

OSPF (Open Shortest Path First) Protocol

OSPF é um protocolo de routing **link-state**. (link-state -> bloco de informação sobre a rede ou um router)

--> tenta encontrar/abrir o caminho mais curto até ao destino

- Responde rapidamente a mudanças na rede.
- Envia triggered updates quando existe uma mudança na rede.
- Envia updates periódicos, conhecidos como link-state refresh, em intervalos de tempo longos (ex. 30 minutos).

Routers que usem OSPF, coletam informação de routing de todos os outros routers na rede.

Cada router, independentemente, calcula a melhor rota para todos os destinos na rede, usando o algoritmo de Dijkstra.

<< Informação Necessária >>

Para que todos os routers na rede façam decisões de routing de forma consistente, cada router link-state deve reter a seguinte informação:

- Os seus routers vizinhos.
 - Se perde a ligação com um, irá invalidar todas as ligações associadas a este e recalculá-las novas.
 - Informação adjacente sobre o vizinhos é guardada na tabela de vizinhos de OSPF, também conhecida como base de dados de adjacência.
- Todos os outros routers na rede, e as redes ligadas a estes.
 - O router reconhece outros routers e redes através de LSAs, que são flooded pela rede.
 - LSAs são guardadas em tabelas ou base de dados de topologia.
- O melhor caminho para cada destino.
 - Todos os caminhos são guardados no LSDB

<< Link-State Protocol Operation >>

São gerados **routing updates apenas** quando ocorrem **mudanças na topologia** da rede.

O dispositivo que deteta a mudança cria um Link-State Advertisement (LSA) sobre esse link.

- São propagadas as LSA aos vizinhos pelo endereço de multicast especial.

Cada router guarda a LSA e reencaminha-a para os dispositivos vizinhos e atualiza a LSDB.

Cada router calcula os melhores caminhos usando Djiskstra (SPF) e selecionando os melhores, coloca-os na tabela de routing.

<< Link-State Advertisement (LSA) >>

Reporta o **estado dos routers e as ligações** entre os routers.

A informação deve ser **sincronizada** entre os routers.

Possuem as seguintes características:

- São **fiáveis**. Existe um método de reconhecer a entrega destas.
- São **flooded pela área**.
- Os LSA tem um **número de sequência** e uma **lifetime** definida, assim cada router reconhece que tem a versão mais atual da LSA.
- São refreshed **periodicamente** para confirmar a informação da topologia antes de age out da LSA.

<< OSPF Router ID (RID) >>

Identifica o roteador:

- É o **IPv4 mais alto de todas as interfaces** dos routers à altura da ativação do processo de OSPF.
- Um valor **administrativamente definido**.

Se um endereço de uma interface física estiver a ser usado como router ID, e essa interface falhar, e o router for reiniciado, o router ID vai mudar.

Mudar o RID administrativamente ou usando interfaces loopback força o router ID a manter-se o mesmo, independentemente do estado da interface física.

< < Adjacências > >

Um router deve primeiro estabelecer as adjacências vizinhas, trocando **pacotes Hello** com os routers vizinhos.

Estes pacotes estão sujeitos a parâmetros específicos ao protocolo, como **verificar** se o **vizinho** está na **mesmo área**, usando o **mesmo intervalo** do **hello**.

Dois routers OSPF numa point-to-point serial link, usualmente encapsulado num High-Level Data Link Control (HDLC) ou Point-to-Point Protocol (PPP), **formam uma adjacência completa** entre si.

Em redes broadcast, é eleito um router como designated (DR) e outro como backup designated (BDR).

- **Todos** os outros **routers** na LAN formam uma **adjacência completa com estes** dois routers, e passam as **LSAs apenas entre si**.

< < Escolha de DR e BDR > >

-> O **primeiro router** OSPF a **ligar**, torna-se o **DR**.

-> O **segundo** torna-se **BDR**.

Se múltiplos se ligarem **simultaneamente**:

- O DR será o que tiver a **prioridade mais alta**, o BDR a segundo.
- Em caso de **empate**, o que tiver **ID mais alto**.

O **BDR não opera** enquanto o **DR** está **operacional**.

O **ID de uma rede** OSPF é o endereço **IP do DR** dessa rede.

< < LS Database > >

O LSDB está organizado em duas tabelas.

- Router Link States - Informação sobre os routers.

Os routers estão organizados pelos seus RID.

- Net Link States - Informação relativa a Redes/Ligações n

Router Link States ---> Para cada router, contem a informação acerca das redes diretamente ligadas a esse router.

Net Link States ---> Para cada rede, contem informação relativamente aos routers diretamente ligados a esta.

<< Pacotes OSPF >>

Hello ---> Descobre vizinhos e constrói adjacências entre eles.

Database Description (DBD) ---> Verifica a sincronização da base de dados entre routers.

Link-State Request (LSR) ---> Pede registos link-state específicos de outro router.

Link-State Update (LSU) ---> Envia registos link-state específicos quando pedidos.

LSAck ---> Acknowledges aos outro tipos de pacote.

--- Formato de Pacote ---

Version Number:

- 2 para OSPF Versão 2.
- 3 para OSPF Versão 3.

Type:

Diferencia os cinco tipos de pacotes.

Packet Length:

O tamanho do pacote OSPF em bytes.

Router ID:

Define o router de origem.

Area ID:

Define a área de origem.

Checksum:

Deteção de erro.

Authentication Type:

Descreve entre:

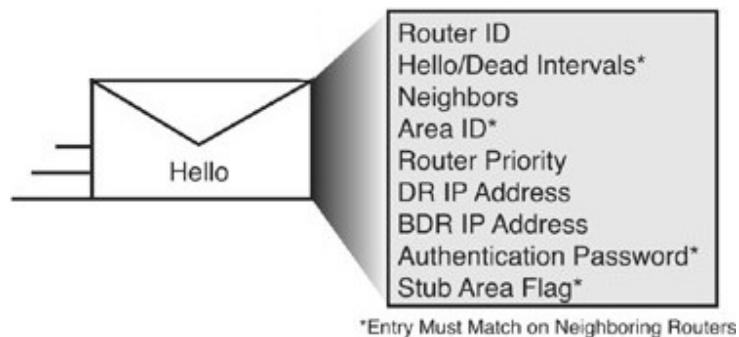
- no authentication,
- clear-text password
- encrypted message digest 5 (MD5).

Authentication:

Usado com Authentication Type

Data:

Contem diferente informação, dependente do tipo de pacote.

--- Pacote Hello ---**Router ID:**

Um número único de 32 bits que identifica o router.

Hello e intervalos mortos:

O intervalo hello especifica a frequência, em segundos, com que um pacote hello é enviado.

Os intervalos mortos é o espaço de tempo, em segundos, que um router espera pelo vizinho antes de declarar este fora de serviço.

Estes tempos devem ser iguais em vizinhos, caso contrário, a adjacência não será estabelecida.

Vizinhos:

A lista de vizinhos contem os routers adjacentes com que este router estabeleceu comunicação bilateralmente.

A comunicação bilateral é indicada quando um router se vê a si próprio na lista de vizinhos que vem no pacote hello de um vizinho.

Area ID:

Para comunicar, dois routers devem partilhar um segmento comum, e as suas interfaces têm de pertencer à mesma área OSPF nesse segmento.

Estes routers terão a mesma informação de link-state sobre essa área.

Prioridade do router:

Um número de 8 bits, que indica a prioridade de um router. Útil para eleger DR e BDR.

Endereço IP do DR e BDR:

Se for conhecido, o endereço IP do DR e BDR para a rede específica de multiaccess.

Password de autenticação:

Se estiver ativa, dois routers devem partilhar a mesma password.

Se não for exigida, mas estiver ativa ainda assim, todos os routers têm de ter a mesma password.

Área Stub flag:

Uma área stub é especial.

Reduz routing updates ao substituí-los com rotas default.

Dois routers vizinhos devem acordar uma flag para a área stub a usar no pacote hello.

Devem ser iguais entre vizinhos:

- Hello Interval;
- Dead Interval;
- Area ID;
- Password de autenticação;
- Stub Area Flag

para que a adjacência possa ser estabelecida.

<< [Descobrir o Caminho para as Redes](#) >>

A relação de **master-slave** é criada entre cada router e o seu DR e BDR adjacente.

- **Apenas o DR** troca informação e sincroniza informação link-state com os routers com que estabeleceu adjacência.

O master e o slave trocam um ou mais pacotes de DBD.

- A **DBD** inclui **informação** acerca da **entry header do LSA** que aparece no LSDB do router.
- O router usa o **número de sequência** para determinar **quão nova é a informação** do link-state recebida.

Faz acknowledge do DBD recebido usando pacotes LSAck

Se o DBD tiver mais que uma entrada link-state, o router envia um LSR para o outro router.

Esse outro router responde com a informação completa acerca da entrada pedida com um pacote LSU.

Assim que o LSU é recebido, responde com um LSAck.

O router adiciona uma nova entrada ao seu LSDB.

<< Manter a Informação de Routing >>

--- Processo de Flooding ---

Um **router repara numa mudança num link state e envia em multicast um pacote LSU**, que inclui uma entrada LSA mais recente com um número de sequência incrementado, para [224.0.0.6](#).

- Este endereço vai para **todos os DRs e BDRs** OSPF.
- Em ligações **point-to-point o LSU** é propagado para [224.0.0.5](#).
- Um **pacote LSU pode conter vários LSAs diferentes**.

O DR recebe o LSU, processa-o, reconhece o recebimento da mudança e floods o LSU para outros routers na rede usando o endereço de multicast do OSPF, [224.0.0.5](#).

- Após receber o LSU, responde com LSAck.
- Para o **flood ser fiável, cada LSA** tem de ser **reconhecido separadamente**.

Se um router estiver conectado a outra rede, faz flood do LSU para outras rede encaminhando o LSU para o DR da outra rede.

O router atualiza o seu LSDB usando o LSU que inclui a nova LSA.

Após isso, recalcula o algoritmo SPF com a base de dados atualizada após um curto atraso e atualiza a tabela de routing se necessário.

<< Operação LSA >>

---> Quando cada router recebe o LSU:

- Se a entrada do LSA ainda não existir, o router adiciona essa entrada ao LSDB, envia de volta um link-state acknowledgment (LSAck), faz flood da informação para os outros routers, executa o algoritmo, e atualiza a tabela de routing.
- Se a entrada já existir e o LSA recebido tiver o mesmo número de sequência, o router ignora.
- Se a entrada já existir mas o LSA contém nova informação, o router adiciona a entrada ao LSDB, envia um LSAck, faz flood da nova informação, executa o algoritmo, e atualiza a tabela de routing.
- Se a entrada já existir mas o LSA contém informação obsoleta, o router envia um LSU de volta com a informação atualizada.

<< Custo do Caminho OSPF >>

Cada ligação/interface do router tem um custo de OSPF associado.

O custo total entre um router e uma rede é dado pela soma de todos os custos de OSPF das interfaces dos routers pelo caminho.

<< Routing Hierárquico de OSPF >>

Numa rede pequena, a rede de ligações de routers não é complexa, e caminhos para destinos individuais são facilmente deduzíveis.

Em redes grandes, a rede resultante é muito complexa, e o número de potenciais caminhos para cada destino, grande.

---> Usar múltiplas áreas OSPF tem vantagens importante:

Reduzir a frequência do cálculo de algoritmos.

- **Informação** detalhada da rota **só existe dentro** de cada **área**.
- **Não é necessário fazer flood** de todas as mudanças dos link-states para todas as outras áreas.
- **Apenas o routers afetados** pela mudança **precisam de recalcular**.

Reduzir o overhead das atualizações.

- Ao invés de enviar uma atualização sobre cada rede numa determinada área, um **router** pode **anunciar apenas uma rota**, ou um pequeno grupo de rotas, entre áreas, sumarizadas.

Tabelas de routing mais pequenas.

- Entradas detalhadas de rotas de redes específicas numa área, podem permanecer nessa área.
- Routers podem ser configurados para sumarizar as rotas para um ou mais endereços sumarizados.
- Anunciar estes sumários reduz o número de mensagens propagadas entre áreas, mantendo-as alcançáveis na mesma.

--- Hierarquia de dois níveis ---

-Área Backbone

Uma área OSPF cuja **função primária é a movimentação rápida e eficiente de pacotes IP**.

Interliga-se com todas as outras áreas do OSPF.

Geralmente, o utilizadores não acedem a esta área.

Redes hierárquicas definem a **área 0** como a core à qual todas as outras se ligam.

-Área normal

Função principal é conectar utilizadores com recursos.

Colocada junto de agrupamentos funcionais ou geográficos.

- Não permite tráfego de outra área utilize as suas ligações para alcançar outras áreas.

Podem possuir vários sub-tipos, incluindo áreas standard, áreas stub, áreas totalmente stubby, not-so-stubby (NSSA), e NSSA.

<< Tipos de Routers OSPF >>

-Router interno

Routers que têm todas as suas interfaces na mesma área.

Todos os routers dentro da mesma área têm LSDBs iguais.

-Router Backbone

Routers que se encontram no perímetro da área 0 (backbone) que têm pelo menos uma interface na área 0.

Estes routers mantêm informação de routing OSPF usando os mesmos procedimentos e algoritmos que os routers internos.

-Area Border Router (ABR)

Routers com interfaces ligadas a múltiplas áreas, mantêm LSDBs separadas para cada área a que estão ligados.

Ligam a área 0 a áreas não backbone e são pontos de saída da área.

- Informação de routing destinado a outras áreas, apenas lá podem chegar através do ABR da área local.

O ideal, é cada ABR apenas estar ligado a duas áreas, o backbone e outra área.

-Autonomous System Boundary Router (ASBR).

Routers que tem pelo menos uma interface ligada a um domínio de routing diferente.

ASBRs podem redistribuir redes externas para o domínio OSPF e vice-versa.

-->Um router pode ser de mais que um tipo

<< Áreas Stub >>

Configurar áreas **stub** **reduz o tamanho do LSDB dentro de uma área**, resultando e menos memória necessária dos routers nessa área.

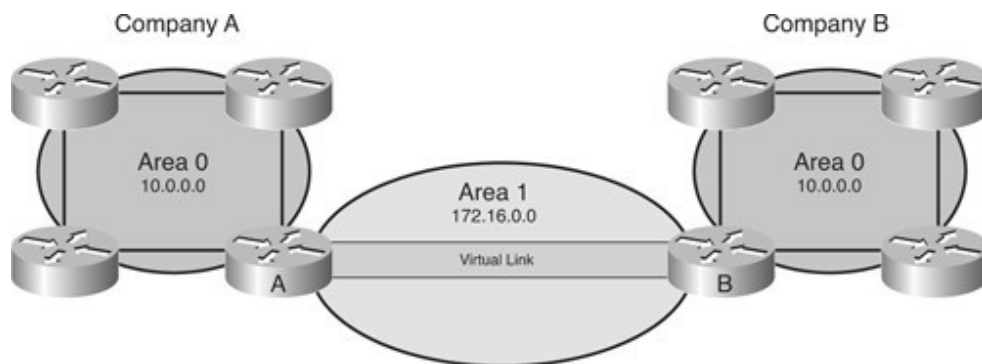
Routers nesta área **não necessitam de executar os algoritmos SPF tão frequentemente** pois receberão menos atualizações.

LSAs (tipo 5) **de redes externas**, como aqueles redistribuídos de outros protocolos de routing em OSPF, **não são permitidos floods para uma área de stub**.

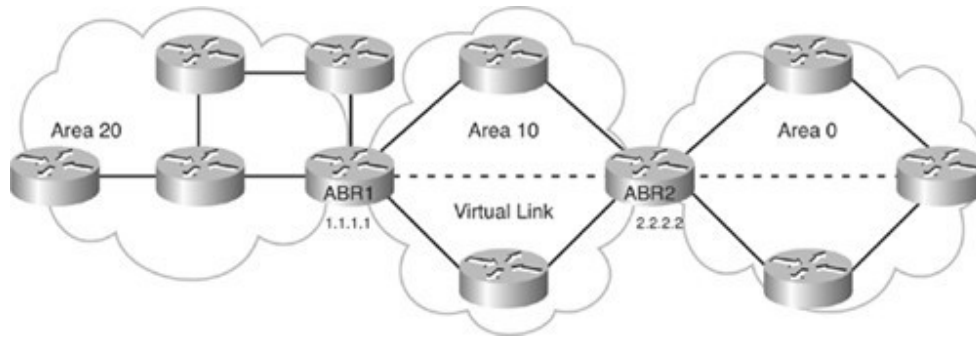
O routing a partir dessas áreas para rotas externas para o sistema autônomo OSPF é baseado numa rota default [0.0.0.0](#)

<< Ligações Virtuais nas Areas >>

Podem ser usados para conectar áreas 0 desconexas.



Usado para conectar ao backbone.



<< Tipos de LSA de OSPF >>

- **Tipo 1 - LSA de router**

Cada router gera anúncios para cada área a que pertence. Descrevem o estado das ligações à área e **são flooded apenas dentro da rede particular.** Tem **20 bytes de headers.** Um dos campos dos headers é o ID, é **oID do router originário.**

- **Tipo 2 - LSA da rede**

DRs geram anúncios para rede multiaccess, que descreve o **conjunto de routers ligados** a essa rede. São flooded na área que contém a rede. o **ID é o endereço IP do DR originário.**

- **Tipo 3 - LSA Sumário**

ABRs geram anúncios sumarizados, que descrevem:

- Tipo 3 - Rotas para as redes da área.
- Tipo 4 - Rotas para ASBRs.

- **Tipo 5**

Anúncios de sistemas autónomos gerados por ASBR.

Descrevem rotas para destinos externos e são flooded para todo o lado exceto áreas stub. **O ID é o número da rede externa.**

- **Tipo 6**

Para fazer **multicast de aplicações OSPF.**

- **Tipo 7**

LSAs usada no NSSAs.

- **Tipo 8**

Para **interligar OSPF e BGP**.

- **Tipo 9, 10 ou 11**

Desenhado para futuros upgrades de OSPF, para distribuir informação específica a aplicações, através de domínios OSPF. Mecanismos de flooding convencionais do LSDB são usados para distribuir LSAs opacos.

- Tipo 9 - Não passam para lá da rede local ou sub-redes.
- Tipo 10 - Não passam para lá da área.
- Tipo 11 - Passam pelo sistema autónomo.

<< Tipos de Rotas OSPF >>

-OSPF intra-área e LSA de rede

- Rede de dentro da área do router, anunciada pela LSA do router e da rede.

-Inter-área (LSA sumária)

Redes fora da área do router mas dentro do sistema autónomo do OSPF, anunciadas por LSAs sumarizadas.

-Routers externos tipo 2

Redes de fora do domínio do OSPF, anunciadas por LSAs externas.

O custo das rotas OSPF E2 é sempre, apenas o custo externo.

Use este tipo se apenas um ASBR está a anunciar uma rota externa para um sistema autónomo.

-Routers externos tipo 1

Redes de fora do domínio do OSPF, anunciadas por LSAs externas.

Calcula o custo adicionando o custo externo ao interno de cada ligação nos cruzamentos dos pacotes.

Use este tipo quando múltiplos ASBR estão a anunciar uma rota externa para o mesmo sistema autónomo, para evitar routing não ideal.

Preferir sempre ao invés do tipo 2, mesmo para métricas mais altas.

<< Tipos de Áreas OSPF >>

-Área standard

Esta tipo de área default, aceita atualizações de ligação, sumários de rotas e rotas externas.

-Área backbone

É etiquetada com 0, e todas as outras áreas se ligam a esta para trocar informação da rede.

O backbone de OSPF tem todas a propriedades de uma rede OSPF normal.

-Área stub

Não pode conter ASBRs

Da área 0 ABR, recebe sumários de rotas e rotas default automaticamente. Rotas externas estão bloqueadas.

-Áreas totally stubby

Tipo de área proprietária da CISCO.

Não pode conter ASBRs.

Da área 0 ABR, recebe sumários de rotas e rotas default automaticamente. Rotas externas estão bloqueadas.

-NSSA

É uma adenda ao OSPF RFC.

Contem ASBRs.

Da área 0 ABRs, recebe sumários de rotas. Rotas externas estão bloqueadas.

Não há envio de rota default automaticamente para a NSSA pelo ABR.

Usa LSA Tipo 7 para anunciar rotas externar para a área 0 ABR, ABR transforma a LSA tipo 7 em tipo 5 e envia-o para a área 0.

-Área totally stubby NSSA

Contem ASBRs.

Da área 0 ABRs, recebe sumários de rotas. Rotas externas estão bloqueadas.

Usa LSA Tipo 7 para anunciar rotas externar para a área 0 ABR, ABR transforma a LSA tipo 7 em tipo 5 e envia-o para a área 0.

< <----- OSPFv3 -----> >

Routing

---> Baseado em OSPFv2 com melhorias:

Usa IPv6 para transporte.

Distribui prefixos IPv6.

Usa endereços de grupo multicast FF02::5 (OSPF IGP) e FF02::6 (OSPF IGP Designated Routers).

Corre sobre um link e não sobre uma sub-rede

Múltiplas instâncias por link.

Topologia não é específica ao IPv6.

- Router ID, Area ID, Link ID e resta um número de 4 bytes.
- Vizinhos sempre identificados pelo Router ID (4 bytes).
- Uma tabela adicional que mapeia entre os prefixos IPv6 e os Link IDs.

Usa endereços IPv6 link-local como source.

Tipos de LSA

Link LSA (Tipo 8)

- Informa vizinhos de endereços link local.

- Informa vizinhos de prefixos IPv6 em link.

Prefixos LSA Intra-area (Tipo 9)

- Associa prefixos IPv6 com uma rede ou router.

O alcance do flooding dos LSAs é generalizado.

- 3 alcances distintos:
 - Link-local,
 - Area,
 - AS.

O tipo de codificação do LSA é expandido para 16 bits.

- Inclui o alcance do flood.