

# Fichas de Trabalho 1º Semestre 2016/2017

## Ficha 1

**No desenvolvimento de uma aplicação que funciona de acordo com o paradigma cliente servidor, qual das seguintes chamadas de sistema apenas encontra no código de um cliente TCP?**

- accept ()
- socket ()
- connect ()
- bind ()

**Qual das seguintes afirmações é a única verdadeira?**

- O protocolo UDP não garante entrega dos dados enviados.
- O protocolo UDP tem funcionamento orientado à ligação ("connection oriented").
- O protocolo TCP não pode ser usado para transferência fiável de ficheiros de imagem.
- O protocolo TCP garante a entrega dos dados ao fim de um determinado tempo.

**No âmbito da comunicação entre computadores, um protocolo específica:**

- O tipo e formato das mensagens que devem ser apresentadas ao utilizador.
- O tipo e formato das mensagens que o programa de aplicação passa à API de sockets.
- As instruções que devem ser usadas para programar a funcionalidade desejada.
- O tipo e formato das mensagens trocadas entre entidades ao mesmo nível em máquinas distintas que comunicam entre si.

**A comutação de pacotes é mais apropriada do que a comutação de circuitos para ligações entre computadores porque:**

- A comutação de pacotes é mais moderna.
- A comutação de circuitos não permite fazer o encaminhamento das mensagens para o destino desejado.
- A comutação de circuitos implica a reserva de recursos (limitados) para uma comunicação durante toda a sua duração.
- A comutação de circuitos apenas pode ser usada para comunicações analógicas.

**Considere uma rede de acesso residencial, em que a ligação entre casa e central local é suportada num par de fios de cobre, usando a tecnologia ADSL ("Asymmetric Digital Subscriber Line"). Para transmissão digital de dados provenientes de um computador:**

- É usado um MODEM que reserva a linha em exclusivo para este fim, impossibilitando por exemplo o estabelecimento de uma conversação telefónica em simultâneo.
- É usado um esquema de multiplexagem por divisão na frequência (FDM) da linha telefónica, permitindo que a transmissão de dados se faça de forma independente, sem interferir, com a realização de chamadas telefónicas.
- É possível transmitir o sinal directamente na linha telefónica, sem qualquer necessidade de conversão.
- A transmissão é suportada num cabo coaxial, que serve diversas residências, sendo necessário usar um protocolo de "contenção" para gerir o canal de "upstream".

## Ficha 2

**Numa aplicação distribuída que funciona de acordo com o paradigma Cliente-Servidor:**

- Deve ser o servidor a iniciar a comunicação com o cliente.
- O cliente apenas necessita de conhecer o endereço IP do servidor para poder iniciar uma comunicação.
- O cliente deve utilizar um endereço IP permanente.
- O servidor deve utilizar um endereço IP permanente.

**Qual das seguintes afirmações melhor define o conceito de "protocolo"?**

- Conjunto das primitivas de serviço entre duas camadas adjacentes, na arquitectura em camadas.
- Conjunto das chamadas de sistema que constituem a API de sockets.
- Algoritmo de escolha de caminhos executado em cada encaminhador.
- Conjunto de regras para troca de mensagens entre entidades pares, na implementação de um algoritmo distribuído.

**Qual das seguintes afirmações melhor define o conceito de "interface de serviço"?**

- Conjunto de regras para troca de mensagens entre entidades pares, na implementação de um algoritmo distribuído.
- Conjunto das primitivas de serviço entre duas camadas adjacentes, na arquitectura em camadas.
- Algoritmo de escolha de caminhos executado em cada encaminhador.
- Conjunto das chamadas de sistema que constituem a API de sockets.

**Qual das seguintes camadas existe na arquitectura de rede prevista no modelo OSI e não existe na arquitectura do modelo TCP/IP?**

- Camada de Codificação.
- Camada de Interligação.
- Camada de Boas Vindas.
- Camada de Apresentação.

**Dois computadores estão interligados por um caminho que contém três encaminhadores, com linhas de transmissão de 10 Mbit/s e um tempo de propagação de 1 ms em cada linha. Na ausência de outro tráfego na rede, o tempo necessário para enviar um ficheiro de 50 kbit (tempo entre o envio do primeiro bit na origem e recepção completa do ficheiro no destino) usando comutação de pacotes, com pacotes de 10 kbit:**

- é inferior a 7,5 ms.
- está entre 7,5 ms e 10 ms.
- está entre 10 ms e 12,5 ms.
- é superior a 12,5 ms.

### **Ficha 3**

**Dois computadores estão interligados por um caminho que contém dois encaminhadores intermédios, com linhas de transmissão de 1 Mbit/s e um tempo de propagação de 5 ms em cada linha. Na ausência de outro tráfego na rede, o tempo necessário para enviar um ficheiro de 10 kbit (tempo entre o envio do primeiro bit na origem e recepção completa do ficheiro no destino) usando comutação de pacotes, com pacotes de 1 kbit:**

- é inferior a 15 ms.
- está entre 15 ms e 20 ms.
- está entre 20 ms e 25 ms.
- é superior a 25 ms.

**Para transferir páginas Web entre um servidor e um browser usa-se:**

- o protocolo FTP na camada de aplicação.
- o protocolo UDP na camada de transporte.
- o protocolo TCP na camada de transporte.
- o protocolo HTML na camada de aplicação.

**No protocolo SMTP qual o número de porto usado por omissão pelo servidor?**

- 25
- 53
- 80
- 3128

**Qual das seguintes afirmações relativas ao protocolo FTP é verdadeira?**

- Apenas uma sessão TCP é estabelecida entre cliente e servidor para transferência de comandos e de dados.
- É estabelecida uma sessão TCP de controlo para transferência de comandos e tantas sessões TCP quantos os ficheiros de dados a transferir.
- É estabelecida uma sessão TCP de controlo para transferência de comandos e uma outra sessão TCP para todas as transferências de dados.
- O protocolo FTP não precisa de manter informação de estado.

**Um cliente HTTP/1.1 está configurado para não usar sessões TCP paralelas. Pretendendo-se descarregar de um servidor uma página base e n imagens, qual a economia no tempo para receber os conteúdos desejados se o cliente usar pipelining, relativamente ao caso em que não usa pipelining?**

- (n-1) RTTs
- n RTTs
- (n+1) RTTs
- (2.n-1) RTTs

#### **Ficha 4**

**Considere um par cliente e servidor Web que comunicam usando HTTP/1.0. O cliente descarrega do servidor uma página base e 4 imagens.**

**Qual a economia no tempo para receber os conteúdos desejados se o cliente puder usar 2 sessões TCP paralelas, relativamente ao caso em que não se usam sessões paralelas? (sugestão: desenhe um diagrama espaço-tempo ilustrando as trocas de informação)**

- Não há economia de tempo
- 2 RTTs
- 4 RTTs
- 8 RTTs

**Relativamente ao protocolo SMTP qual das seguintes afirmações é verdadeira?**

- O protocolo usado pela aplicação de leitura de e-mail quando se liga ao servidor onde as mensagens estão armazenadas é o protocolo SMTP;
- Um cliente SMTP utiliza por omissão o porto 25 em TCP;
- Os endereços indicados nos comandos "RCPT TO" do protocolo SMTP podem não coincidir com os endereços listados no campo "To:" do cabeçalho da mensagem de correio electrónico enviada;
- Um servidor SMTP utiliza por omissão o porto 25 em UDP;

**No contexto da disciplina de Redes de Computadores, o que se entende por DNS:**

- Um serviço de atribuição de nomes a domínios;
- Um tipo de ataque informático conhecido por "denial-of-service";
- Um protocolo da camada de aplicação, que usa os serviços do protocolo TCP da camada de transporte para garantir fiabilidade dos dados transferidos de um servidor centralizado;
- Um protocolo da camada de aplicação suportado numa base de dados distribuída, que é implementada usando uma hierarquia de servidores de nomes;

**Considere as seguintes linhas de uma tabela de "Resource Records":**

**www.redes.ulisboa.pt CNAME lab.redes.ulisboa.pt**

**lab.redes.ulisboa.pt A 193.136.166.106**

**redes.ulisboa.pt NS ns1.redes.ulisboa.pt**

**ns1.redes.ulisboa.pt A 193.136.166.65 Assinale a afirmação verdadeira:**

- O endereço IP associado ao nome lab.redes.ulisboa.pt é 193.136.166.65;
- O endereço IP de um servidor de nomes do domínio redes.ulisboa.pt é 193.136.166.65;
- Os nomes www.redes.ulisboa.pt e ns1.redes.ulisboa.pt referem-se à mesma máquina;
- O endereço IP associado ao nome www.redes.ulisboa.pt é 193.136.166.65;

**Considere uma aplicação peer-to-peer em que um servidor envia um ficheiro de 4 Gbit a uma população de 900 estações.**

**A ligação do servidor à Internet (upload) funciona a 200 Mbits/s e a ligação de cada estação à Internet (upload) tem um ritmo de transmissão de 2 Mbits/s. As ligações no interior da Internet assim como as ligações da Internet a cada uma das estações (download) têm um ritmo de transmissão de dados muito elevado, que podemos considerar infinito. Qual o tempo mínimo ao fim do qual todas as estações já receberam o ficheiro?**

- 15 minutos
- 30 minutos
- 1 hora
- 2 horas

#### **Ficha 5**

**Relativamente aos protocolos da camada de transporte, assinale a afirmação verdadeira:**

- Nenhum protocolo da camada de transporte garante que a entrega de dados se fará num intervalo de tempo determinado;
- Qualquer protocolo da camada de transporte implementa mecanismos de controlo de congestão da rede;
- Qualquer protocolo da camada de transporte garante a entrega ordenada e sem falhas dos dados enviados;
- O protocolo da camada de transporte é implementado nos computadores terminais e em todos os nós intermédios (routers) por que passam os segmentos enviados;

**Os protocolos da camada de transporte permitem fazer a multiplexagem/desmultiplexagem de várias comunicações para a mesma máquina fazendo uso de números de porto, além do endereço IP que identifica a máquina, para identificar o socket a que uma mensagem se destina. Identifique a afirmação verdadeira:**

- No protocolo UDP é necessário o tuplo (IP origem, porto origem, IP destino, porto destino) para fazer a desmultiplexagem e entregar a mensagem no socket desejado;
- No protocolo UDP o par (IP destino, porto destino) são suficientes para fazer a desmultiplexagem e entregar a mensagem no socket desejado;
- No protocolo TCP o par (IP destino, porto destino) são suficientes para fazer a desmultiplexagem e entregar a mensagem no socket desejado;
- No protocolo TCP além do tuplo (IP origem, porto origem, IP destino, porto destino) para fazer a desmultiplexagem e entregar a mensagem no socket desejado é também necessário conhecer a lista de encaminhadores no caminho entre origem e destino;

**Qual das seguintes afirmações é verdadeira relativamente à troca de segmentos entre uma dada origem e um dado destino na Internet?**

- Todos os segmentos TCP de uma comunicação são encapsulados pelo protocolo UDP e seguem o mesmo caminho;
- Todos os segmentos UDP de uma comunicação seguem o mesmo caminho;
- Nem o TCP nem o UDP garantem que todos os segmentos de uma comunicação seguem o mesmo caminho;
- Todos os segmentos de uma comunicação TCP seguem o mesmo caminho;

**O protocolo Stop-and-Wait:**

- Nunca consegue uma eficiência de utilização superior a 50%;
- Garante a entrega de dados correctamente e por ordem ao destinatário, mesmo na presença de erros de transmissão ou perda de pacotes;
- É muito eficiente na transferência de dados entre máquinas muito distantes entre si;
- Deve o seu nome ao facto de a comutação de pacotes funcionar em modo “store-and-forward”;

**Relativamente aos protocolos de janela deslizante, assinale a opção correcta:**

- Go-back-N é um protocolo em que a janela de transmissão pode ter dimensão  $> 1$ , mas a janela de recepção tem sempre dimensão = 1;
- Stop-and-Wait é um protocolo em que a janela de transmissão pode ter dimensão  $> 1$ , mas a janela de recepção tem sempre dimensão = 1;
- Go-back-N é um protocolo em que as janelas de transmissão e de recepção podem ter dimensão  $> 1$ ;
- Selective-Repeat é um protocolo em que a janela de transmissão pode ter dimensão  $> 1$ , mas a janela de recepção tem sempre dimensão = 1;

## **Ficha 6**

**Os protocolos da camada de rede:**

- São implementados apenas nos nós terminais que comunicam entre si;
- São implementados quer nos nós terminais, quer nos encaminhadores (routers) através dos quais são enviados os datagramas;
- Os dispositivos onde são implementados dependem do meio de transmissão considerado em cada troço de rede;
- São implementados apenas nos encaminhadores (routers) através dos quais são enviados os datagramas;

**Na Internet, a camada de rede baseia-se num mecanismo de:**

- Comutação de pacotes por datagramas;
- Circuitos alugados;
- Comutação de circuitos;
- Comutação de pacotes por circuitos virtuais;

**Uma estação ligada à Internet usa o endereço IPv4 193.136.143.26. Nessa estação a máscara de rede configurada tem o valor 255.255.254.0. Qual o endereço da rede a que a estação está ligada?**

- 193.136.142.0/23;
- 193.136.143.0/23;
- 193.136.143.0/24;
- 193.136.142.0/24;

**Dos seguintes, qual é um protocolo da camada de rede?**

- DNS;
- FTP;
- ICMP;
- CSMA/CD;

**Indique a afirmação verdadeira:**

- O protocolo ICMP é responsável por garantir a actualização e consistência das tabelas de expedição;
- Um algoritmo de encaminhamento (routing) toma uma decisão local sobre para onde encaminhar um datagrama que chega a um dado encaminhador;
- O mecanismo de expedição de pacotes (forwarding) é responsável por garantir a actualização e consistência das tabelas de expedição;
- O mecanismo de expedição de pacotes (forwarding) toma uma decisão local sobre para onde encaminhar um datagrama que chega a um dado encaminhador;

## **Ficha 7**

**Uma estação ligada à Internet usa o endereço IPv4 193.136.128.193.**

**Nessa estação a máscara de rede configurada tem o valor 255.255.255.128. Qual o endereço da rede a que a estação está ligada?**

- 193.136.128.128/24;
- 193.136.128.128/25;
- 193.136.128.0/24;
- 193.136.128.0/25;

**Quando se especifica o endereço IP de um computador também se especifica uma máscara de rede (“subnet mask”).**

**Esta máscara serve para:**

- decidir se uma mensagem que este computador tem para enviar para um determinado IP de destino deve ser entregue directamente ao destinatário, usando os endereços MAC e o protocolo da camada de ligação de dados, ou se deve ser entregue ao encaminhador (“default gateway”) para a fazer chegar à sub-rede de destino;
- poder saber a que sub-rede pertence o computador e mostrar essa informação ao utilizador;
- esconder os detalhes das várias componentes do endereço IP de todos os outros computadores ligados na sub-rede;
- informar o encaminhador da sub-rede a que o computador está ligado de que este endereço IP está aqui ligado, para o encaminhador anunciar essa informação para a Internet de forma a poder receber mensagens destinadas a este computador;

**Indique a afirmação verdadeira:**

- O protocolo ICMP é responsável por garantir a actualização e consistência das tabelas de expedição;
- Um algoritmo de encaminhamento (routing) toma uma decisão local sobre para onde encaminhar um datagrama que chega a um dado encaminhador;
- O mecanismo de expedição de pacotes (forwarding) é responsável por garantir a actualização e consistência das tabelas de expedição;
- Um algoritmo de encaminhamento (routing) é responsável por garantir a actualização e consistência das tabelas de expedição;

**No protocolo IPv4 pode ser necessário fragmentar datagramas, porque:**

- diferentes meios de transmissão têm diferentes características, impondo diferentes tamanhos máximos (MTU) aos datagramas que são entregues à camada de ligação de dados. Desta forma, quando um encaminhador tem de enviar um datagrama numa ligação com MTU mais pequeno que o datagrama que recebeu, terá de o fragmentar;
- a qualidade do datagrama original não é suficiente, acabando este por se fragmentar;
- o protocolo da camada de transporte determina em quantos fragmentos deve ser enviado o datagrama;
- fragmentos mais pequenos permitem um envio mais rápido, sendo esta a preferência de aplicações que privilegiam a comunicação em tempo real;

**O cabeçalho dos datagramas IPv4 contém um campo designado “time to live (TTL)”. Este campo serve para indicar:**

- o instante temporal em que o datagrama foi enviado;
- em quantas ligações (hops) o datagrama ainda pode ser enviado antes de ser descartado;
- quantas ligações (hops) o datagrama já percorreu desde a sua origem;
- quantos segundos faltam para o datagrama ser descartado;

## **Ficha 8**

### **O protocolo DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) permite:**

- descobrir qual é o endereço físico (MAC) que corresponde ao endereço IP especificado;
- descobrir qual é o endereço IP que corresponde ao URL especificado;
- alterar o conjunto de endereços IP (pool) disponíveis que pertencem à sub-rede;
- atribuir automaticamente (sem intervenção do utilizador) um endereço IP a um computador;

**Considere um computador com endereço IPv4 193.136.143.225. Este computador pretende enviar um datagrama destinado ao endereço IPv4 193.136.143.130. Para qual dos seguintes valores da máscara de rede (“subnet mask”) do computador é que o datagrama é enviado para o encaminhador (“default gateway”)?**

- 255.255.255.192/26;
- 255.255.254.0/23;
- 255.255.255.128/25;
- 255.255.255.0/24;

**Considere um datagrama destinado ao endereço IPv4 193.136.143.26. Ao chegar a um encaminhador, estão disponíveis rotas associadas às sub-redes listadas abaixo. Para qual delas será enviado o datagrama?**

- 193.136.0.0/16;
- 193.136.143.0/25;
- 193.136.143.0/24;
- 193.0.0.0/8;

### **No protocolo IPv6:**

- nunca é necessário efectuar a fragmentação de um datagrama;
- caso um encaminhador receba um datagrama cujo tamanho é superior ao MTU da linha de saída, então esse datagrama é descartado e é devolvida a mensagem ICMPv6 “Packet Too Big”;
- caso um encaminhador receba um datagrama cujo tamanho é superior ao MTU da linha de saída, então esse datagrama é fragmentado pelo encaminhador;
- quando a qualidade de um datagrama não é suficiente ele acabará por se fragmentar;

### **Um algoritmo de encaminhamento do tipo “vector-distância” faz a escolha de rotas de encaminhamento:**

- usando o algoritmo de Dijkstra;
- usando o algoritmo de Bellman-Ford;
- tendo um conhecimento completo da topologia da rede;
- com base no algoritmo SVD de decomposição em vectores próprios;

## **Ficha 9**

**Ao configurar o endereço IP associado a um computador, deve também ser especificado um “default gateway”, que corresponde:**

- ao endereço do servidor DNS local, que deve ser o primeiro a ser consultado quando se pretende traduzir um nome da camada de aplicação (ex.: www.tecnico.ulisboa.pt) para um endereço IP;
- ao endereço de um encaminhador ligado na mesma sub-rede do computador e que permite enviar pacotes para endereços IP de outras redes;
- a uma máscara de rede, para permitir ao computador saber qual a sub-rede a que pertence;
- ao endereço do servidor DHCP que será usado para o computador poder obter o seu endereço IP de forma automática;

**Qual dos seguintes algoritmos de encaminhamento pode sofrer do problema conhecido como “contagem para o infinito”?**

- algoritmo de Dijkstra;
- algoritmo do tipo “vector caminho”;
- algoritmo OSPF;
- algoritmo do tipo “vector distância”;

### **Relativamente ao protocolo “Routing Information Protocol” (RIP):**

- não permite a utilização de “envenenamento de caminhos inversos”;
- pode ser utilizado em redes de dimensão arbitrária;
- o algoritmo de encaminhamento usado é do tipo “estado da ligação”;
- se a distância para alcançar uma dada sub-rede é de 16 então essa sub-rede é inalcançável;

**Relativamente ao protocolo “Border Gateway Protocol” (BGP):**

- é um dos algoritmos de encaminhamento que podem ser adoptados por um sistema autónomo para fazer o encaminhamento no seu interior;
- é usado para garantir a troca de informação de encaminhamento entre sistemas autónomos;
- apenas funciona em redes com um máximo de 15 “saltos” entre as suas 2 sub-redes mais distantes;
- quando um router recebe informação da existência de um conjunto de rotas para uma dada rede de destino escolhe a melhor com base apenas no caminho mais curto;

**Para suportar a distribuição de mensagens na Internet usando multicast, pode-se adoptar uma solução usando os seguintes protocolos:**

- DVRMP + PIM;
- MCAST + DVRMP;
- IGMP + PIM;
- IGMP + MLP;

**Ficha 10****Relativamente aos protocolos IPv4 e IPv6:**

- uma possibilidade para interligar encaminhadores IPv6 através de um conjunto de encaminhadores IPv4 consiste em criar um “túnel” atravessando a zona IPv4, sendo os datagramas IPv6 transportados no campo de dados dos datagramas IPv4. Esta solução resolve o problema sem implicar a perda de qualquer tipo de informação dos datagramas originais;
- uma possibilidade para interligar encaminhadores IPv6 através de um conjunto de encaminhadores IPv4 consiste em ter alguns encaminhadores que implementam as duas versões do protocolo (“dual stack”) fazendo a conversão dos cabeçalhos IPv6 em cabeçalhos IPv4. Esta solução resolve o problema sem implicar a perda de qualquer tipo de informação dos datagramas originais;
- as duas versões do protocolo são compatíveis e podem coexistir sem ser necessário qualquer tipo de tratamento especial;
- não podem coexistir as duas versões do protocolo IP;

**O que se entende por sistema autónomo (autonomous system - AS):**

- é um grupo de redes IP que possuem uma política própria e “independente” de encaminhamento no seu interior;
- é um sistema que funciona isolado do resto do “mundo”;
- é a parte do sistema nervoso que está relacionada ao controle da vida vegetativa, ou seja, controla funções como a respiração, circulação do sangue, controle de temperatura e digestão;
- é um grupo de redes IP que funcionam sem ligação ao resto da Internet;

**Em redes locais Ethernet, o endereço MAC:**

- é composto por 48 bits, com os primeiros 24 bits identificando o fabricante da placa de rede;
- é obtido com a ajuda do DHCP ao ligar o equipamento a uma “nova” rede;
- calcula-se a partir do endereço IP;
- tem uma estrutura hierárquica, com uma conotação geográfica;

**Um protocolo faz verificação de erros usando um código de redundância cíclica (CRC), com o polinómio gerador  $G(x) = x^3 + 1$ . Quando se pretende transmitir a mensagem 11001100, qual é o valor do CRC gerado?**

- 110;
- 0110;
- 101;
- 0101;

**Os protocolos de acesso ao meio usando acesso aleatório são vantajosos face aos protocolos de acesso ao meio com alocação dinâmica no seguinte caso:**

- muitas estações ligadas, todas com muitos dados para transmitir;
- nunca; os protocolos mais vantajosos em redes de computadores são sempre os que fazem uma partilha fixa da capacidade do canal de transmissão;
- nunca, pois a possibilidade de existirem colisões exclui a utilização dos protocolos de acesso ao meio usando acesso aleatório;
- muitas estações ligadas, das quais só um número reduzido tem dados para transmitir, em cada instante;

## **Ficha 11**

### **Uma rede Ethernet usa o protocolo de controlo de acesso ao meio:**

- CSMA;
- CSMA/CA;
- ALOHA;
- CSMA/CD;

### **Em redes locais Ethernet (IEEE 802.3):**

- não é possível detectar colisões;
- não é possível ocorrerem colisões devido ao protocolo usado;
- mesmo que ocorra uma colisão, a trama de dados é completamente transmitida (a transmissão não é interrompida);
- ao detectar uma colisão a estação interrompe a sua transmissão e agenda a respectiva retransmissão usando o algoritmo de recuo binário exponencial;

### **Em redes locais Wi-Fi (IEEE 802.11):**

- mesmo que seja detectada uma colisão, a trama de dados é completamente transmitida (a transmissão não é interrompida);
- não é possível detectar colisões;
- não é possível ocorrerem colisões devido ao protocolo usado;
- ao detectar uma colisão a estação interrompe a sua transmissão e agenda a respectiva retransmissão usando o algoritmo de recuo binário exponencial;

### **Numa rede Ethernet, na camada de ligação de dados podem ser usados comutadores (“switches”, “bridges”). Um comutador:**

- nunca repete os dados que chegam por uma das suas interfaces em todas as outras interfaces, pois há um algoritmo que garante que as tabelas de comutação conhecem os destinos disponíveis e só se envia na interface de destino;
- limita-se a repetir os dados que chegam por uma das suas interfaces em todas as outras interfaces;
- repete os dados que chegam por uma das suas interfaces em todas as outras interfaces, caso não esteja registado na sua tabela de comutação o endereço MAC de destino da mensagem;
- repete os dados que chegam por uma das suas interfaces em todas as outras interfaces, caso não esteja registado na sua tabela de comutação o endereço MAC de origem da mensagem;

### **Para a construção da “spanning-tree” os comutadores trocam entre si BPDU (“bridge protocol data units”) com as seguintes informações:**

- (root bridge ID; root path cost; sender bridge ID, designated port ID);
- (root bridge ID; root path cost; receiving bridge ID, blocked port ID);
- (root bridge ID; root path cost; sender bridge ID, sending port ID);
- (root bridge ID; root path cost; receiving bridge ID, receiving port ID);