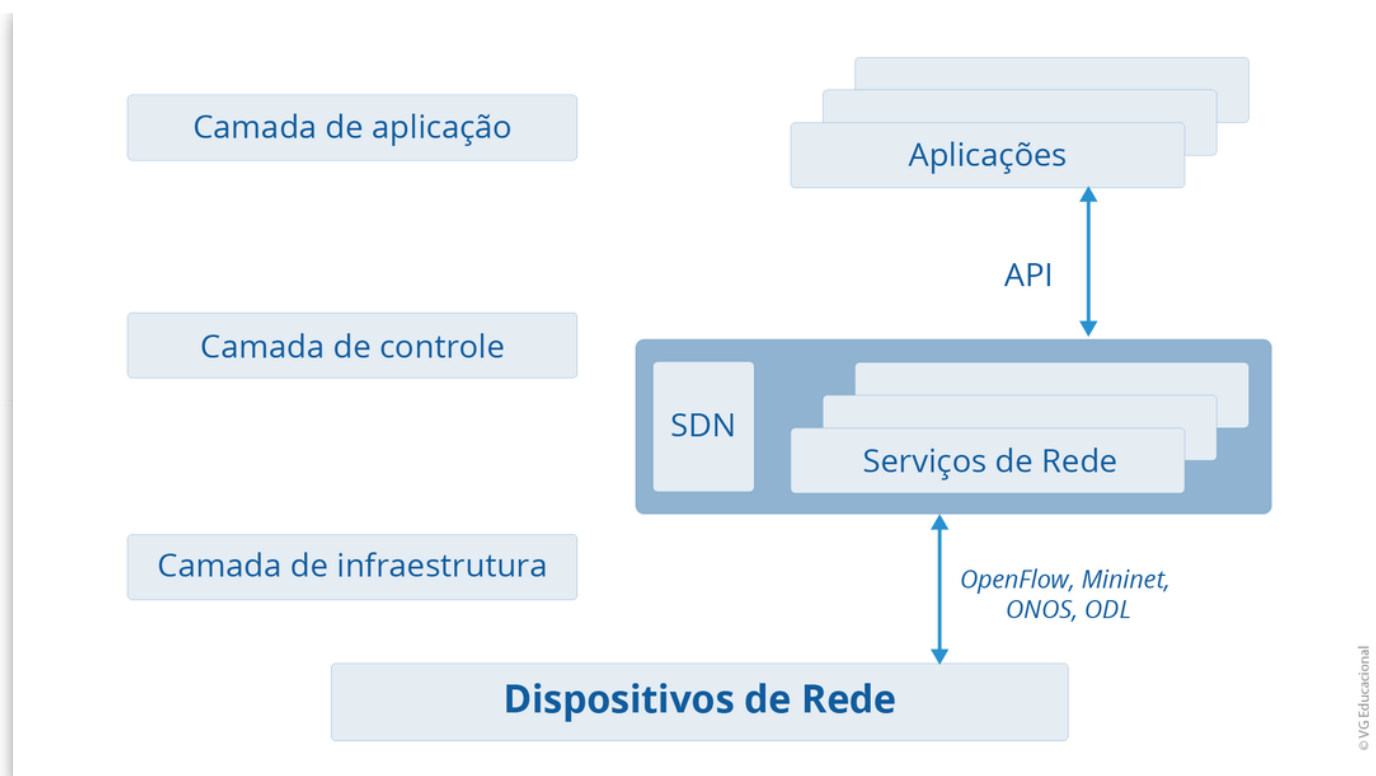
- ☐ **a)** Expansão comercial.
- ☐ **b)** Expansão tecnológica.
- ☐ **c)** Expansão profissional.
- ☐ **d)** Expansão da internet.
- ☐ **e)** Expansão geográfica.



# Redes do Futuro: Redes Definidas por Software

---

Redes Definidas por Software, também conhecidas como redes SDN (Software Defined Network), são uma arquitetura de software que auxilia no controle das aplicações. São definidas como uma camada de controle que fica entre a camada de aplicação e a infraestrutura da rede. Na Figura 4.2, visualizamos a infraestrutura de uma arquitetura SDN.



*Figura 4.2 - Arquitetura SDN*

*Fonte: Elaborada pelo autor.*

A maioria dos provedores e data centers utiliza essa tecnologia para organizar e agilizar o tráfego da rede, de modo a ter o controle dinâmico e promover mudanças necessárias, caso a rede de dados assim exija. Os sistemas virtualizados, configurados dentro dos data centers, se beneficiam dessa tecnologia para troca de informações entre as API's, agilizando as aplicações que são executadas em sua estrutura.

A ideia dessa infraestrutura é facilitar a administração da rede como um todo, bem como suas funções e aplicações envolvidas. Esse avanço tem impulsionado o ambiente de nuvem computacional, um mercado crescente, e essa transição incorpora agilidade aos negócios.

A arquitetura SDN possui interfaces de controle, tais como:

- **Openflow** : é um ambiente de comunicação que utiliza de um protocolo para promover o acesso aos Serviços de SDN, com o dispositivo de rede, como um roteador ou switch (L3).
- **Mininet** : é um emulador de rede que cria um ambiente virtual de uma rede, que inclui roteadores e switches. Ele trabalha do mesmo

modo que o openflow, montando seu próprio ambiente SDN.

- **ONOS** : *Open Network Operating System* , como o nome diz, é um ambiente SDN de código aberto, que promove uma rede de switches e controladores de rede, criando um SDN, onde você pode controlar o fluxo de tráfego e fazer todas as funções de gerenciamento da rede. É um sistema totalmente programável e de fácil utilização.
- **ODL** : *OpenDaylight Project* é outro projeto de código aberto que cria ambientes SDN, como controle de fluxo, virtualização de ambiente e gerenciamento de funções de rede.

## praticar

# Vamos Praticar

Você pode aprender mais criando uma rede SDN com Mininet do zero, usando um ambiente virtual, como o VirtualBox ou VMWare, com máquinas virtuais, utilizando o Gnu/Linux como Sistema Operacional. Siga as instruções no link a seguir e pratique.

<https://www.cafecomredes.com.br/2016/02/mininet-sdn-na-pratica.html>

Como vimos, o ambiente SDN tem diversas funções e tudo indica que será o futuro das redes de computadores, sendo adotado por diversos provedores de internet para facilitar na administração, configuração e gerenciamento das redes de dados, inclusive sendo utilizado amplamente por administradores de

computação em nuvem.

## praticar

# Vamos Praticar

O SDN é conhecido como uma camada de controle de software e gerenciamento das aplicações em uma rede de infraestrutura, que auxilia o gerenciamento, monitoramento e conexão dos dispositivos de rede com a aplicação. O SDN fica entre duas camadas, assinale a alternativa que define quais são essas camadas.

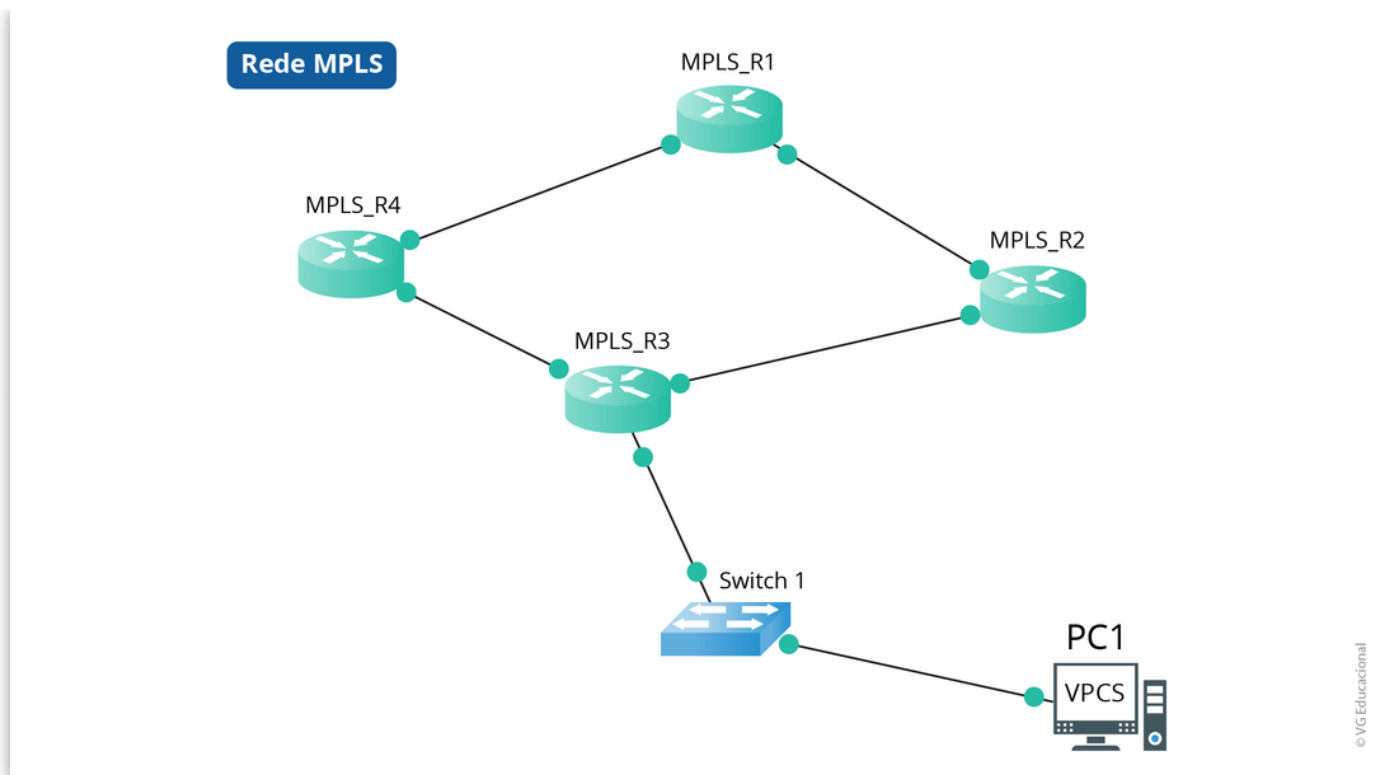
- ☐ **a)** A camada de aplicação e a camada de infraestrutura.
- ☐ **b)** A camada de rede e a camada de enlace.
- ☐ **c)** A camada de aplicação e a camada de controle.
- ☐ **d)** A camada de controle e a Camada inter-redes.
- ☐ **e)** A camada de transporte e a camada de rede.

# MPLS Avançado

Segundo Stallings (2005), o protocolo MPLS define caminhos e rotas específicas, podendo o administrador do provedor adequar as rotas e refazer os ajustes conforme a demanda de tráfego. O protocolo define as melhores rotas e possibilita escalabilidade na rede com uma ampla flexibilidade no roteamento dos dados.

O protocolo faz um registro dos IPs dos roteadores da rede. Nessa rede podem trafegar dados públicos e privados, se forem dados privados usa-se a rede VPN entre os clientes, em conexões fim a fim. O MPLS usa uma tabela de roteamento dinâmico, a cada conexão uma tabela nova é criada entre os clientes e a rede pública onde os roteadores com o protocolo estão conectados.

As operadoras usam o protocolo para criação de circuitos virtuais na rede IP, criando túneis VPNs com os clientes. O protocolo pode interagir com redes IP, Frame Relay e ATM, usando a infraestrutura legada da rede, otimizando os custos com novos equipamentos. Na figura 4.3, podemos ver uma rede MPLS.



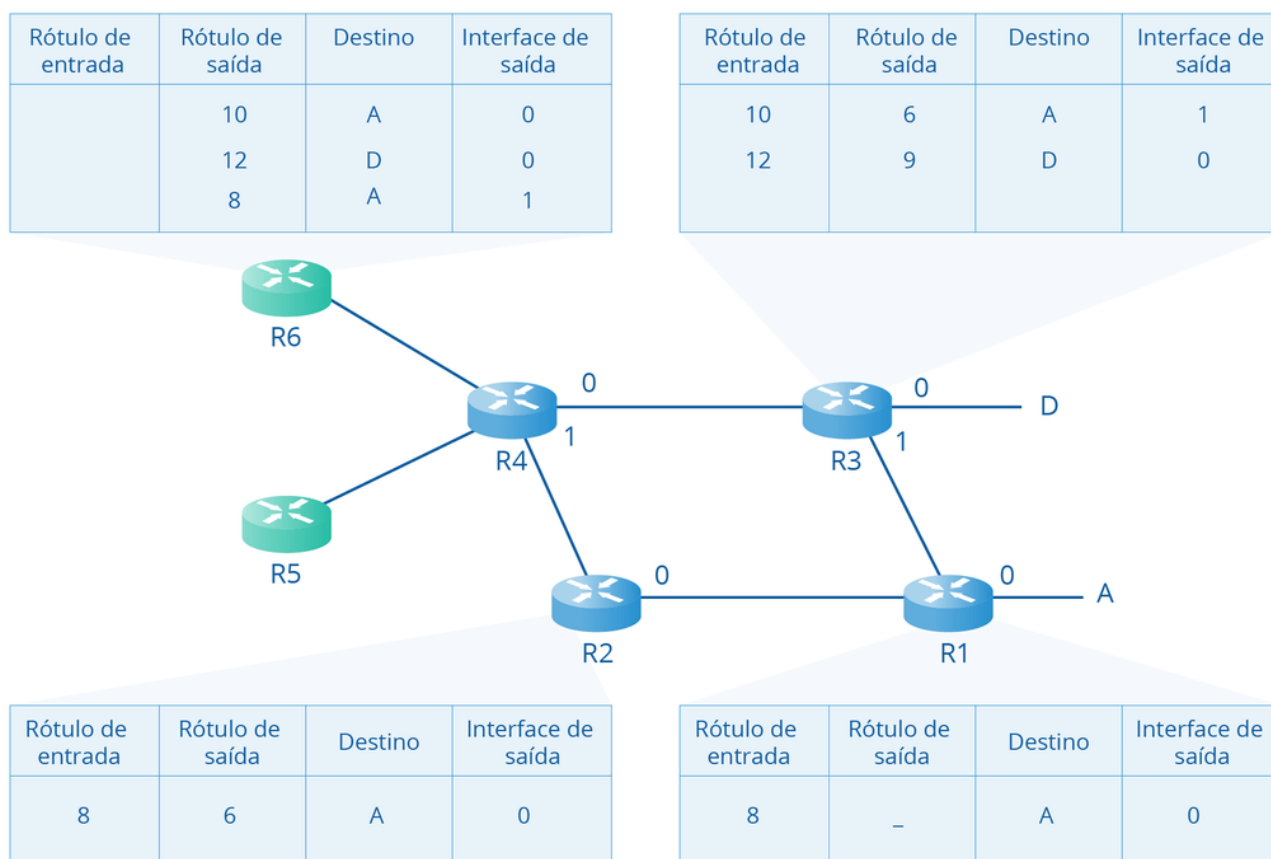
*Figura 4.3 - Redes MPLS R1 - R4*

*Fonte: Elaborada pelo autor.*

O protocolo, como vimos na Figura 4.3, foi preparado para ser implantado em roteadores de borda que usam como roteamento o protocolo BGP. O protocolo MPLS emprega QoS em toda a sua extensão, garantindo velocidade, desempenho, gerenciamento e manutenção das conexões entre os roteadores.

O MPLS é uma tecnologia que oferece qualidade de serviço aos provedores, com o gerenciamento e configuração, facilitando o encaminhamento dos pacotes para as rotas de menor custo.

Um elo de ligação para que o MPLS se comunique entre os roteadores rodando MPLS é o protocolo LDP (Label Distribution Protocol), ele é usado para troca de informações de mapeamento entre os roteadores. Os dados dos roteadores que são trafegados ficam armazenados internamente em um banco de dados que fica na rede MPLS, sendo disponibilizado. Na Figura 4.4, podemos ver a tabela de mapeamento dos roteadores com MPLS.



© VG Educacional

*Figura 4.4 - Mapa de Roteamento dos roteadores da Rede MPL*

*Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 361).*

Para Forouzan (2010), o MPLS é uma tecnologia amplamente abordada nos provedores de redes WAN e MAN, com o objetivo de garantir a melhor rota e o melhor desempenho da rede de dados e das interconexões entre os roteadores. É um item primordial que está sendo adotado pelos provedores de rede, garantindo um gerenciamento mais dinâmico e uma entrega de dados mais eficiente ao cliente.

# reflita

## Reflita

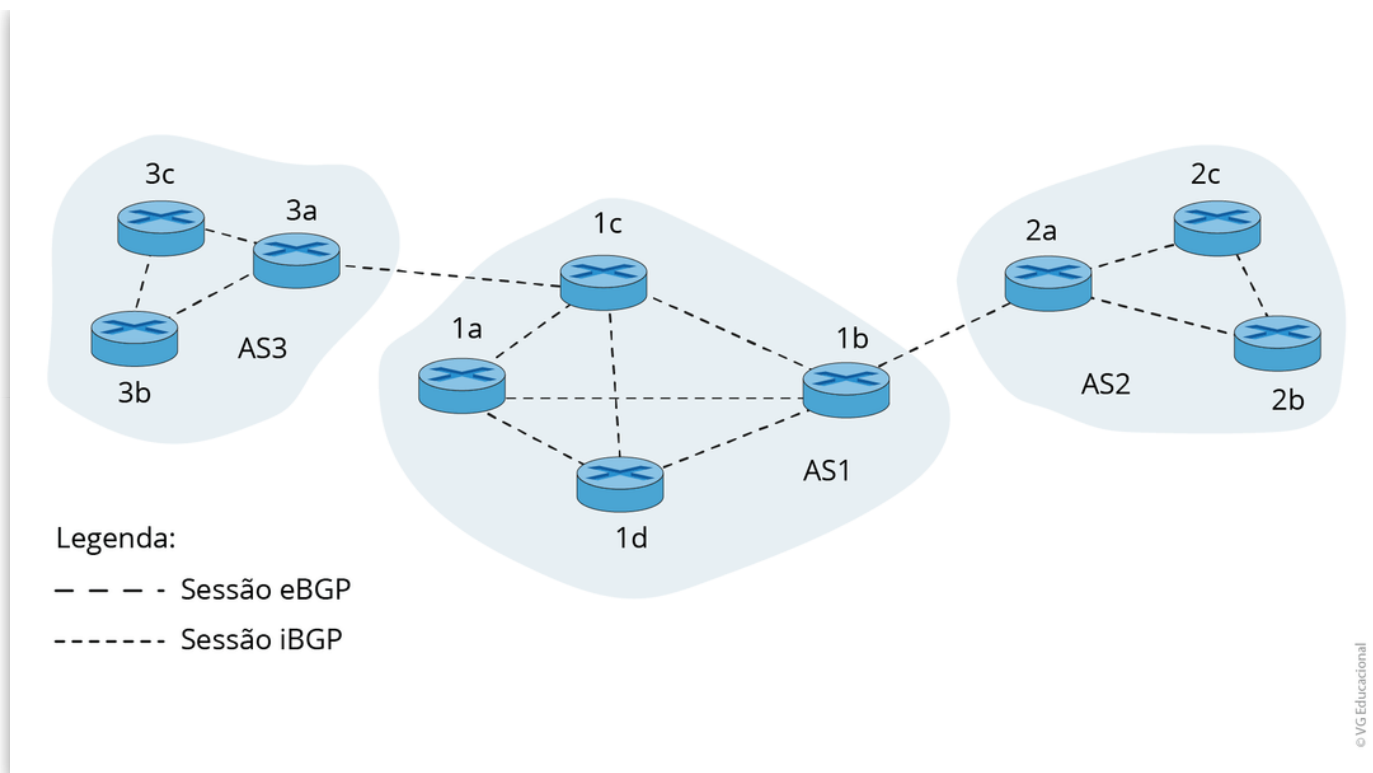
Caro estudante, pense e reflita sobre como o MPLS trata os dados que são circulados entre os roteadores que usam o protocolo BGP. Se usamos esse protocolo para o roteamento e busca do menor caminho, por que usar o MPLS com LDP para o encaminhamento dos dados?

Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 360).

Por fim, é uma tecnologia utilizada por grandes provedores de internet. Em sua estrutura, os roteadores interligados, após a última milha de rede, constituem uma tabela de rotas utilizando o protocolo BGP, tendo o encaminhamento gerenciado pelo protocolo MPLS. Essa estrutura visa otimizar o tráfego de rede entre roteadores.

Segundo Tanenbaum (2003), o protocolo BGP foi criado para resolver problemas de roteamento entre os roteadores de mais alto nível; eles trabalham em conjunto, montando rotas dinâmicas em uma tabela de rotas, sendo usada a menor distância ou o menor custo para que o dado trafegue de um roteador a outro, até atingir o seu objetivo. Na Figura 4.5, podemos ver o protocolo BGP:





*Figura 4.5 - Rede BGP*

*Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 291).*

O protocolo usa diversas formas para definir o melhor trajeto em uma rede. Os critérios para definir esses caminhos podem ser realizados pelo administrador de rede; em um primeiro momento, esse protocolo utiliza o melhor custo, desempenho e velocidade de processamento. O BGP é um protocolo estável e com melhor desempenho, que auxilia na implementação da rede e configuração dos roteadores.

A VRF (Virtual Routing and Forwarding) é uma rede virtual de roteadores que é utilizada em conjunto com o MPLS-VPN para formar uma rede virtual com virtualização das tabelas de roteamento. Com o roteamento virtual de roteadores, pode-se criar tabelas lógicas de roteamento em um equipamento físico. Com o VRF, pode-se isolar a rede e sua topologia e também o tráfego de dados.

# Saiba mais

Estudar roteamento é uma forma de aprofundarmos o nosso conhecimento sobre roteadores e protocolos de roteamento, que são empregados em todas as redes de dados, das mais variadas formas e tamanhos. Neste vídeo, disponível no link a seguir, vamos entender o funcionamento de alguns desses protocolos.

ASSISTIR

Estudar o protocolo OSPF nos dá a dimensão de como as redes funcionam e como os pacotes de redes são encaminhados por elas. A implementação deste protocolo se torna necessária para o encaminhamento dos pacotes de uma rede interna para uma rede externa.

A maioria das redes de computadores e as infraestruturas de rede implementam esse protocolo em seus roteadores internos e de borda. O OSPF é empregado na maioria dos roteadores e em ambientes de infraestrutura de redes de grande ou pequeno porte.

*O OSPF foi concebido como sucessor do RIP e, como tal, tem uma série de características avançadas. Em seu âmago, contudo, é um protocolo de estado de enlace que usa inundação de informação de estado de enlace e um algoritmo de caminho de menor custo de Dijkstra (KUROSE; ROSS, 2013, p. 286).*

Segundo Kurose e Ross (2013), sabemos que esse protocolo é amplamente implementado em diversos roteadores ao redor do mundo, pois ele trabalha

como vetor distância, buscando a otimização de rotas em seu menor caminho, com menor custo possível. Isso melhora consideravelmente a performance e o desempenho de uma rede de computadores, evitando gargalos em seu encaminhamento de pacotes.

Tal protocolo merece um estudo aprofundado, pois ele veio para suprir um outro protocolo, o RIP, que limitava as rotas em 15 saltos apenas e estava em plena exaustão, chegando nos seus limites de uso.

Quando se utiliza o OSPF pela primeira vez, alguns administradores de rede, acostumados com o RIP, ficam assustados pela vasta gama de configurações e soluções para o ambiente de rede.

O OSPF é complexo e a RFC 2328 possui diversos detalhes do seu funcionamento e implementação. A discussão sobre o roteamento é bem aprofundada nessa RFC, detalhando o algoritmo de roteamento

O RIP é um protocolo de roteamento implementado na rede local para roteamento interno e de borda da rede, sendo a última milha do tráfego até o dado ser transmitido para a internet. Ele usa em sua rede interna o protocolo IGP (Interior Gateway Protocol) para essa troca de dados entre os roteadores. O RIP é mais utilizado em redes pequenas ou moderadas, por ser um protocolo sujeito a falhas; não é considerado em grandes redes, com milhares de roteadores, pois outros protocolos, bem mais eficientes, cumprem esse papel.

# Saiba mais

O protocolo RIP é usado para roteamento interno da rede local. Com os roteadores e gateway da LAN, juntamente com o OSPF, define os caminhos da rede local. O vídeo, disponível no link a seguir, explica o funcionamento desse protocolo, usando o simulador de redes do GNS3. Ele servirá de base para sua prática de simuladores.

ASSISTIR

Quando estudamos redes de computadores, enxergamo-la como uma coleção de roteadores que são interligados de uma forma simplista. Mas não é bem assim, esses roteadores precisam ser agrupados e gerenciados e, para que isso aconteça, entra a ideia do AS (Sistemas Autônomos). Os sistemas autônomos são constituídos por um grupo de roteadores sob um único controle administrativo, que são administrados pelos provedores de rede e internet. Como eles trabalham em conjunto, possuem o mesmo modelo de roteamento e trocam informações entre si de forma automática. Esses conjuntos de AS são interconectados e trocam informações entre eles para que os pacotes de dados possam ser transferidos de forma organizada de um conjunto de AS para outro, até chegar ao seu destino. Na Figura 4.6, podemos ver a distribuição de uma rede de roteadores com sistemas autônomos.

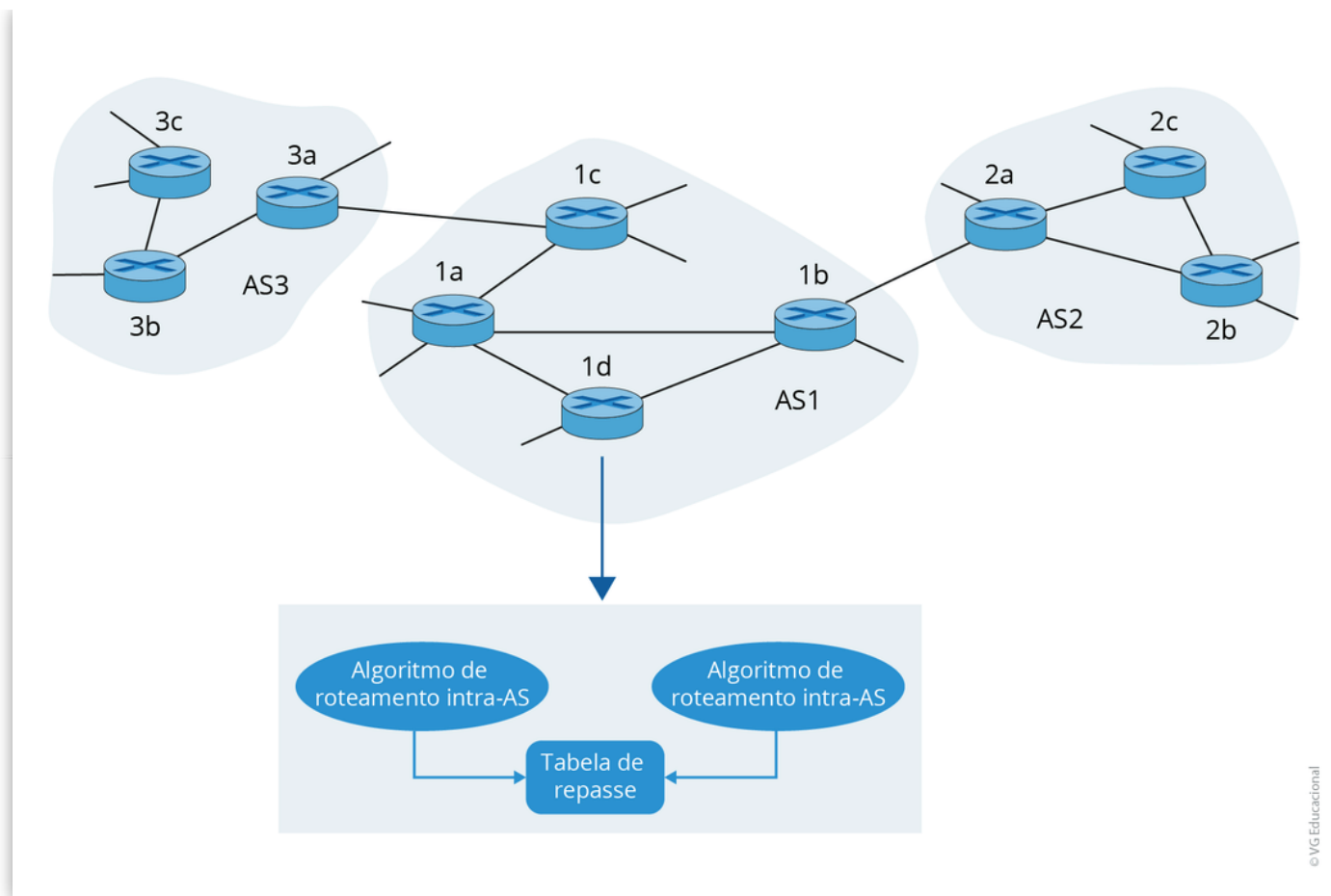


Figura 4.6 - Sistemas AS.

Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 281).

Na próxima seção, poderemos usar todo o conteúdo apresentando em um exercício de fixação.

## Vamos Praticar

Existe um protocolo que interliga os roteadores de borda e cria um mapeamento de rotas. É usado em conjunto com o MPLS-VPN para interconectar os roteadores e produzir rotas rápidas com o menor custo de distância. Indique a alternativa que

define qual seria esse protocolo.

- ☐ **a)** UDP.
- ☐ **b)** TCP.
- ☐ **c)** BGP.
- ☐ **d)** OSPF.
- ☐ **e)** RIP.

# Fixação de Conceito

Com base no que estudamos até o momento, já estamos preparados para a criação de redes de computadores em um simulador de rede como o Packet Tracer ou GNS3. Diante desse cenário, podemos praticar e fixar todos esses conceitos em uma prática.

O MPLS beneficia a transferência de dados na rede e beneficia as novas tecnologias, como VOIP. Segundo Colcher *et al* . (2005), a tecnologia de voz sobre IP veio para baratear o custo com telefonia convencional e se aproveitar da infraestrutura de rede e do cabeamento estruturado já implementados e em uso pela rede de dados.

praticar

## Vamos Praticar

Crie um ambiente de rede com 08 roteadores, com endereçamento IPv4 e IPv6. Monte um ambiente MPLS e conecte 08 computadores em redes locais que se interligam com esses roteadores. Após tudo conectado, faça um teste usando comando ping para se comunicar entre si.

Para essa prática, use o simulador packet tracer ou GNS3.

Percebemos que os simuladores são bem práticos e podemos usá-los para a simulação das redes de forma eficiente e ágil, semelhante a um mundo real.

## praticar

# Vamos Praticar

Em uma rede de computadores que interliga organizações de forma intercontinental, qual o túnel de segurança usado para interligar computadores fim a fim, de modo que não tenhamos nenhum intruso monitorando a conexão? Levando em consideração que essa conexão segue por um túnel de Sistemas Autônomos, marque a alternativa que define esse túnel de segurança.

- ☐ a) Firewall.
- ☐ b) Avira.
- ☐ c) TCP.
- ☐ d) VPN.

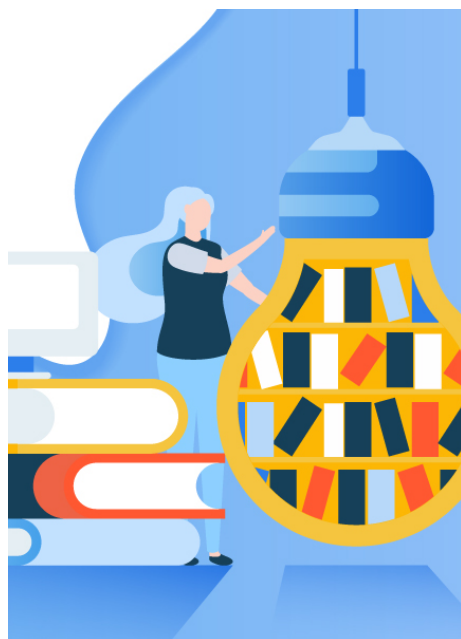


☐ e) AS.

---

indicações

# Material Complementar



LIVRO

## **IPv6: o novo protocolo da Internet.**

**Editora** : Novatec.

**Data** : 2018.

**Autor** : Samuel Henrique Bucke Brito.

**ISBN** : 978-85-7522-374-1.

**Comentário** : o IPv6 é a nova estrutura de endereçamento de rede que deverá ser implementada para expandir o número de endereços na rede, em substituição ao IPv4, que encontra-se esgotado. Faça uma leitura do Capítulo 1 e do Capítulo 3 para melhor entendimento dessa transição de protocolos de endereçamento.



WEB

## **Desafios da implantação do IPv6 e desligamento do IPv4 (Provedores de acesso).**

**Ano** : 2018.

**Comentário** : neste vídeo, são discutidos os desafios na implantação do IPv6, com vários provedores e pesquisadores. Trata-se de uma palestra rica em detalhes sobre os esforços que estão sendo realizados para a implementação deste protocolo.

ACESSAR

---

# conclusão

## Conclusão

Estamos sempre evoluindo no mundo das redes e convergindo as tecnologias de uma tal forma, que a cada dia estamos mais dependentes delas. Com esse avanço, podemos interligar diversos equipamentos, desde computadores a objetos comuns, como geladeiras.

Para que isso se torne realidade, os protocolos e o gerenciamento de roteadores têm se tornado de fácil gerenciamento e ágil transmissão de dados de um ponto a outro em um piscar de olhos. Redes WAN são necessárias e sempre têm que estar com a tecnologia de ponta implementada e atualizada.

Neste roteiro, buscamos trazer o protocolo IPv6 que está sendo implantado para dar um suporte maior à rede e permitir essa convergência de novas tecnologias.

---

# referências

## Referências Bibliográficas

BRITO, S. U. B. **IPv6** : o novo protocolo da Internet. Novatec, 2018.

CISCO Packet Tracer. **Cisco** , [2020]. Disponível em: <https://www.netacad.com/pt/courses/packet-tracer-download/> . Acesso em: 29 maio 2020.

COLCHER, S. *et al* . **VOIP** : voz sobre IP. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

FERRAMENTA e recursos de simulação profissional de redes GNS-3. **GNS3** , [2020]. Disponível em: <http://www.gns3.com> . Acesso em: 29 maio 2020.

FOROUZAN, A. B. **Comunicação de dados e redes de computadores** . 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill & Bookman, 2010.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de computadores** : uma abordagem top-down. 6. ed. Belo Horizonte: Pearson, 2013.

STALLINGS, W. **Redes e sistemas de comunicação de dados** : teoria e aplicações corporativas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

TANENBAUM, A. S. **Redes de computadores** . 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.