

Capítulo 4

Subcamada de controle de acesso ao meio



Problema de alocação de canal de comunicação

- Alocação estática
- Considerações dinâmicas

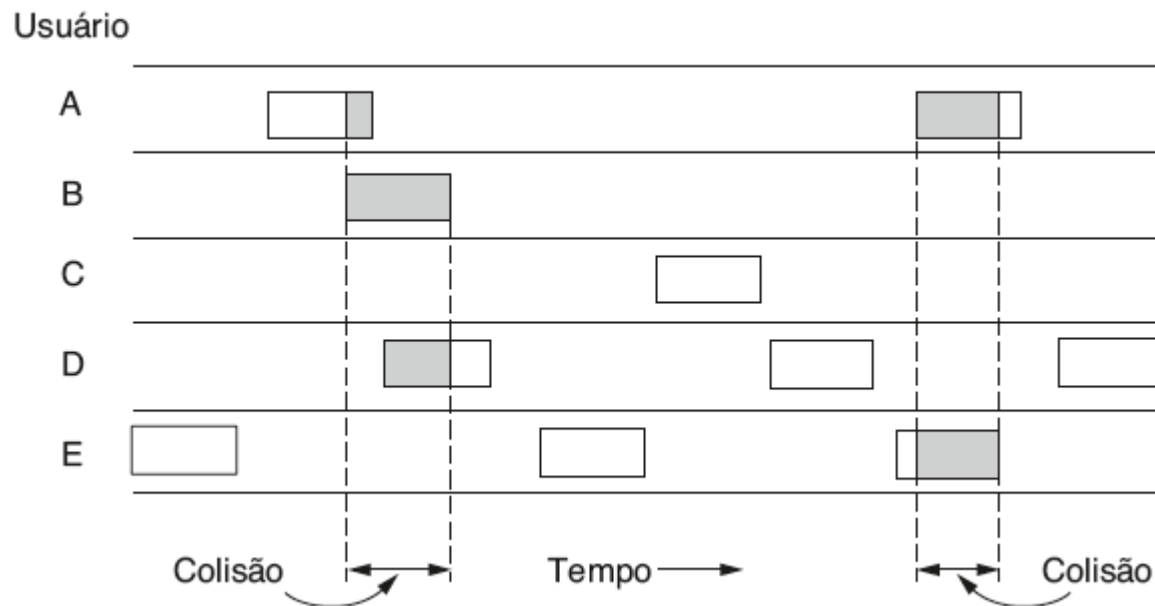
Considerações na alocação dinâmica de um canal

1. Independência do tráfego
2. Único canal
3. Colisões detectadas
4. Tempo discreto e contínuo
5. Sensor de portadora ou não

Protocolos de acesso múltiplo

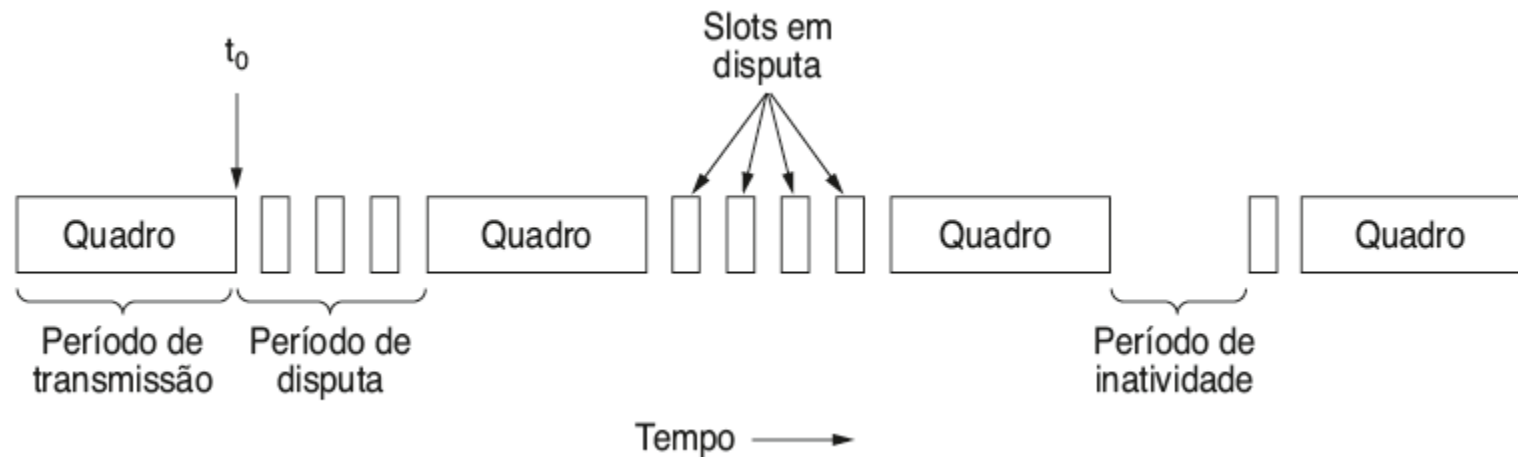
- ALOHA
- Acesso múltiplo com sensor de portadora
- Protocolos sem ocorrência de colisões
- Protocolos com limites de contenção
- Protocolos das LANs wireless

ALOHA



No ALOHA original, o tempo na transmissão de quadros é completamente aleatório.

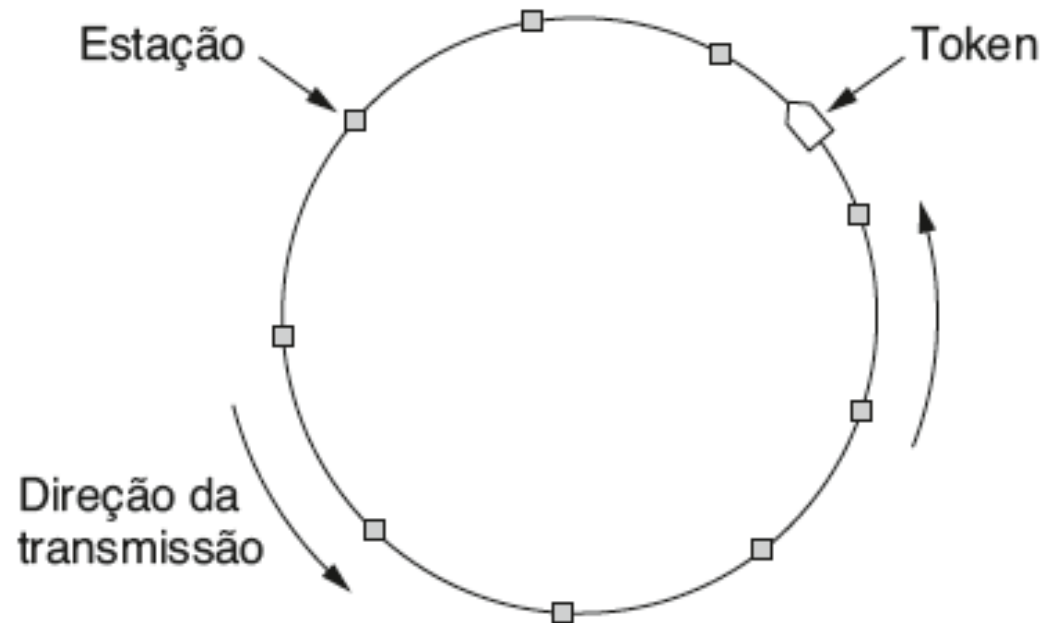
CSMA com detecção de colisão



CSMA/CD apresenta um de três estados:
contenção, transmissão ou inatividade.

Protocolos sem ocorrência de colisões

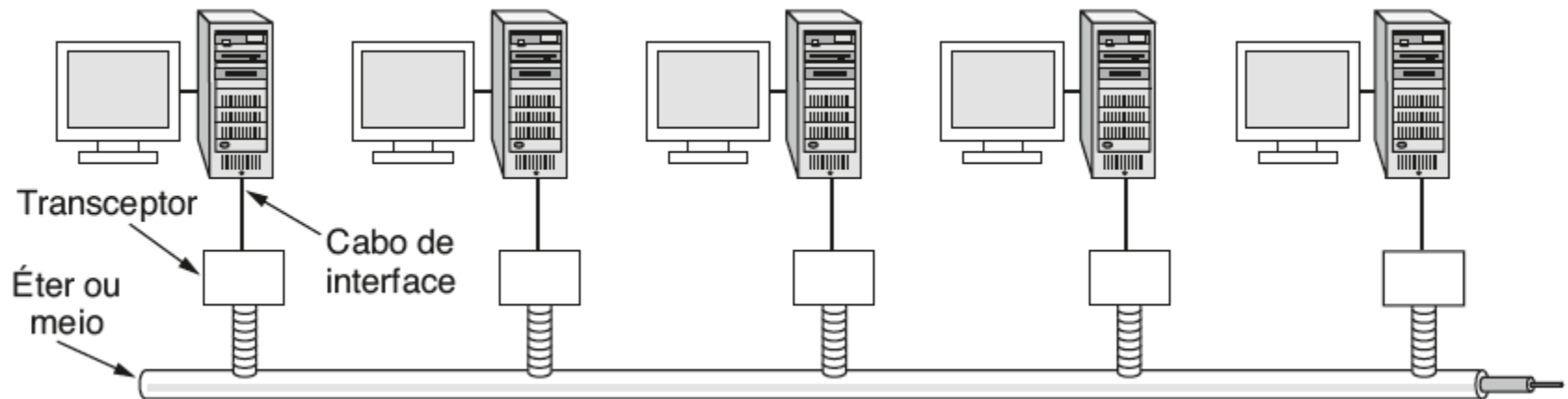
Topologia em anel: token ring.



Ethernet

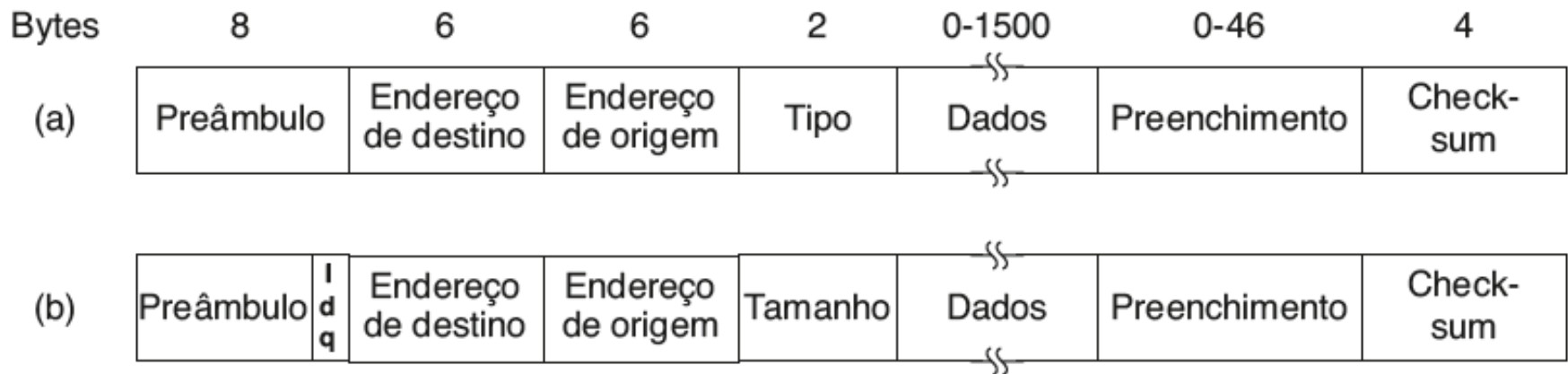
- Camada física
- Protocolo da subcamada MAC
- Desempenho da Ethernet
- Ethernet comutada
- Fast Ethernet
- Gigabit Ethernet
- 10 Gigabit Ethernet
- IEEE 802.2: controle lógico de enlace (LLC)
- Retrospectiva da Ethernet

Camada física da Ethernet clássica



Arquitetura da Ethernet clássica.

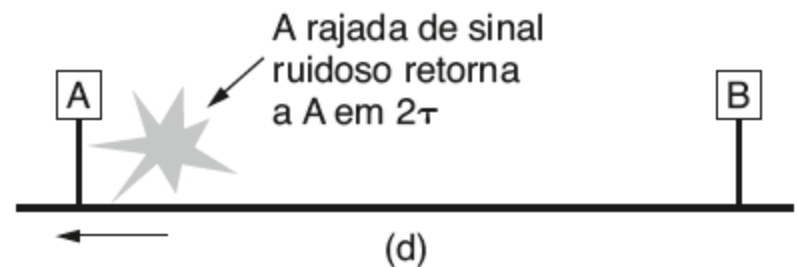
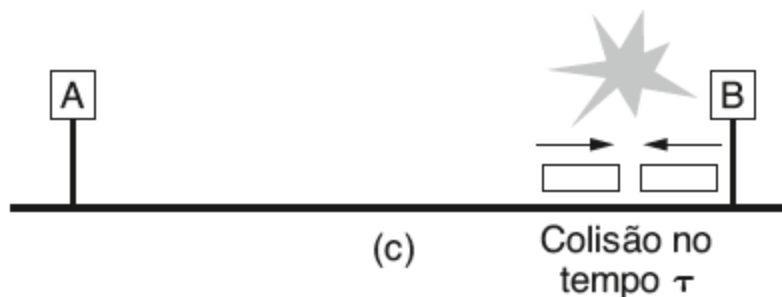
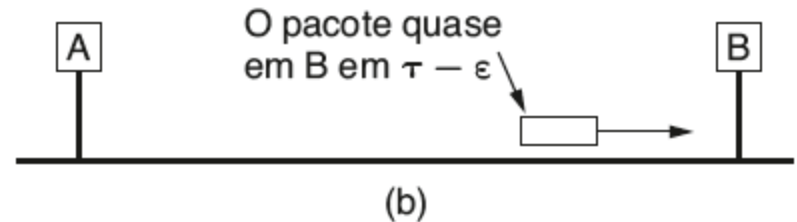
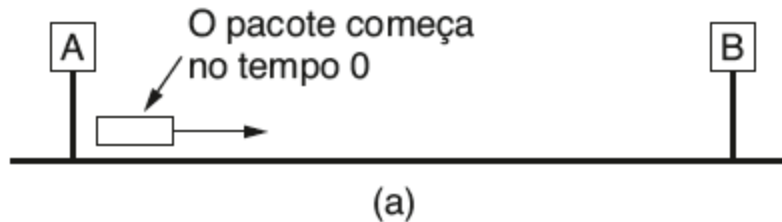
Protocolo da subcamada MAC



Formato dos quadros. (a) Ethernet (DIX). (b) IEEE 802.3.

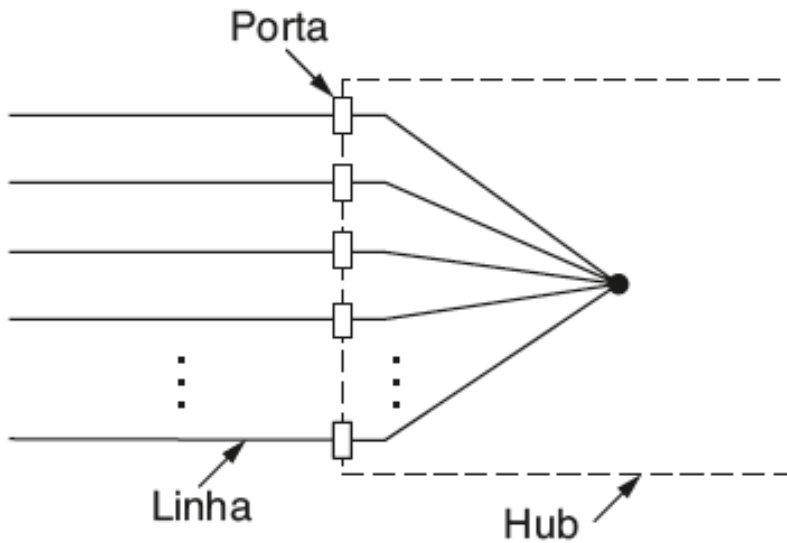
Protocolo da subcamada MAC

A detecção de colisão pode chegar a 2τ .

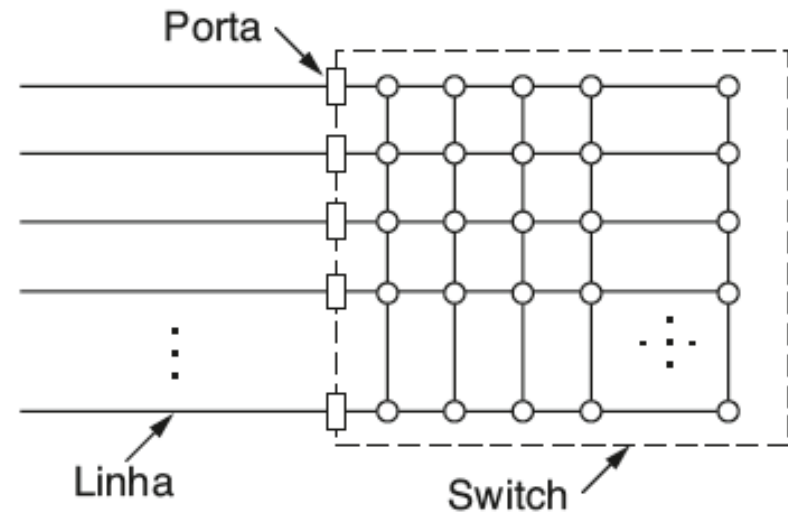


Ethernet comutada

(a) Hub. (b) Switch.

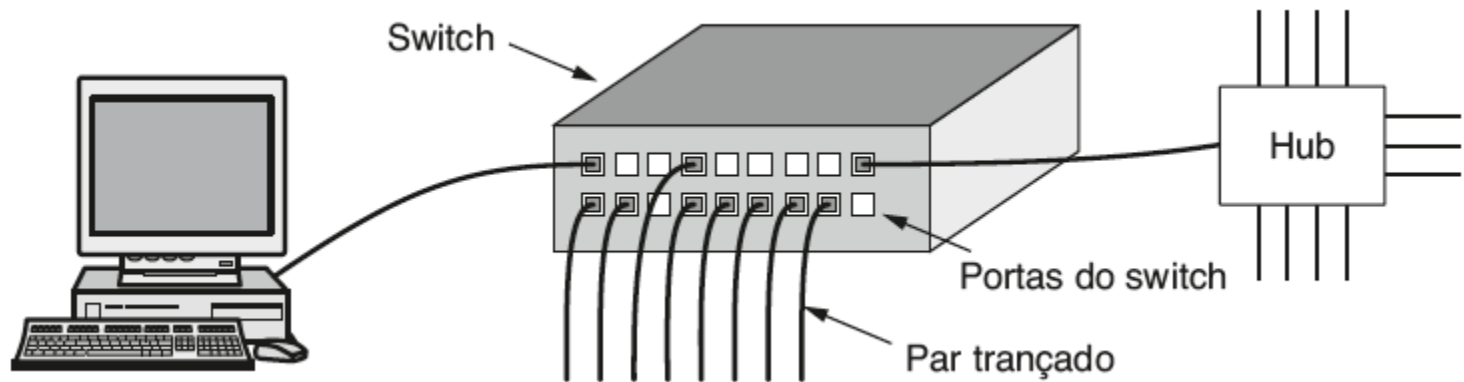


(a)



(b)

Ethernet comutada



Um switch Ethernet.

Fast Ethernet

Nome	Cabo	Tam. máx. de segmento	Vantagens
100Base-T4	Par trançado	100 m	Utiliza UTP da Categoria 3
100Base-TX	Par trançado	100 m	Full-duplex a 100 Mbps (UTP da Categoria 5)
100Base-FX	Fibra óptica	2.000 m	Full-duplex a 100 Mbps; grandes distâncias

Cabeamento para a fast Ethernet.

Gigabit Ethernet

Nome	Cabo	Distância máxima do segmento	Vantagens
1000Base-SX	Fibra óptica	550 m	Fibra multimodo (50, 62,5 micra)
1000Base-LX	Fibra óptica	5.000 m	Modo único (10 micra) ou multimodo (50, 62,5 micra)
1000Base-CX	2 pares de STP	25 m	Par trançado blindado
1000Base-T	4 pares de UTP	100 m	UTP padrão da Categoria 5

Cabeamento usado na gigabit Ethernet.

Obs.: O CAT 5 foi extinto, dando origem ao CAT 5e (enhanced)

10 gigabit Ethernet

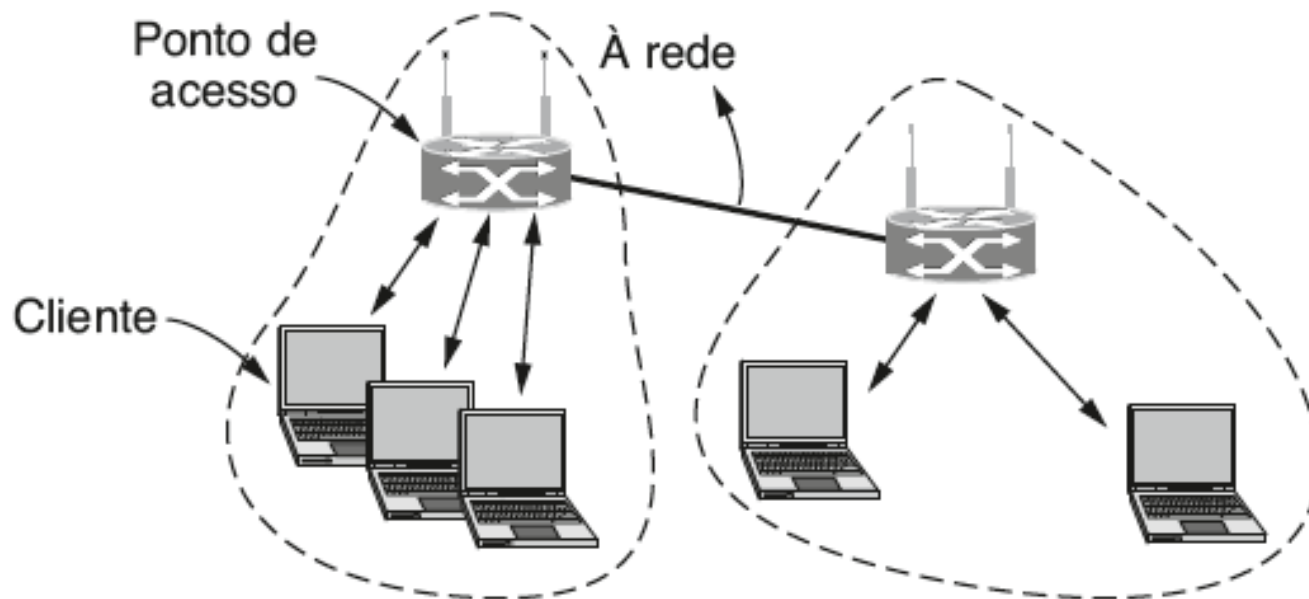
Nome	Cabo	Distância máxima do segmento	Vantagens
10GBase-SR	Fibra óptica	Até 300 m	Fibra multimodo (0,85 μ)
10GBase-LR	Fibra óptica	10 Km	Fibra monomodo (1,3 μ)
10GBase-ER	Fibra óptica	40 Km	Fibra monomodo (1,5 μ)
10GBase-CX4	4 pares de twinax	15 m	Cobre twinaxial
10GBase-T	4 pares de UTP	100 m	UTP padrão da Categoria 6a

Cabeamento usado na 10 gigabit Ethernet.

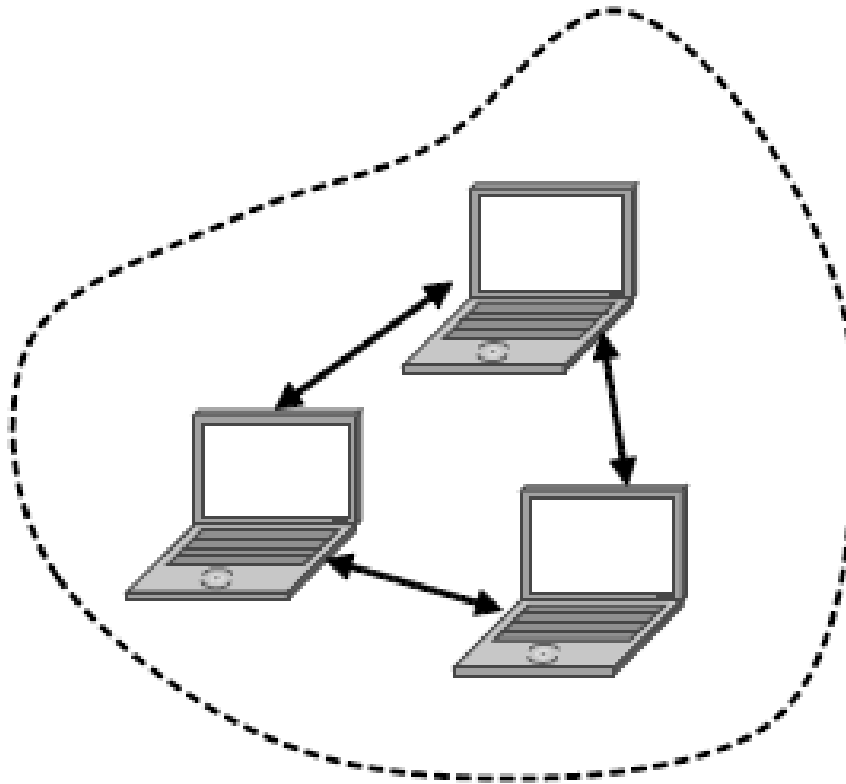
- Topologias e pilha de protocolos 802.11
- Camada física 802.11
- Protocolo da subcamada MAC 802.11
- Estrutura do quadro 802.11
- Serviços

Topologias e pilha de protocolos 802.11

Topologia 802.11: modo infraestrutura.

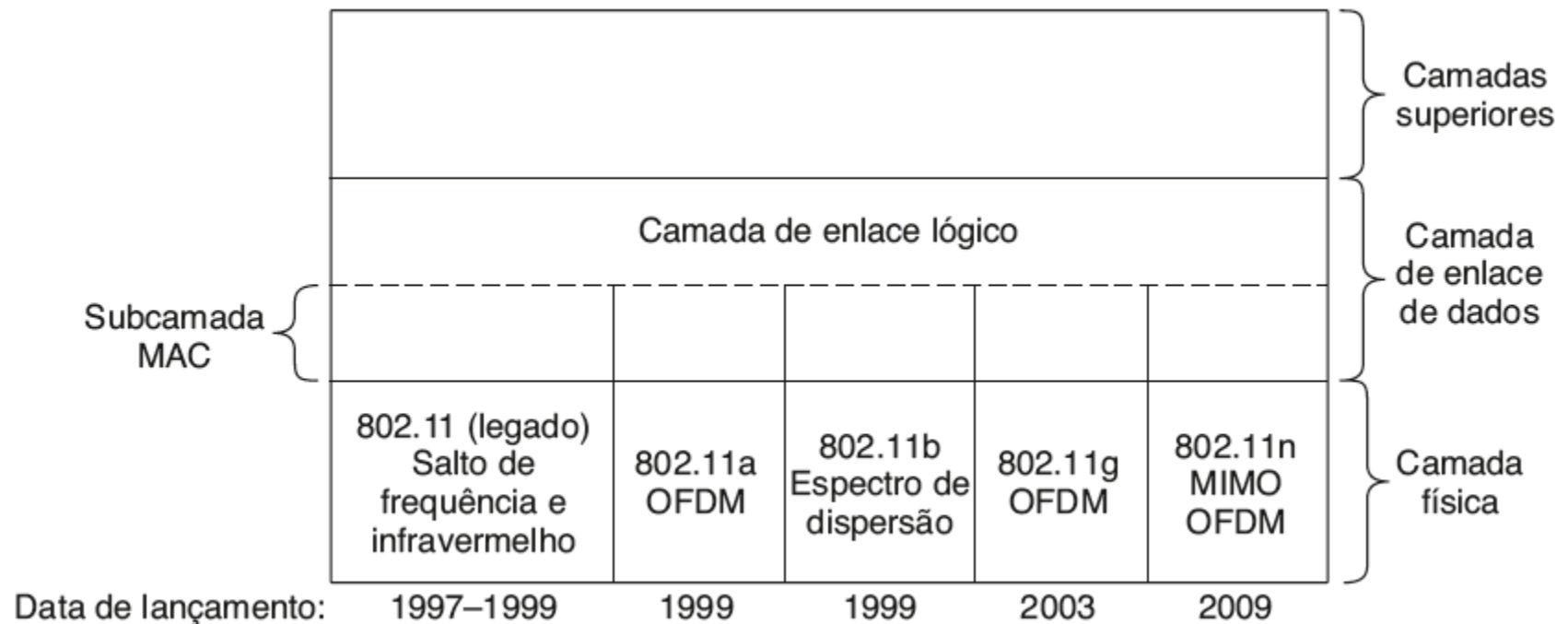


Topologias e pilha de protocolos 802.11



Topologia 802.11: modo ad hoc.

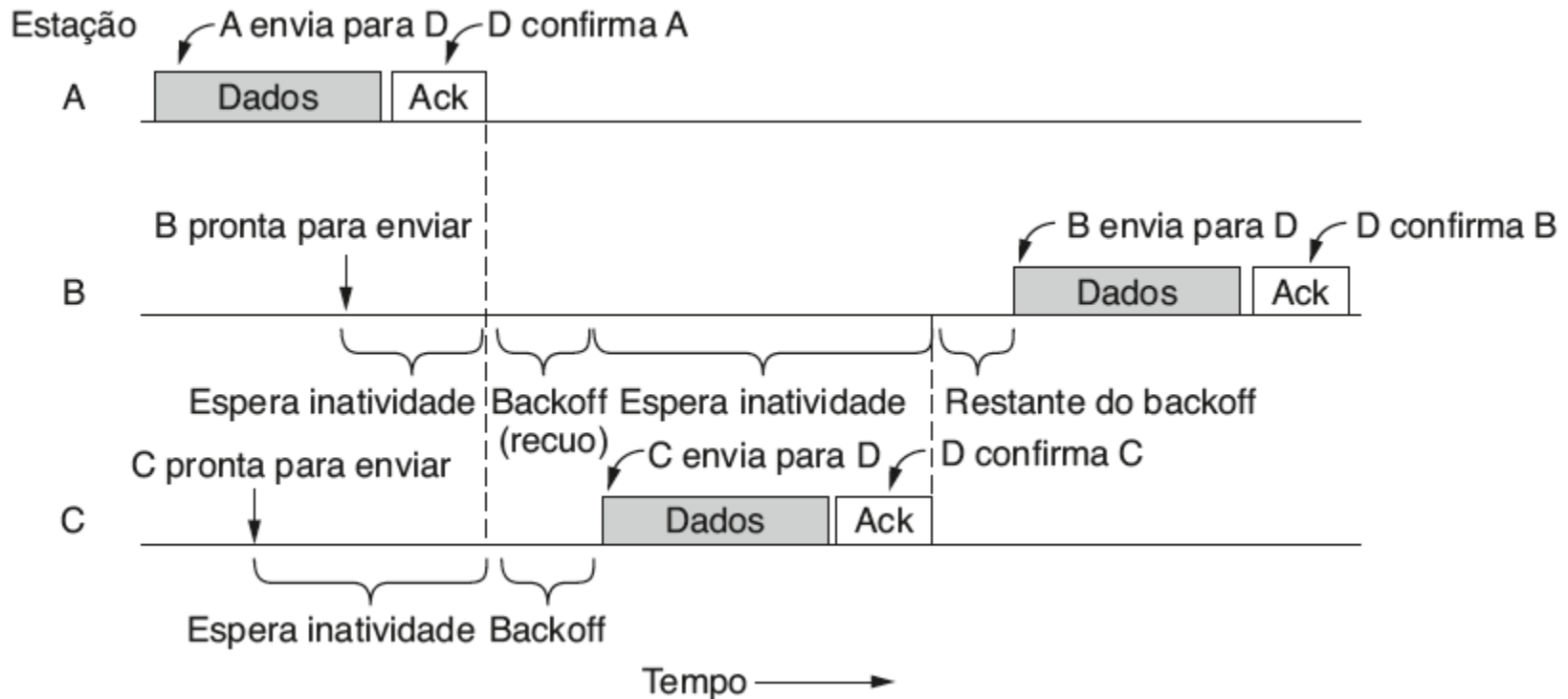
Topologias e pilha de protocolos 802.11



Parte da pilha de protocolos 802.11.

Protocolo da subcamada MAC 802.11

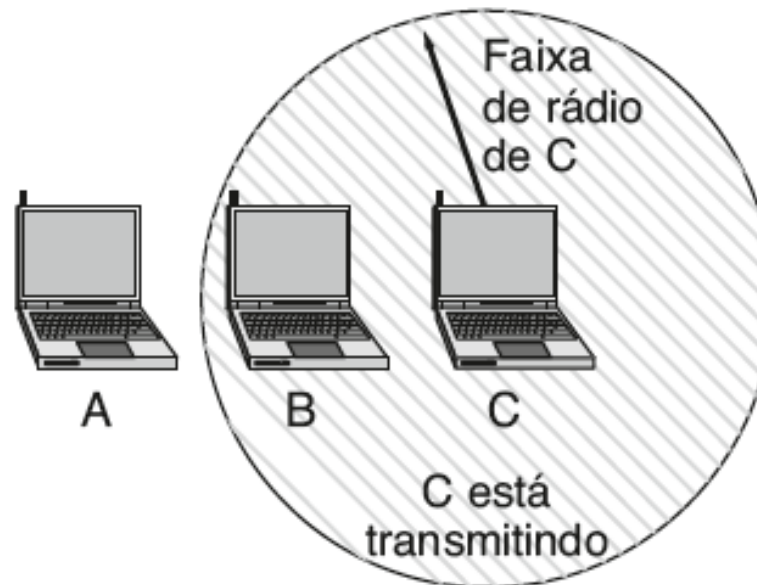
Envio de um quadro com CSMA/CA.



Protocolo da subcamada MAC 802.11

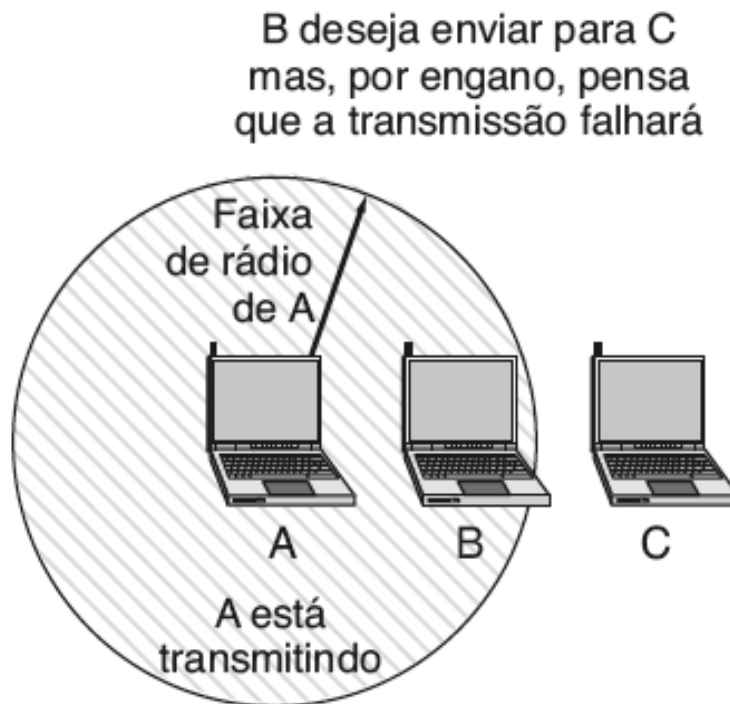
O problema do terminal oculto.

A deseja transmitir
para B mas não consegue
saber que B está ocupado



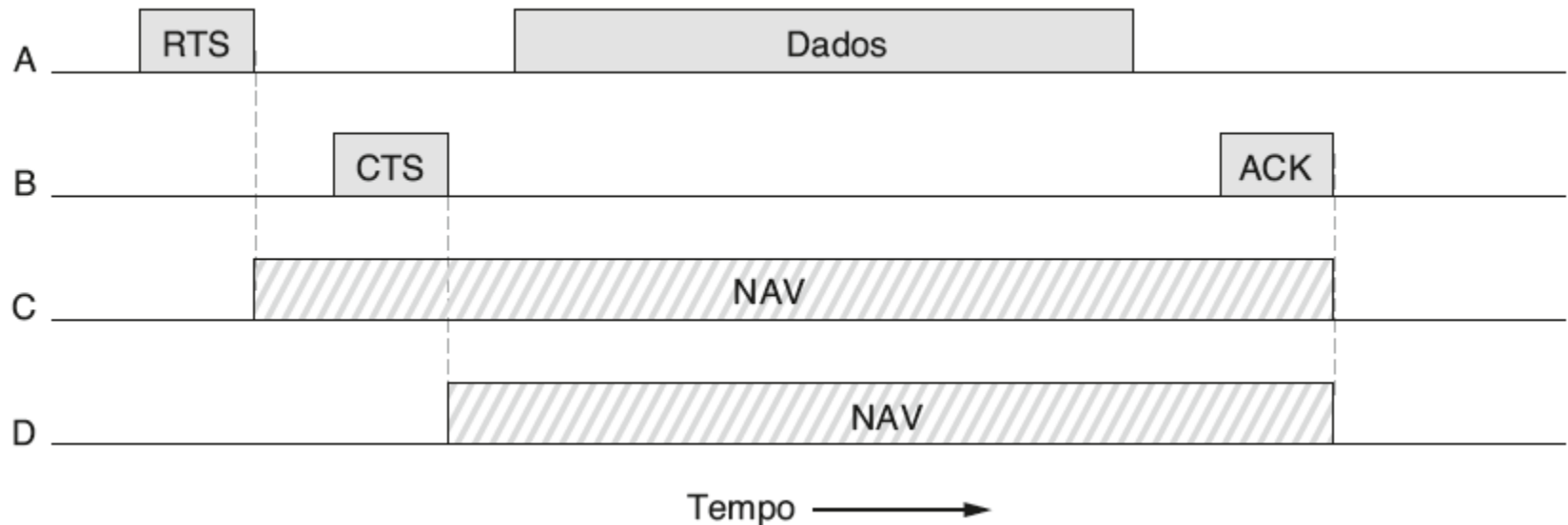
Protocolo da subcamada MAC 802.11

O problema do terminal visível.



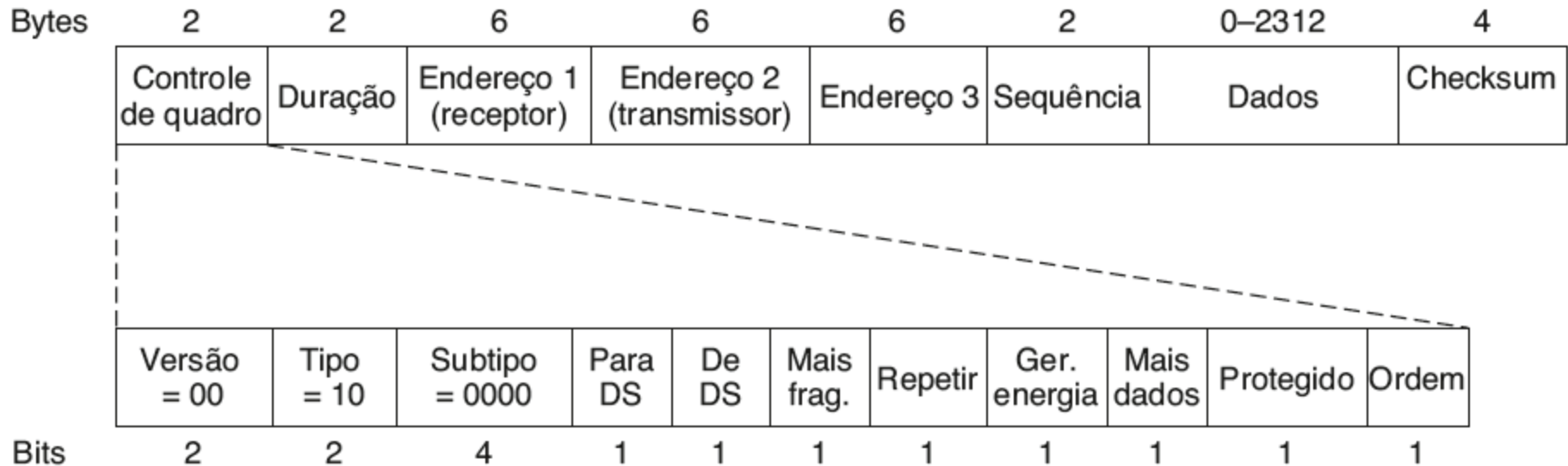
Protocolo da subcamada MAC 802.11

Sensoriamento de portadora em um canal
com CSMA/CA.



Estrutura do quadro 802.11

Formato do quadro de dados 802.11.

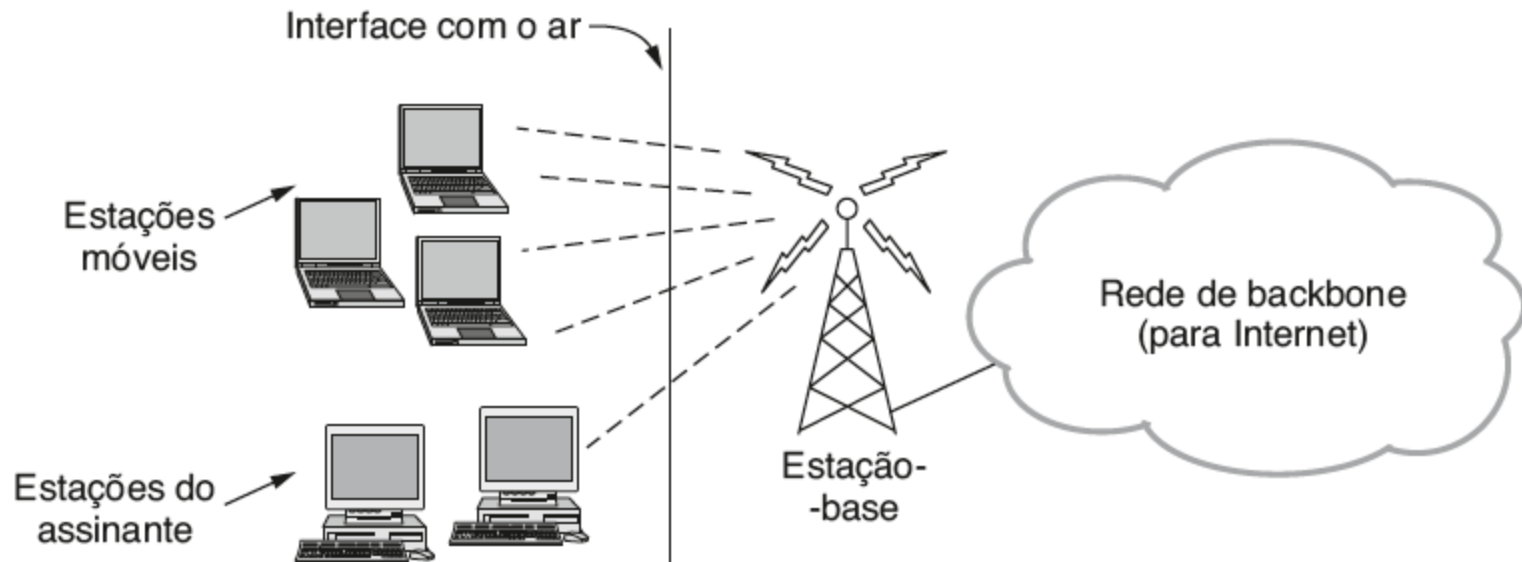


Bandas de transmissão wireless

- Comparação entre 802.16, 802.11 e 3G
- Topologias e pilha de protocolos 802.16

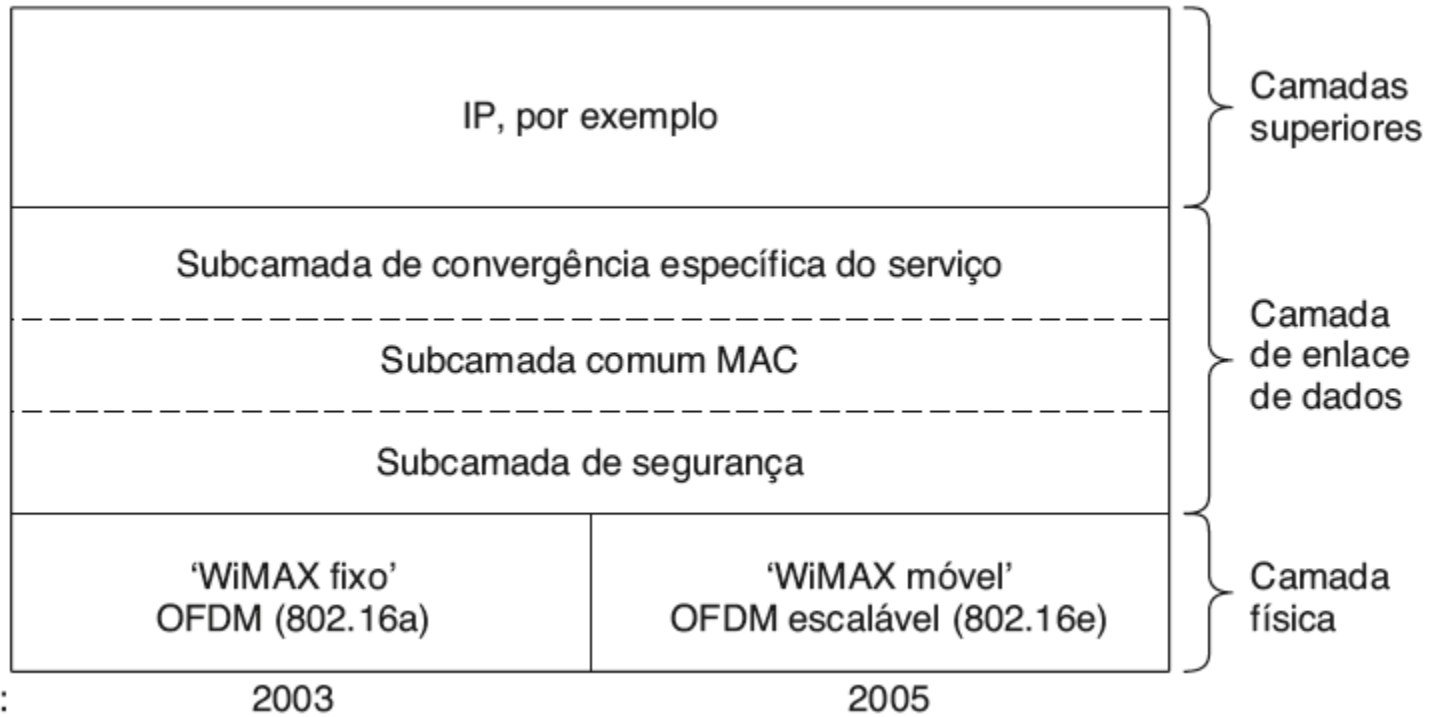
Comparação entre 802.16, 802.11 e 3G

A topologia 802.16 (WIMAX).



Topologias e pilha de protocolos 802.16

Pilha de protocolos 802.16.

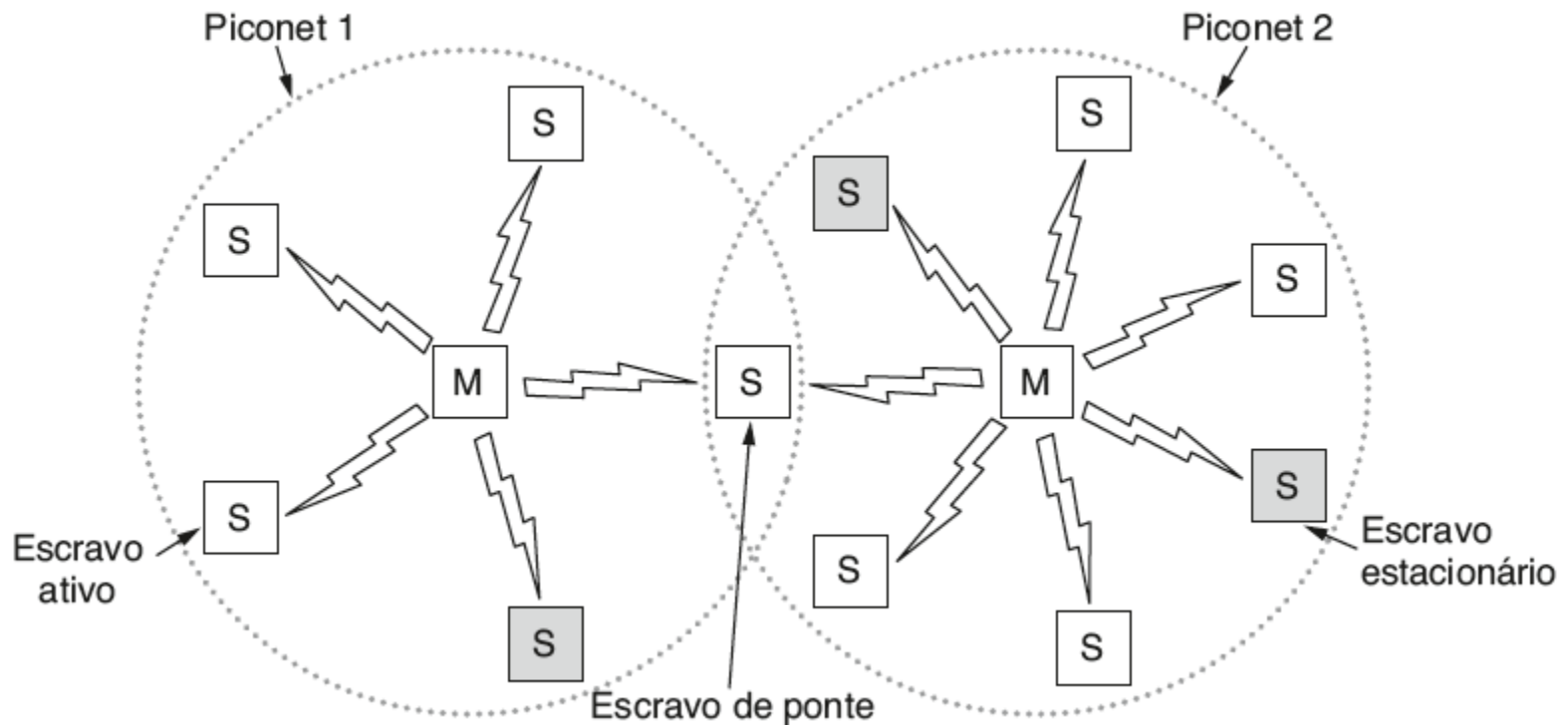


IEEE 802.15 Bluetooth

- Topologia
- Aplicações
- Pilha de protocolos
- A camada rádio
- Camada de enlaces

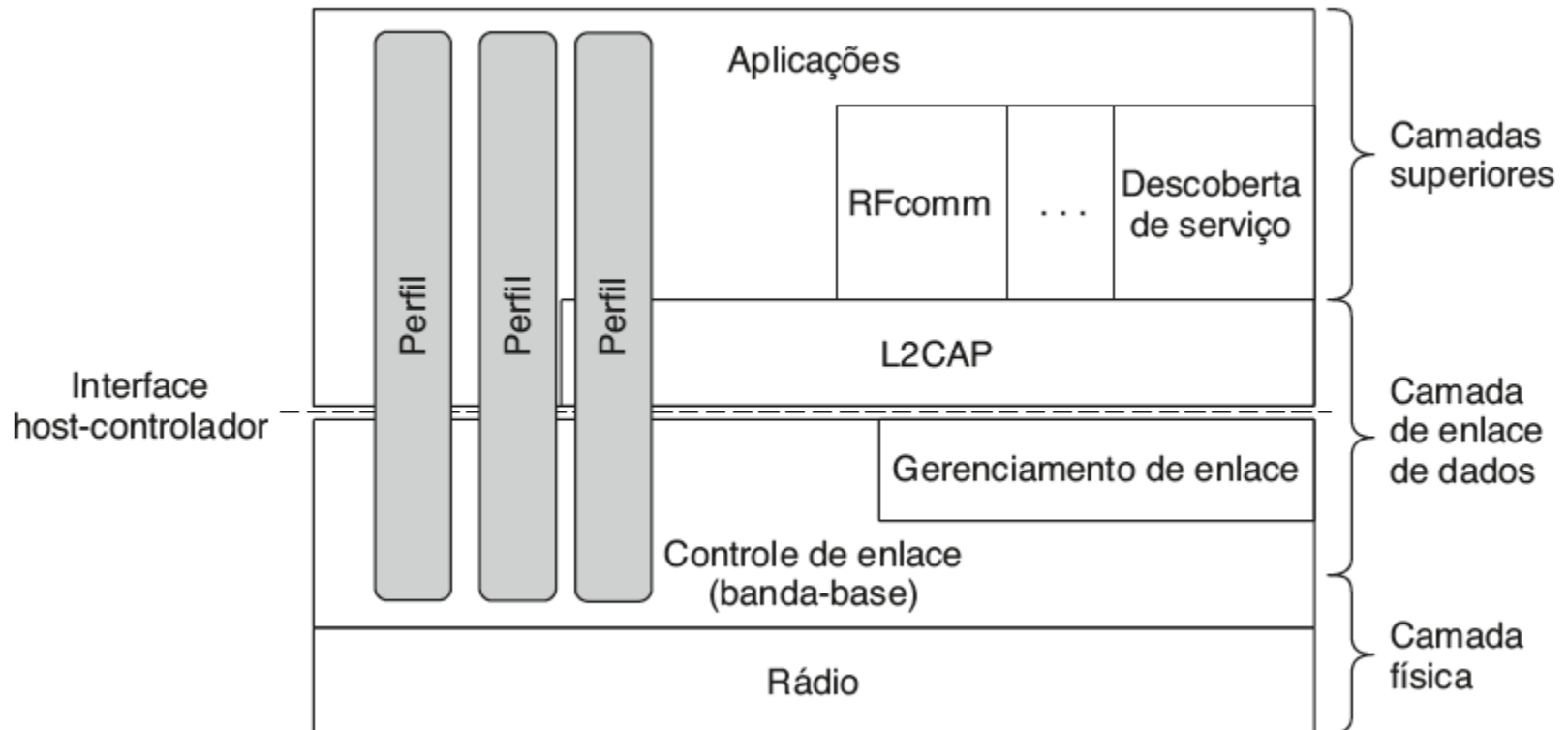
Topologia Bluetooth

Duas piconets formando uma scatternet.



Pilha de protocolos Bluetooth

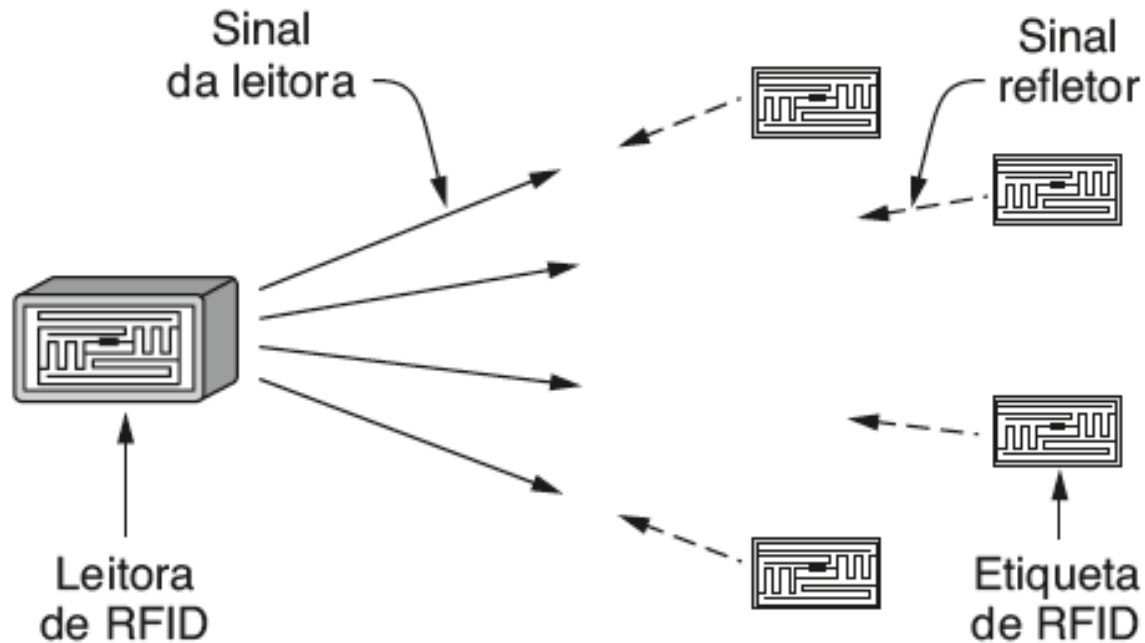
Protocolos Bluetooth.



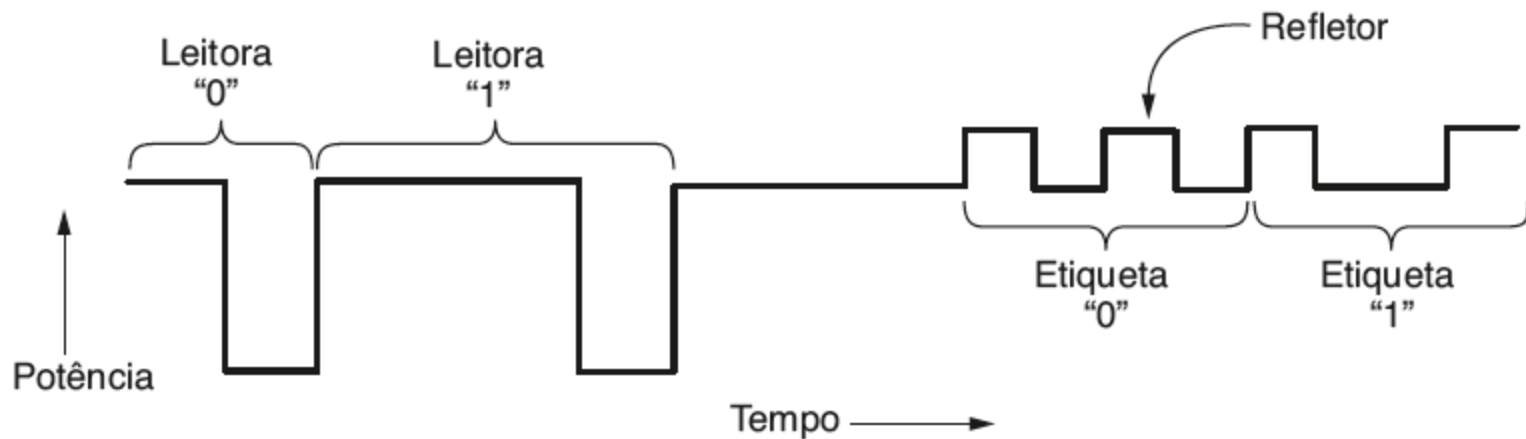
- Topologia EPC Gen 2
- Camada física EPC Gen 2
- Identificação de Tag na camada EPC Gen 2
- Formato de mensagens de identificação de tags

Topologia EPC Gen 2

Topologia RFID.

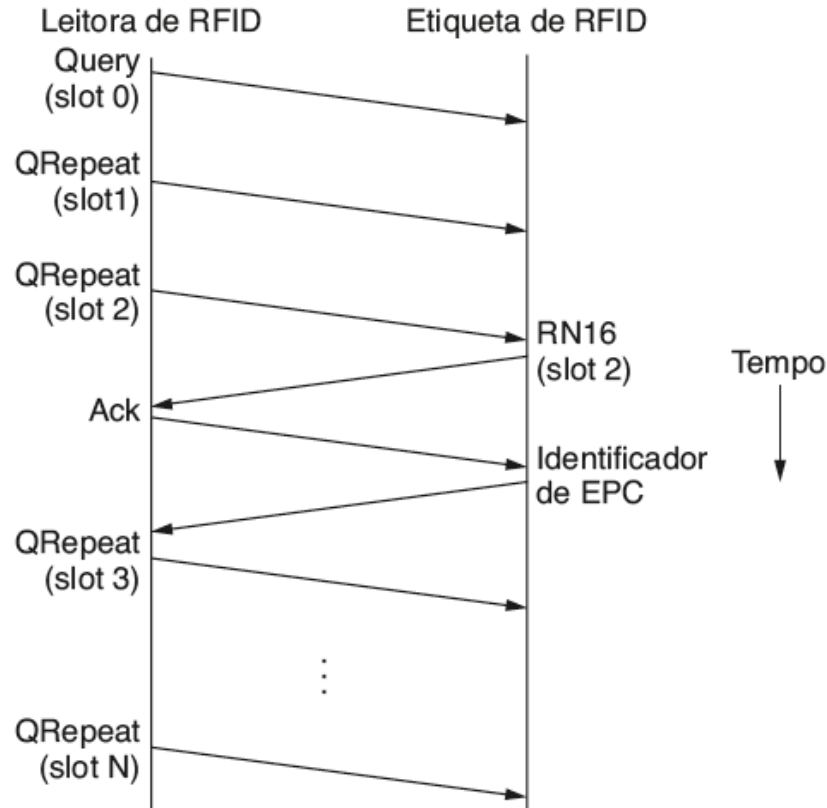


Camada física EPC Gen 2



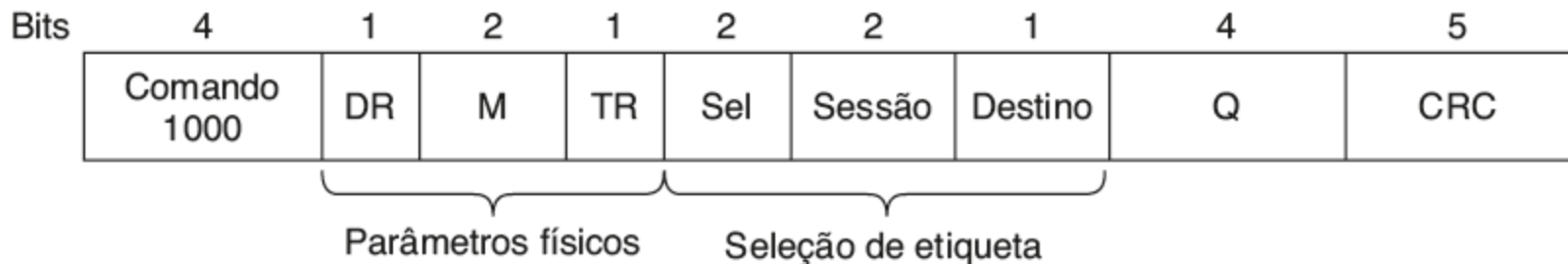
Leitura e sinais devolvidos pela tag.

EPC Gen 2



Exemplo de mensagem trocada na identificação de uma tag.

Formato de mensagens de identificação de tags



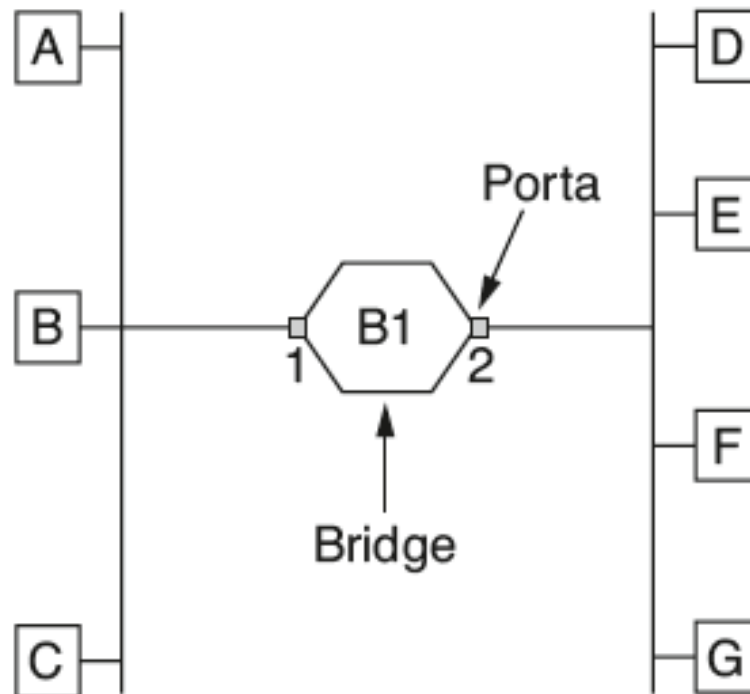
Formato da mensagem Query.

Comutação na camada de enlace de dados

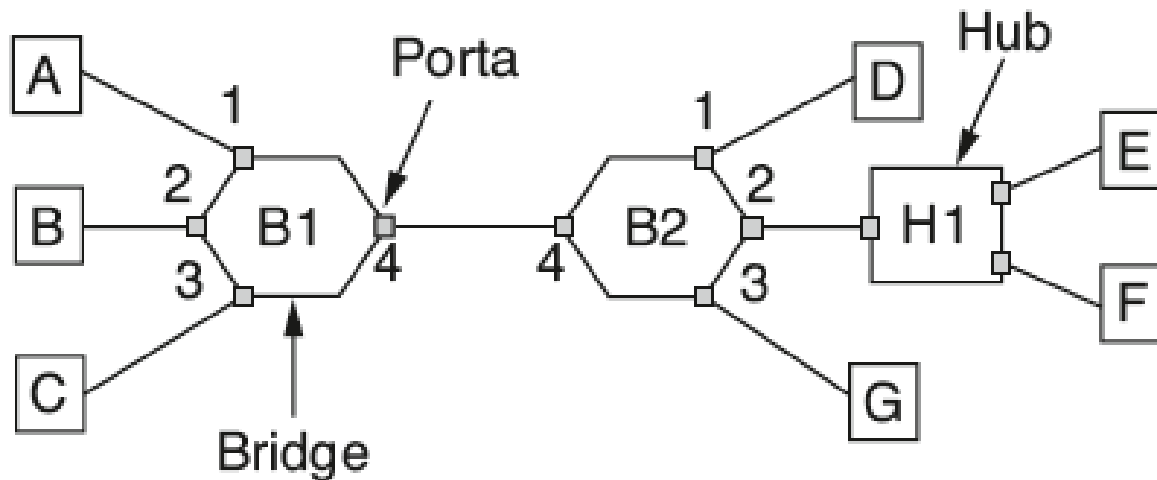
- Uso de bridges
- Learning bridges
- Bridges spanning tree
- Repetidores, hubs, bridges, switches, roteadores e gateways
- LAN virtual

Learning bridges

Bridge conectando duas LANs.



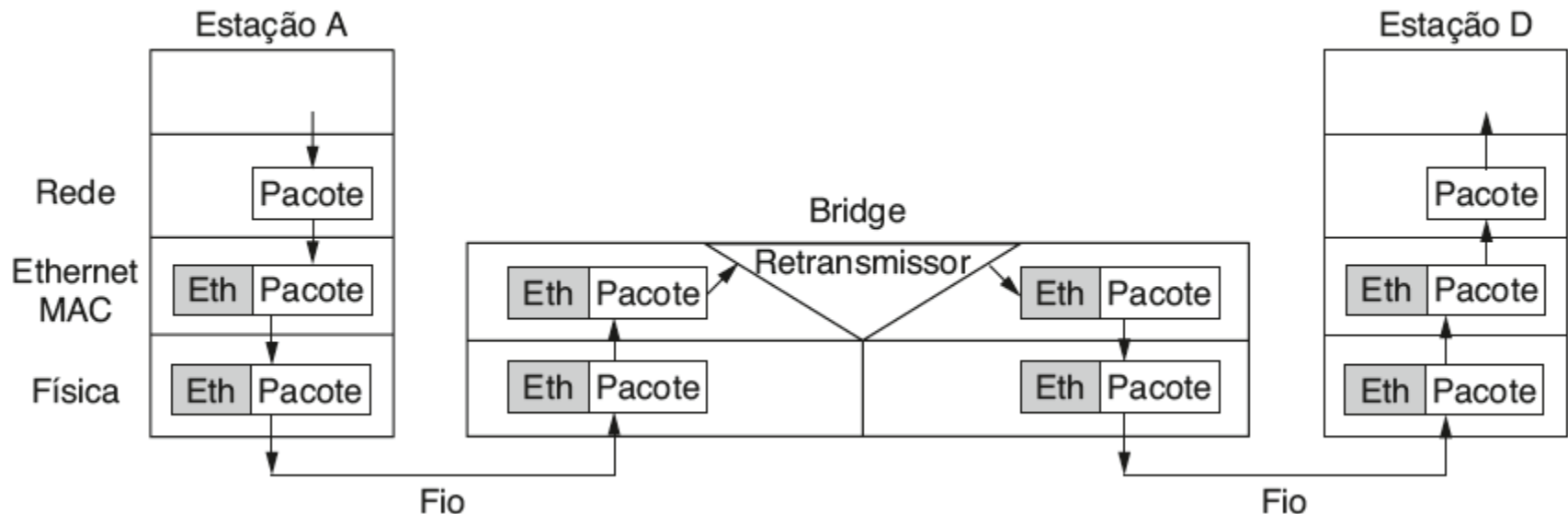
Learning bridges



Bridges (e um hub) conectando sete estações ponto a ponto.

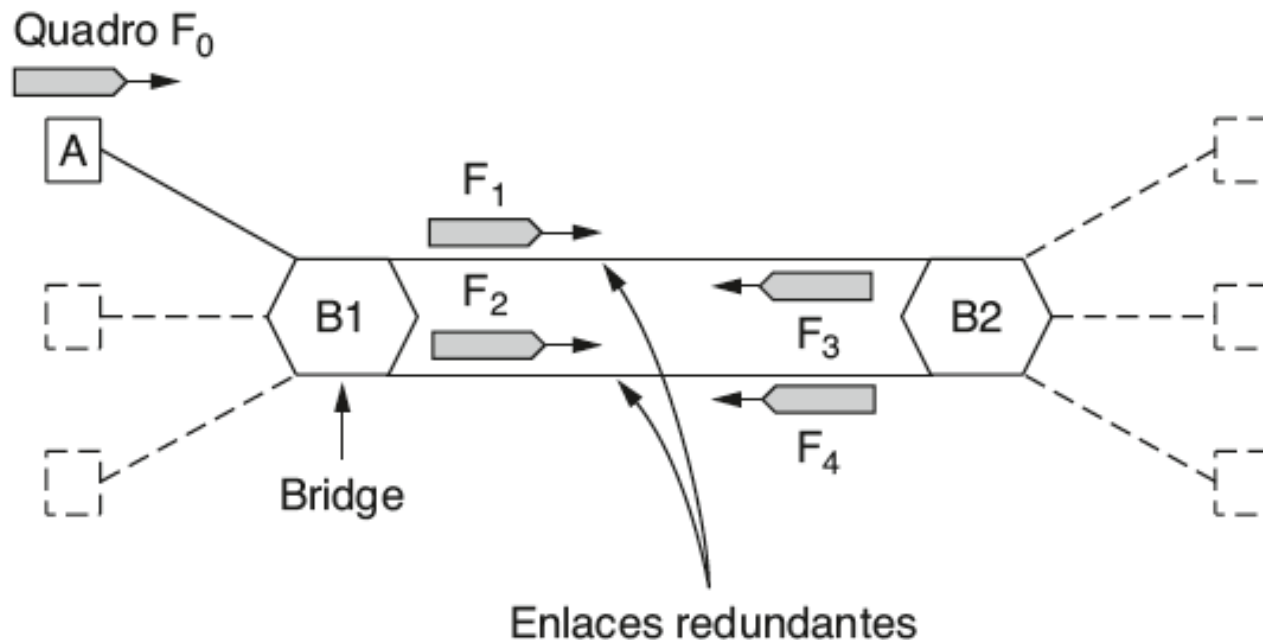
Learning bridges

Encaminhamento através de uma bridge.

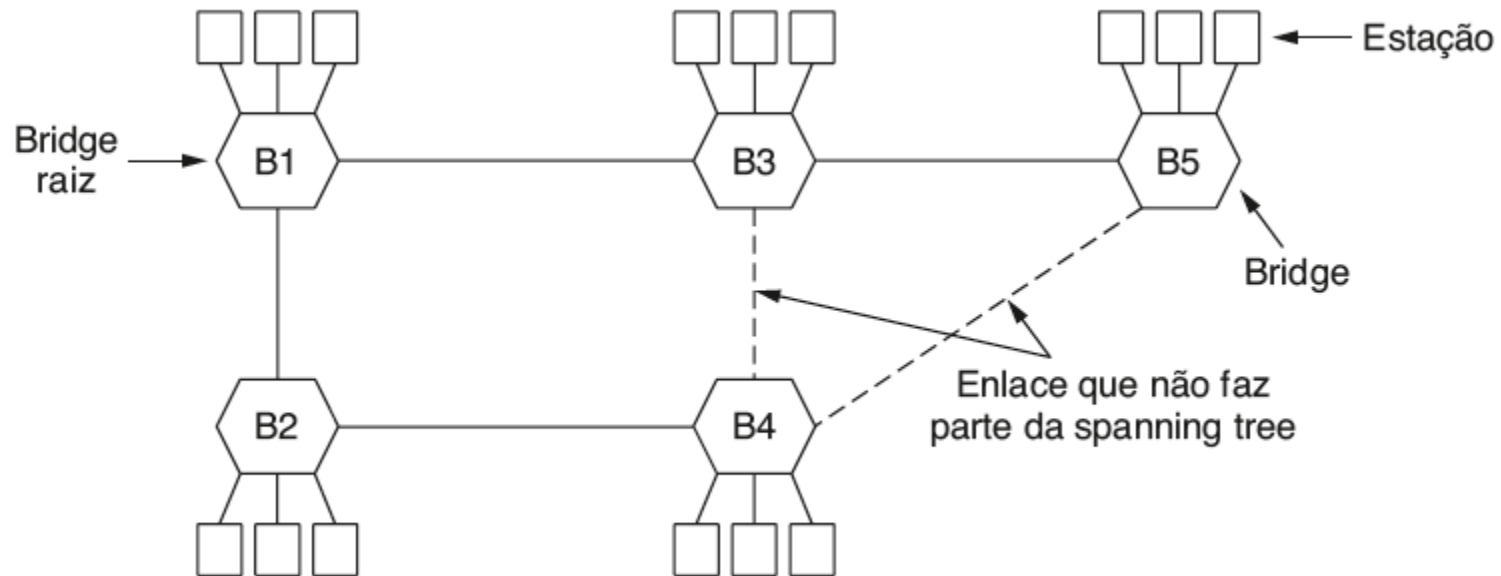


Bridges spanning tree

Bridges com dois links em paralelo.



Bridges spanning tree



Uma spanning tree conecta cinco bridges. As linhas tracejadas são links que não pertencem à spanning tree.

Poema de Radia Perlman (1985)

Algoritmo spanning tree (1)

Original

*I think that I shall never see
A graph more lovely than a tree.
A tree whose crucial property
Is loop-free connectivity.
A tree which must be sure to span.
So packets can reach every LAN.*

...

Tradução

*Creio que nunca verei
Um gráfico mais bonito que uma árvore
Uma árvore cuja propriedade fundamental
É a conectividade sem loops
Uma árvore que precisa se espalhar
Para que os pacotes possam alcançar
cada LAN*

...

Poema de Radia Perlman (1985)

Algoritmo spanning tree (2)

Original

Tradução

...

*First the Root must be selected
By ID it is elected.*

*Least cost paths from Root are
traced*

*In the tree these paths are placed.
A mesh is made by folks like me
Then bridges find a spanning tree.*

...

*Primeiro a raiz deve ser selecionada
Por ID ela é eleita*

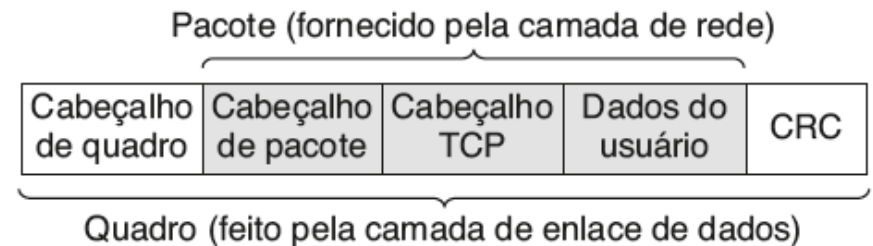
*Caminhos de menor custo a partir da raiz
são traçados*

*Na árvore, esses caminhos são colocados
Uma malha é feita por pessoas como eu
Depois as bridges acham uma spanning
tree.*

Repetidores, hubs, bridges, switches, roteadores e gateways

Camada de aplicação	Gateway de aplicação
Camada de transporte	Gateway de transporte
Camada de rede	Roteador
Camada de enlace de dados	Bridge, switch
Camada física	Repetidor, hub

(a)

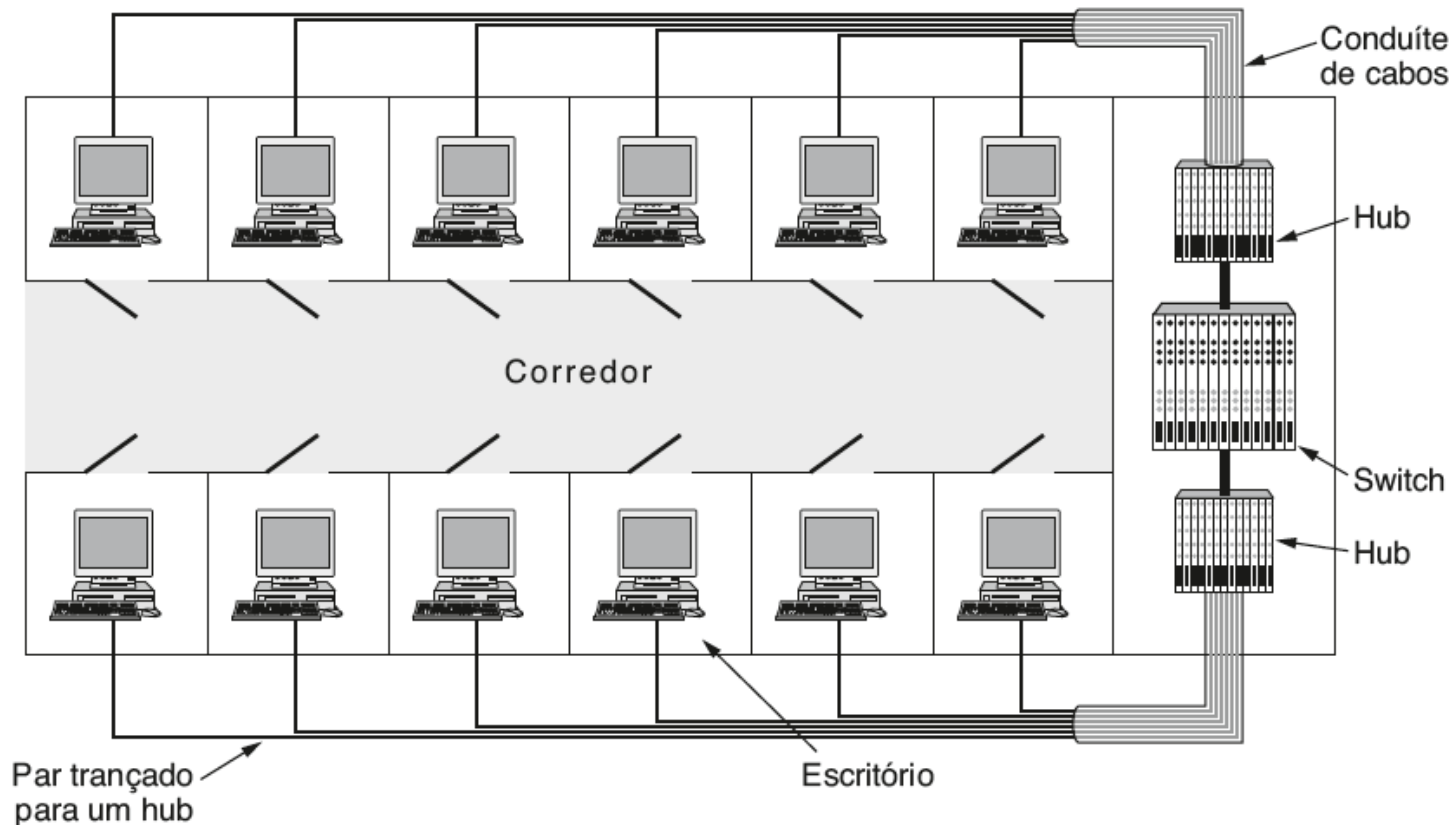


(b)

(a) Qual dispositivo para qual camada.

(b) Quadros, pacotes e cabeçalhos.

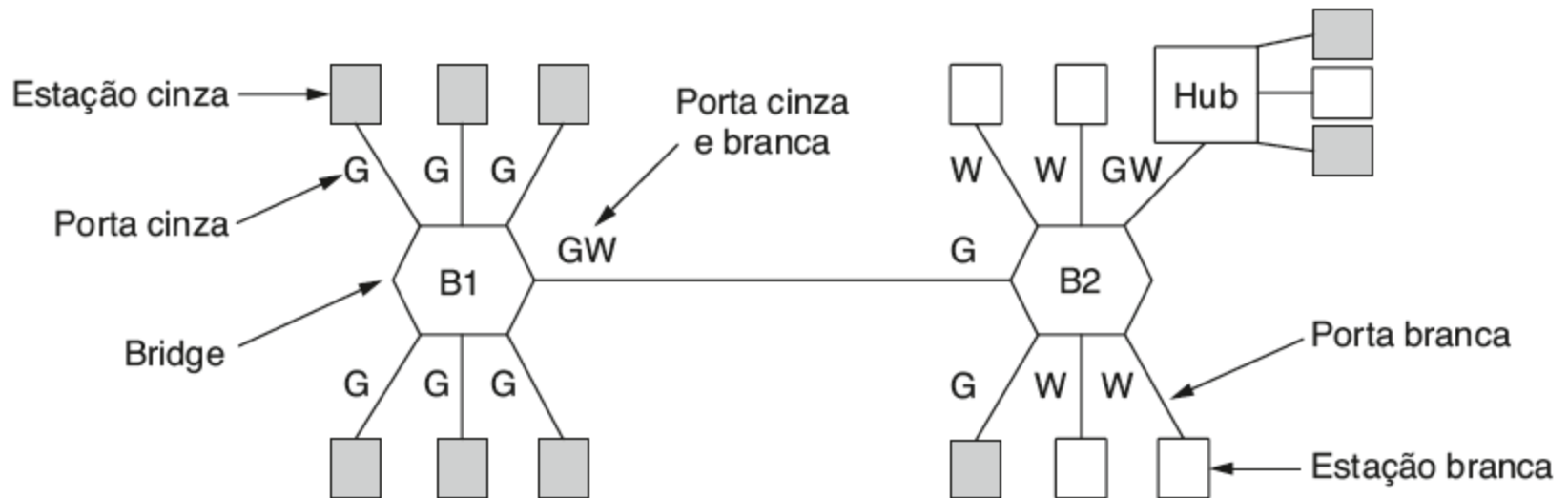
LAN virtual



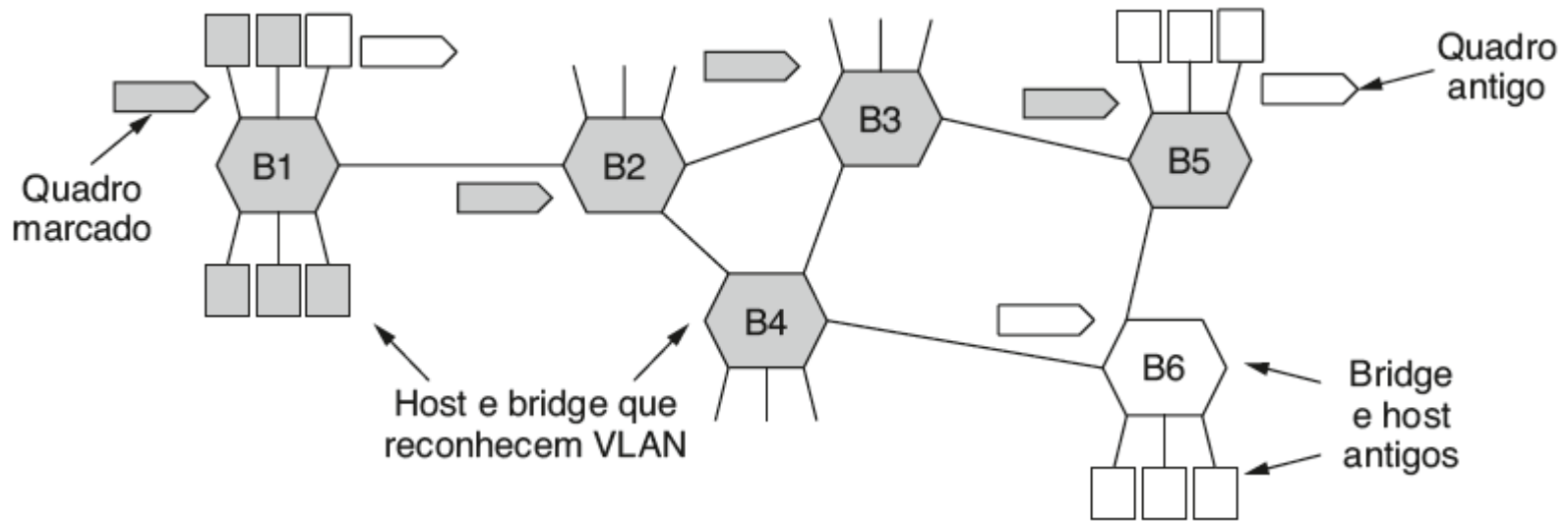
Cabeamento centralizado usando hubs e switch.

LAN virtual

Duas VLANs, cinza e branca, em uma LAN.

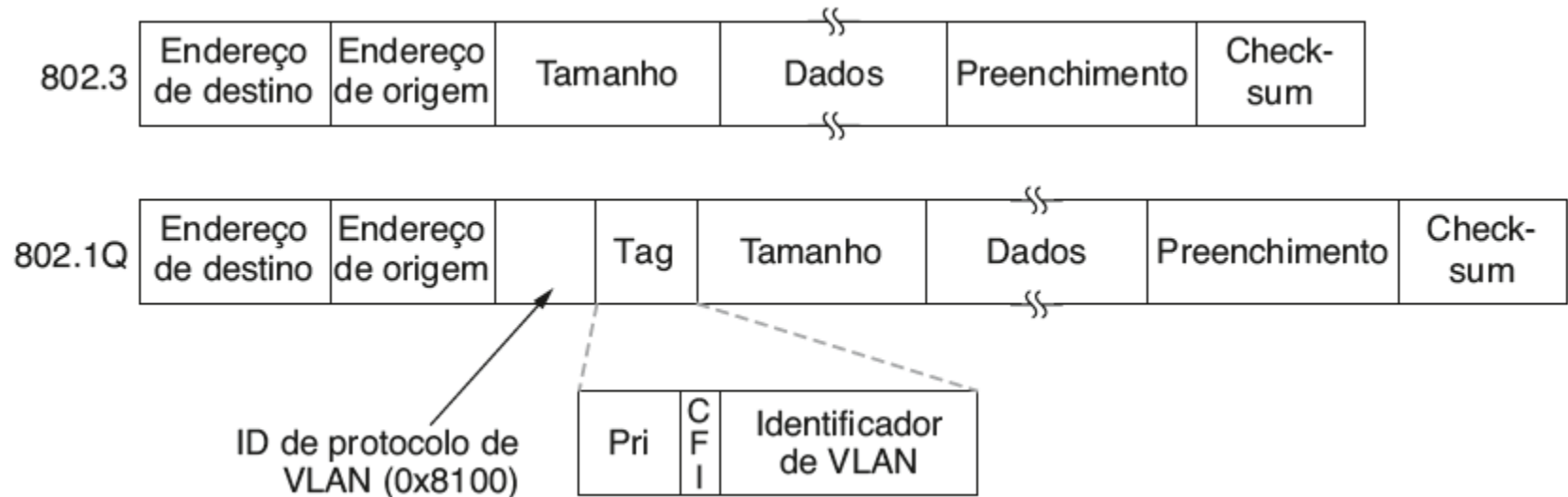


Padrão IEEE 802.1Q



LAN com uma VLAN parcialmente criada (símbolos sombreados). Os símbolos em branco não fazem parte da VLAN.

Padrão IEEE 802.1Q



Formato dos quadros Ethernet 802.3 e 802.1Q.