

# Enlace: colisão, broadcast

**Camada de enlace: domínio de colisão e domínio de *broadcast*, segmentação, modos de *switching* para encaminhamento de quadros**

**Versão 1.2  
Agosto de 2018**

Prof. Jairo

jairo@uninove.br  
professor@jairo.pro.br

<http://www.jairo.pro.br/>

A camada de enlace é a camada 2 do RM-OSI. Nesta camada são usados endereços físicos para encaminhamento de quadros. Um exemplo de endereço físico é o MacAddress Ethernet.

Esta camada também é conhecida por camada de linque de dados.

O cabeçalho de um quadro contém o endereço de origem e de destino, isso para indicar em qual nó o quadro foi originado e para qual nó é destinado.

Em contraste com a hierarquia vertical dos endereços lógicos (rede, host, porta), o endereçamento em camada 2 é plano. Isso significa que nenhuma parte do endereço físico pode ser usada para identificar o grupo lógico ou físico ao qual o endereço pertence.

Essa característica do endereçamento plano limita o tamanho máximo da rede, quando comparado com uma rede com endereçamento lógico.

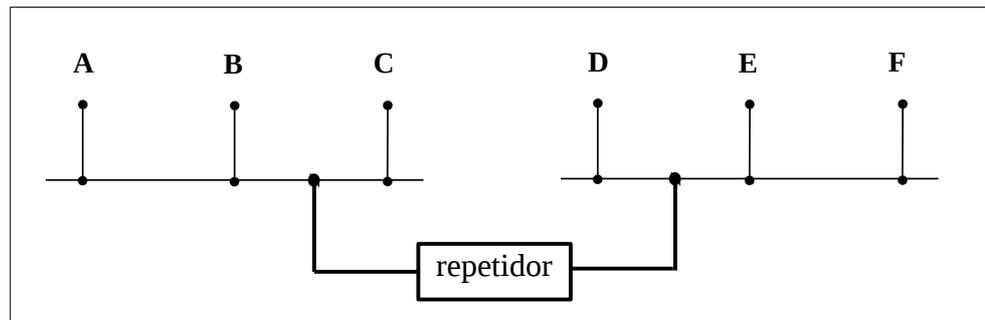
## 1 – Domínio de colisão e domínio de *broadcast*

O **domínio de colisão** é uma área da rede onde os pacotes colidem uns com os outros. Este termo é usado principalmente para Ethernet, que é de longe o tipo mais usado nas redes locais (LAN).

Uma colisão ocorre quando dois ou mais dispositivos tentam, no mesmo instante, enviar um sinal no mesmo canal de transmissão. O resultado disso é a distorção do sinal, tornando ele inutilizável.

As dimensões de um domínio de colisão podem variar desde um único segmento de cabo até a rede inteira.

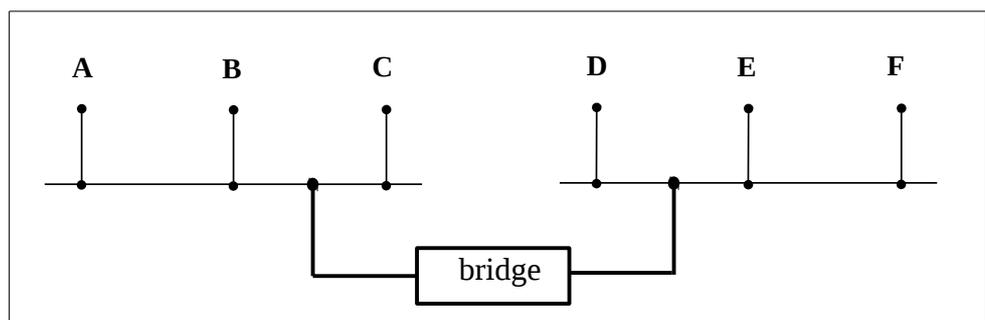
Na rede, o domínio de colisão pode ser ampliado pelo uso de dispositivos de camada 1 como repetidores e *hubs*, pois estes dispositivos apenas encaminham automaticamente o sinal que chega até eles.



Na figura acima, todos os nós (A, B, C, D, E e F) estão no mesmo domínio de colisão, portanto existe um único domínio de colisão. A topologia é difusão.

No exemplo acima, a principal função do repetidor é aumentar o alcance da rede além dos cerca de 100 metros imposto pelo cabo de rede. O uso do repetidor, além de aumentar o domínio de colisão, tem a contrapartida de encaminhar todos os sinais: sinais inutilizáveis que resultaram de colisões e também os que foram modificados por interferências externas (ruído) são encaminhados de um segmento para o outro.

O domínio de colisão é reduzido pelo uso de dispositivos de camada 2 e 3, como *bridges*, *switches* e *routers*.



Na figura acima, apenas os nós (A, B e C) estão no mesmo domínio de colisão, assim como (D, E e F) também estão no mesmo domínio de colisão, portanto agora existem 2 domínios de colisão. A bridge (ponte) é usada para permitir comunicação entre estes dois segmentos. Convém notar que no interior de cada segmento a topologia é difusão.

Uma bridge tem portas, onde os segmentos de rede conectam, e usa filtros de software para decidir se determinado quadro precisa seguir de um segmento de rede para o outro. Para isso, a bridge mantém em cache uma tabela de endereços MAC e um *database* com informações destes endereços relacionados ao segmento onde ele reside.

Se o quadro contém endereço MAC de origem e de destino no mesmo segmento de rede, portanto na mesma porta do bridge, ele não é encaminhado para os outros segmentos da rede.

Então, um domínio de colisão pode ser definido como os segmentos de rede separados por *bridges* ou outros dispositivos de camada 2 ou 3.

O tamanho ótimo de um domínio de colisão está relacionado à eficiência desejada para a rede, que se começar a ficar comprometida é necessário segmentar.

O **domínio de broadcast** é uma divisão lógica de uma rede na qual todos os nós podem acessar uns aos outros fazendo *broadcast* em camada 2.

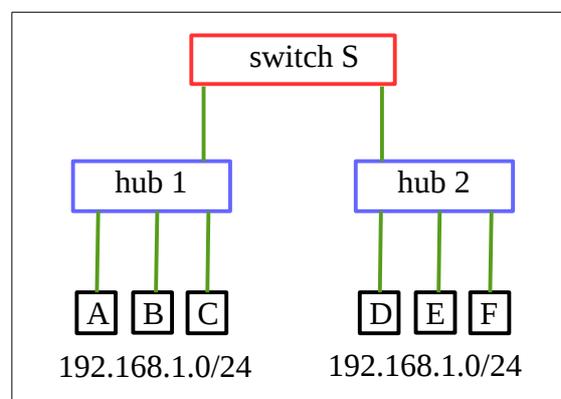
Em camada 2, *broadcast* é o envio do quadro FF:FF:FF:FF:FF:FF para todo o domínio de *broadcast*. Os *broadcast* Ethernet são usados pelo ARP (*Address Resolution Protocol*) e NDC (*Neighbor Discovery Protocol*) para traduzir endereço IP em endereço MAC.

No caso acima, o domínio de colisão foi reduzido pelo uso de bridge, porém não foi reduzido o domínio de *broadcast*, pois este último somente é dividido por dispositivos de camada 3 (roteadores ou *switches* de camada 3).

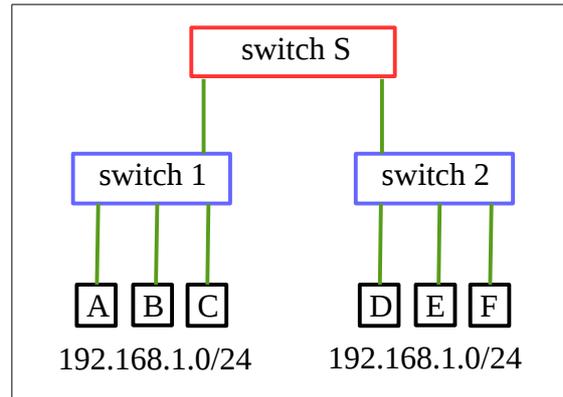
Normalmente, domínios de colisão estão contidos em domínios de *broadcast*.

Na figura ao lado estão sendo usados *hubs*, que também são equipamentos de camada 1. Por isso, os nós A, B e C estão no mesmo domínio de colisão, assim como D, E e F também estão num mesmo domínio de colisão. A topologia em cada segmento é difusão.

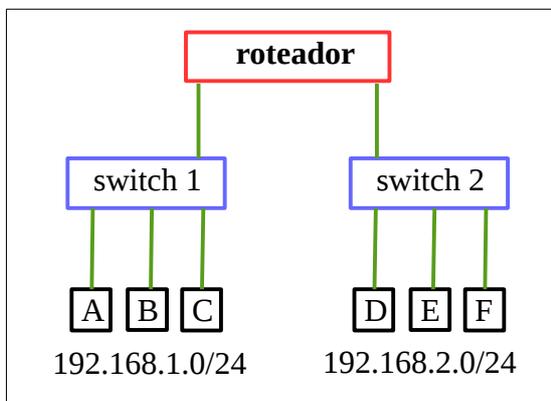
Já o domínio de *broadcast* alcança os nós A, B, C, D, E e F, pois o switch S opera em camada 2 e portanto transmite os quadros de um segmento para o outro. Nesta figura, existe 1 domínio de *broadcast* e 2 domínios de colisão.



Mas se substituirmos hub 1 e hub 2 da figura acima por switch 1 e switch 2 (conforme figura ao lado), então de 2 domínios de colisão passa a ser 8 domínios de colisão. Basicamente, cada porta de um switch tem seu próprio domínio de colisão, pois a topologia é ponto a ponto. Continua existindo 1 único domínio de *broadcast*.



Para dividir o domínio de *broadcast* é necessário um equipamento de camada 3. Então, se for substituído o switch S por um roteador (conforme figura abaixo), passa a existir 2 domínios de *broadcast*, onde um está delimitado no switch 1 e o outro no switch 2. Continuam existindo 8 domínios de colisão.



Agora, com a segmentação de um domínio de *broadcast* em dois pelo uso do roteador, para haver comunicação entre as redes 192.168.1.0/24 e 192.168.2.0/24 é necessário roteamento, que exige a criação de rotas.

## 2 - Segmentação

Como vimos anteriormente, o número de *hosts* num segmento de rede não deve ser grande pois o domínio de *broadcast* pode ter um tamanho que o volume de *broadcast* comprometa a eficiência da rede.

Então, quando é necessário redes apartadas, ou então a rede tenha atingido a sua limitação física, a segmentação se torna necessário.

A segmentação da LAN permite estender a rede, reduzir a congestão, isolar problemas e melhorar a segurança.

- **Estender a rede:** quando é atingido o limite físico máximo da rede, roteadores precisam ser adicionados e assim criados novos segmentos para permitir a adição de novos *hosts* na LAN;
- **Reduzir a congestão:** à medida que o número de *hosts* aumenta na rede, a largura de banda requerida também aumenta. Pela segmentação da LAN, pode-se reduzir o número de *hosts* por rede. E se depois desta segmentação o tráfego consistir basicamente em comunicação entre *hosts* no mesmo segmento, então o uso da largura de banda é substancialmente reduzido;
- **Isolar problemas de rede:** a divisão da rede em segmentos menores reduz o transbordamento de problemas de um segmento para o outro. Problemas como falha de hardware ou software serão então reduzidos por afetarem porções menores da rede;
- **Melhorar a segurança:** Pela utilização de segmentação, a comunicação passa a ocorrer apenas entre os nós envolvidos e não chega até seus vizinhos, por difusão. Desse modo, os pacotes são entregues apenas ao endereço de destino. E quando essa comunicação envolve dois segmentos, então se torna necessário o uso de roteador, que possui recursos de filtragem, segurança e prioridade, criando assim domínios de segurança.

A segmentação pode ser feita com o uso de bridges, switches ou roteadores.

### 3 – Modos de transmissão de quadros

Tanto bridge quanto o switch de camada 2 são equipamentos que trabalham na camada 2 do RM-OSI, recebendo e transmitindo quadros. As principais diferenças entre eles é que o processamento de quadros no switch é realizado no hardware, enquanto no bridge é pelo software. O bridge consegue trabalhar baseado em software devido ao reduzido número de portas, que atinge no máximo 16. Já um switch pode ter até centenas de portas.

O modo de processamento de quadros afeta o desempenho da rede.

Os modos de transmissão de quadros são *cut-through* (cortar) e *store-and-forward* (armazenar e enviar).

- **Cut-through:** inicia a transmissão do quadro logo após ter identificado o endereço de destino. Começa a encaminhar o quadro antes que este chegue por completo. Se por um lado diminui a latência da transmissão, por outro tem uma detecção de erros ruim que pode impactar o desempenho da rede pelo reenvio de quadros corrompidos ou truncados. Há duas formas de comutação cut-through: *fast-forward* e *fragment-free*.

*Fast-forward* (avanço rápido): é o método típico para cut-through. É o que oferece o menor nível de latência, pois inicia o envio imediatamente após receber o endereço de destino. A latência é medida a partir do primeiro bit recebido até o primeiro bit transmitido, ou seja, o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO, first in first out).

*Fragment-free* (livre de fragmento): armazena os primeiros 64 bytes antes de enviar, pois geralmente os fragmentos de colisão são menores do que 64 bytes. Realiza uma pequena verificação de erros nos primeiros 64 bytes do quadro. Filtra e elimina os fragmentos de colisão, que constituem a maior parte dos erros no quadro antes de iniciar o encaminhamento.

- **Store-and-forward:** aguarda até que todo o quadro seja recebido antes de ser encaminhado. Esse método armazena o quadro inteiro na memória. Uma vez que o quadro inteiro esteja na memória, verifica os endereços de destino e de origem e a integridade do quadro. Somente em caso de não haver erro no quadro é feito o envio, garantindo a não replicação de quadros corrompidos ou truncados. A latência é maior com quadros maiores, pois todo o quadro precisa ser recebido antes que o processo de comutação comece.