

Computação Móvel

Aula 5: IEEE 802.11 — Camada de Enlace

Diego Passos



Conceitos Básicos

Contexto

Meio sem fio

- Compartilhado.
- Conectado.
- Demanda coordenação.

Várias redes

- Sem conexão física.
 - Processo lógico.

CSMA/CD

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

- Baseado em contenção.

Pontos-chave

Característica	Observação
Detecção de portadora	Só transmitir se meio está livre
Detecção de colisões	Executada durante transmissão
Retransmissões	Em caso de colisão

Adequado a meios cabeados

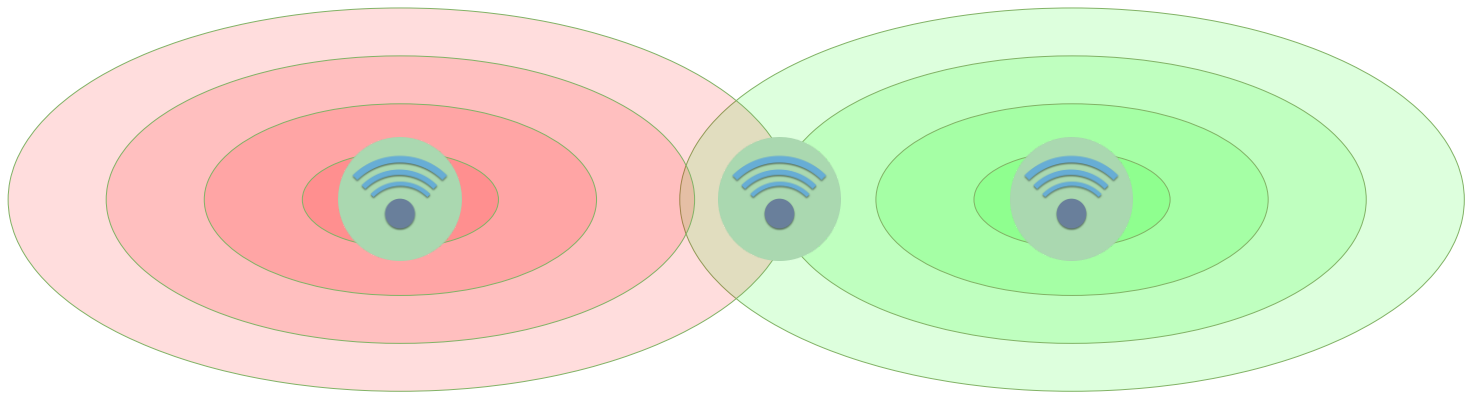
Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance

- Alternativa ao CSMA/CD.
- Colisão \Rightarrow ausência de ACK.

Menos Eficiente

- Quadros transmitidos completamente.
- Adição do ack.

Terminal Escondido



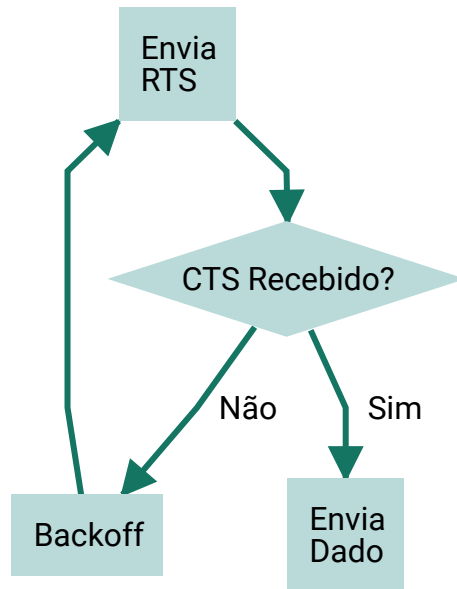
CSMA/CA falha

- Meio **parece** livre.
- Mas há transmissão em curso.
 - Fora do alcance do transmissor.
 - Mas no alcance do receptor.

Nota

- Colisão: **receptor**.
- Detecção de portadora: **transmissor**.

RTS/CTS (I)



Reserva virtual do meio

- RTS (*Request To Send*).
- CTS (*Clear To Send*).

CTS recebido \Rightarrow meio reservado

- Não utilizar o canal.

Característica

Mais *overhead*

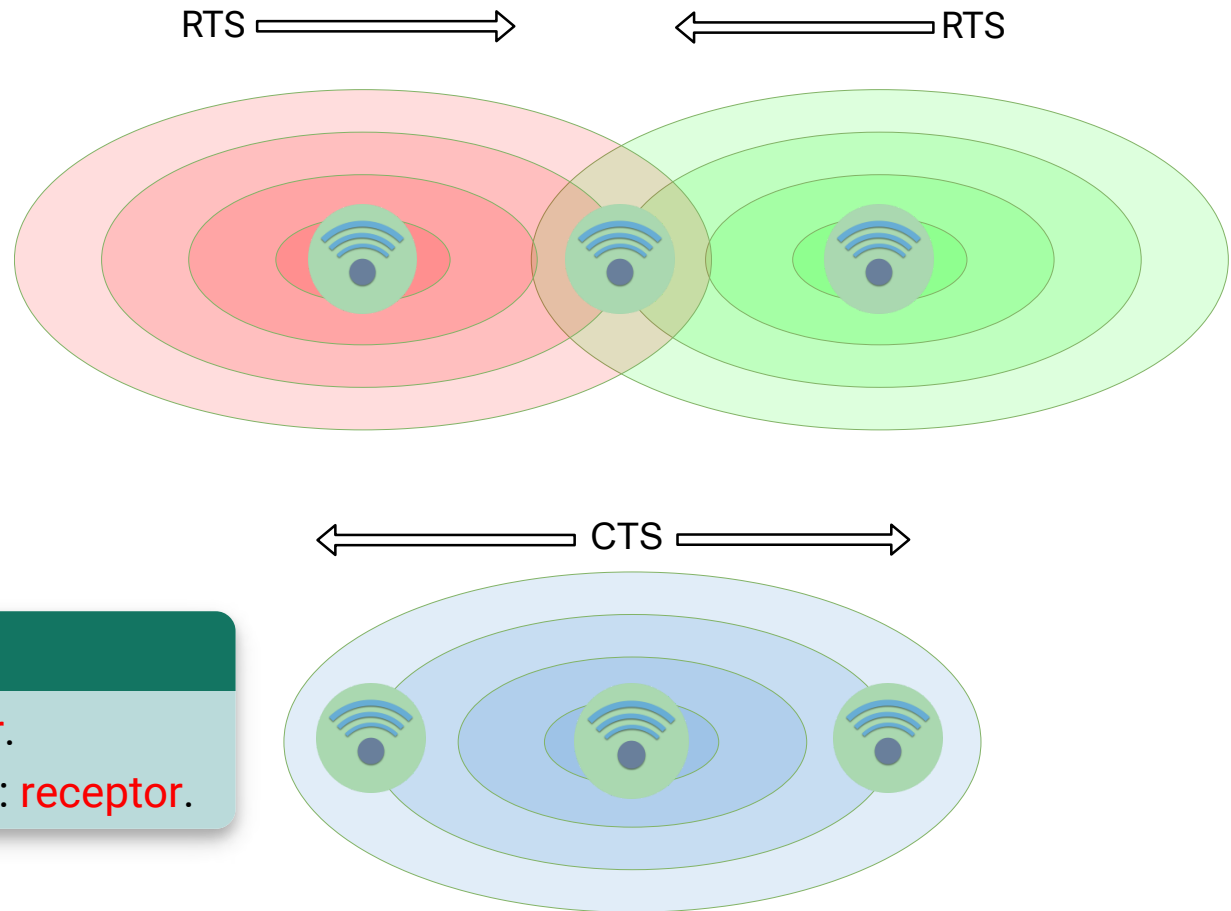
Menos colisões

Porém...

Limiar de RTS/CTS

Terminais expostos

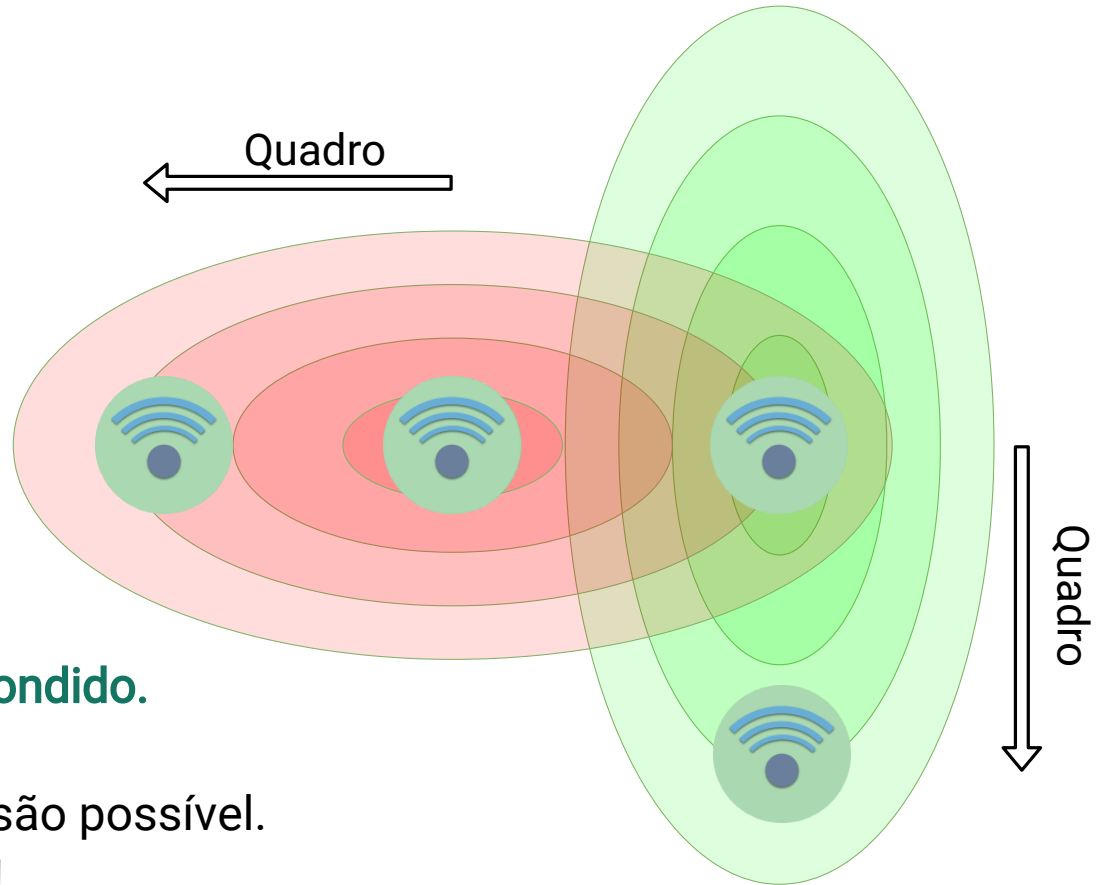
RTS/CTS (II)



Nota

- Colisão: **receptor**.
- Reserva do meio: **receptor**.

Terminal Exposto



"Oposto" do terminal escondido.

- Transmissão sem colisão possível.
 - Mas não realizada!
- Não resolvido com RTS/CTS.
 - Ao menos no IEEE 802.11.



Detalhes do IEEE 802.11

Funções de Coordenação

Nota

- HCF: *Hybrid Coordination Function*.
- IEEE 802.11e.

Vários Protocolos MAC

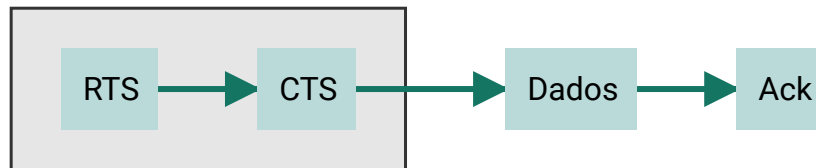
- DCF: *Distributed Coordination Function*.
- PCF: *Point Coordination Function*.

DCF	PCF
Mandatário no Wi-Fi	Opcional no Wi-Fi
Distribuído, CSMA/CA	Centralizado, coordenação do AP
RTS/CTS opcional	Não implementado comercialmente

Operação Atômica

Sequência de eventos que não deve ser interrompida

Exemplo: Transmissão de quadro



Intervalo entre Quadros

IFS (*Interframe Spaces*)

- Separam ações dos nós.
- Precisam ser respeitados.

Outros exemplos

- PIFS: *PCF Interframe Space*.
- EIFS: *Extended Interframe Space*.

SIFS

Short Interframe Space

Separa partes de uma operação atômica

e.g., entre dados e ack

DIFS

DCF Interframe Space

Separa operações atômicas

e.g., meio livre por DIFS antes de transmissão

Network Allocation Vector

- Detecção de portadora virtual.

Objetivos

- Economia de energia.
- Suporte a RTS/CTS.

Funcionamento

- Campo duração no cabeçalho
- Contador regressivo.
- Estação pode "desligar".

Backoff Exponencial (I)

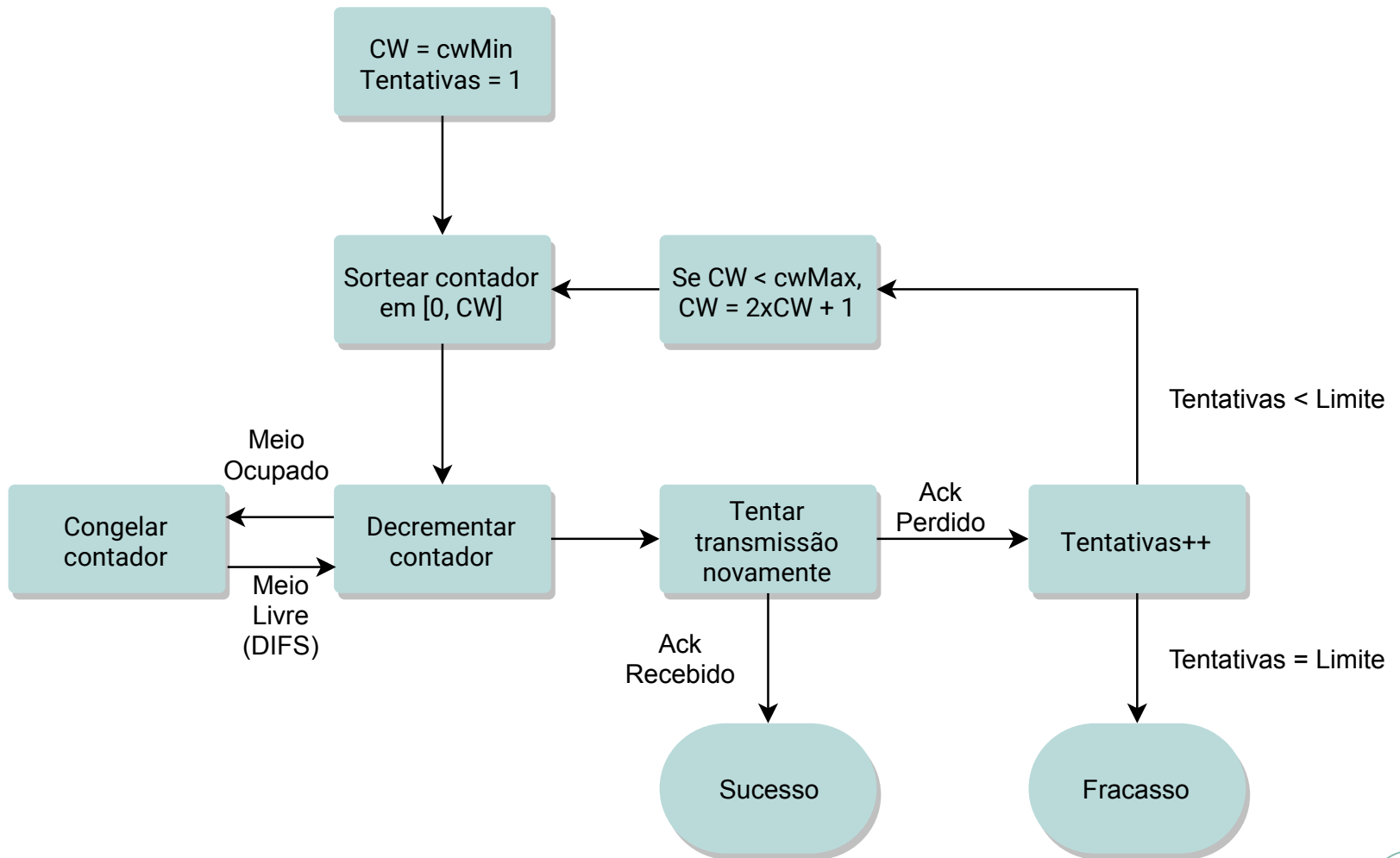
Aplicação

- Após colisão.
- Se meio ocupado na detecção de portadora.

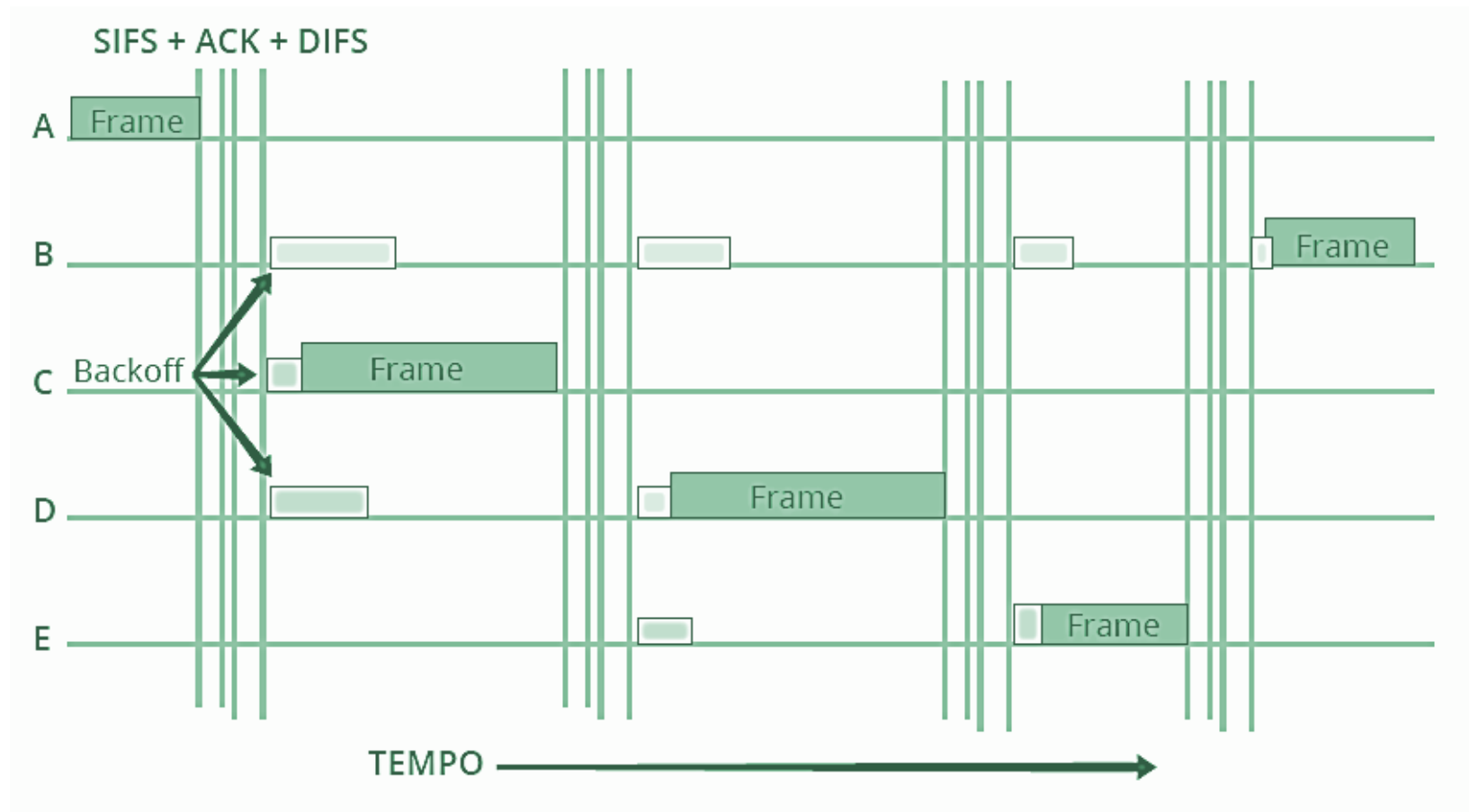
Tempo aleatório

- Nó não acessa o meio.
- Evita sincronização do acesso ao meio pelos nós.
- Tende a crescer a cada retransmissão.

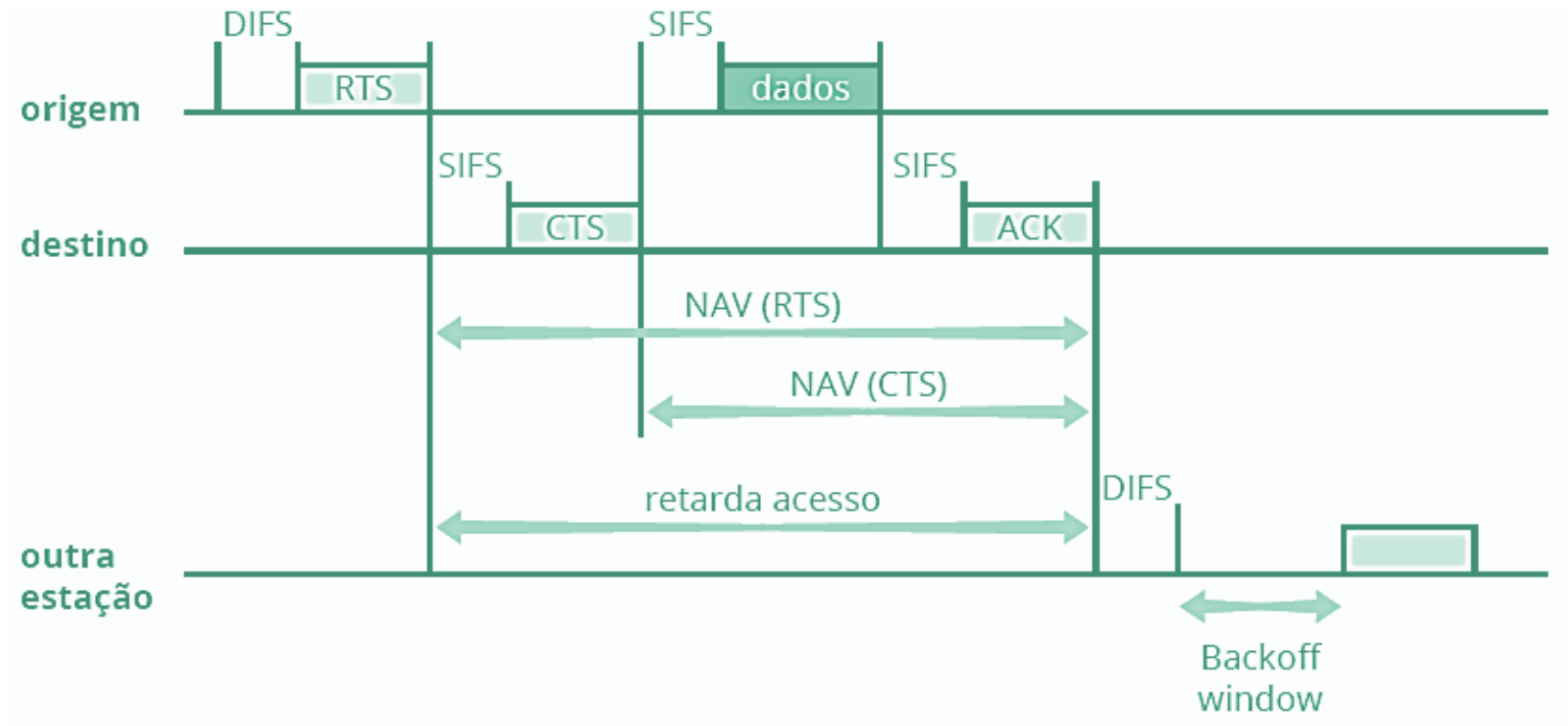
Backoff Exponencial (II)



Backoff – Exemplo



Juntando Tudo



Fonte: *Tecnologias de Redes Sem Fio*.



Gerência e Controle

Quadros do IEEE 802.11

Tipos

Controle

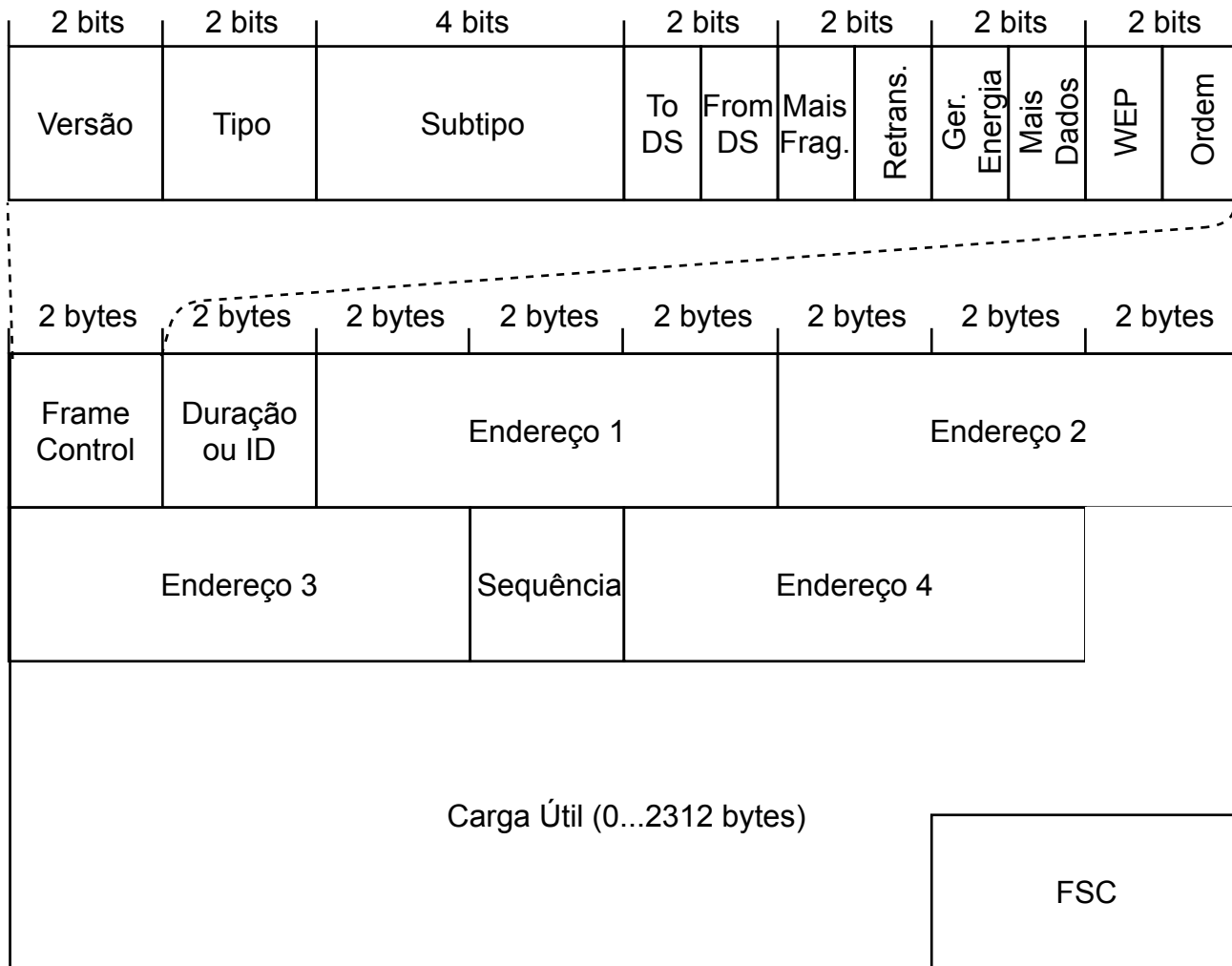
ack	rts	cts	...
-----	-----	-----	-----

Gerência

Associação	Autenticação	Beacon	...
------------	--------------	--------	-----

Dados

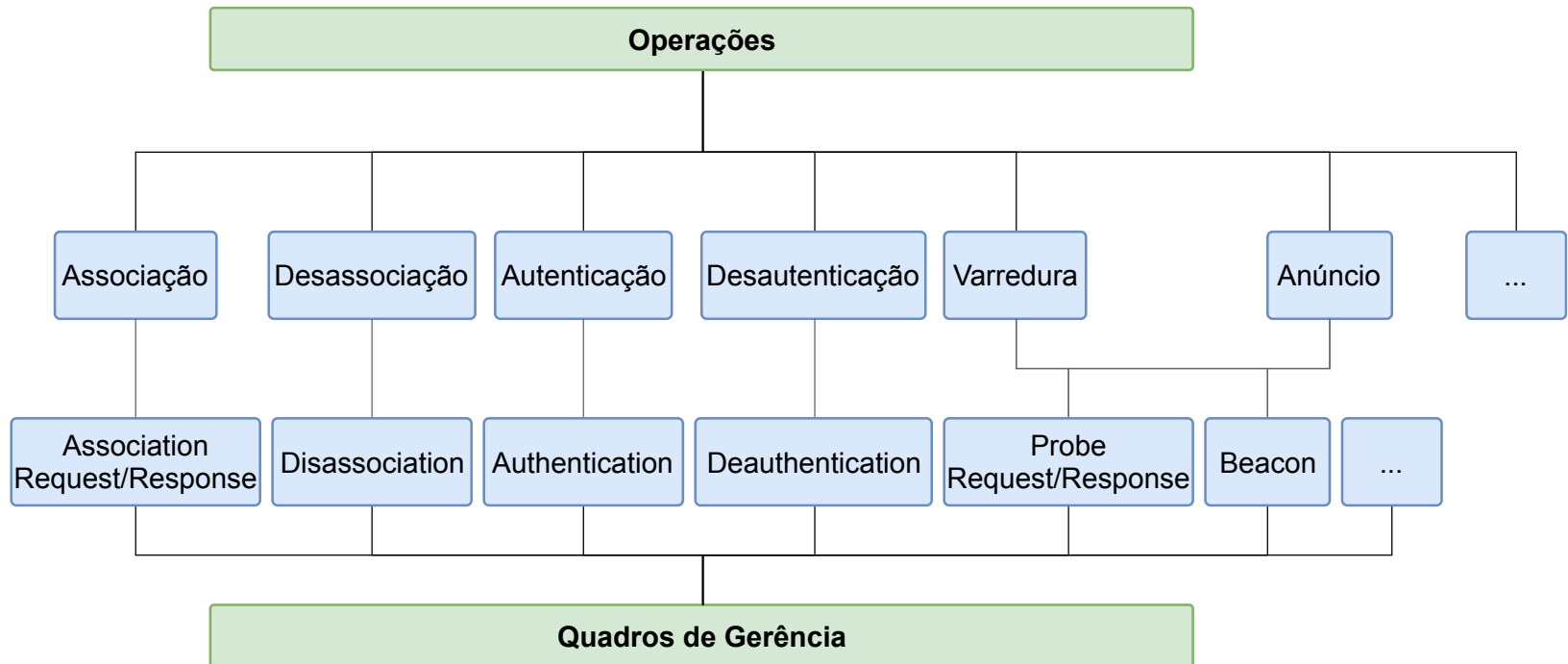
Formato do Cabeçalho



Campos *To DS* e *From DS*

To DS	From DS	Address 1	Address 2	Address 3	Address 4
0	0	Destino	Origem	BSSID	N/A
0	1	Destino	BSSID	Origem	N/A
1	0	BSSID	Origem	Destino	N/A
1	1	Receptor	Transmissor	Destino	Origem

Quadros de Gerência e Operações



Anunciando uma Rede

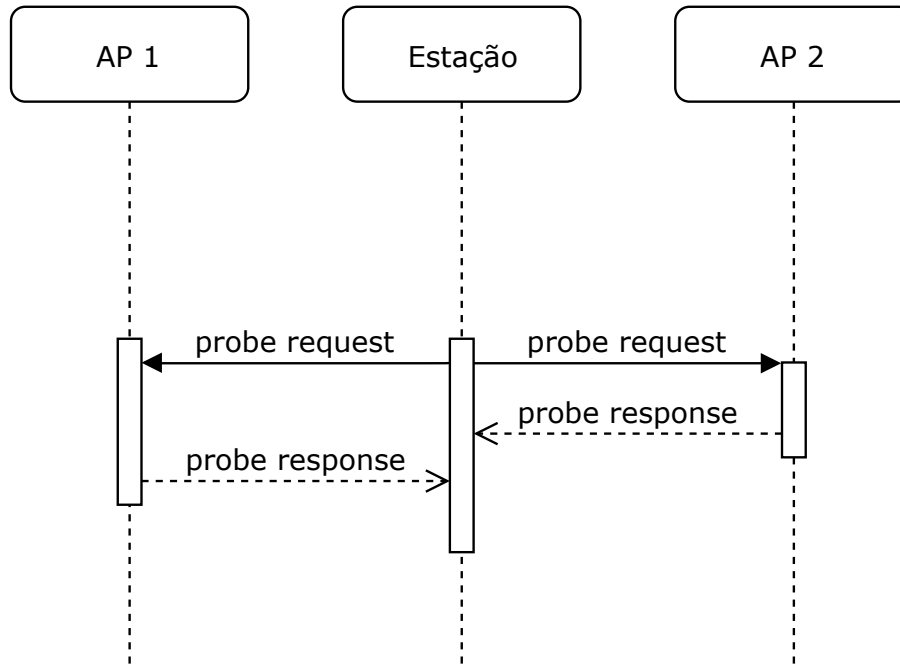
Beacons

- Pequenos.
- Periódicos.
 - e.g., 100 ms
- Gerados pelo AP.

Conteúdo

- Características do BSS.
 - ESSID, canal, taxas, criptografia, ...

Indagando sobre redes

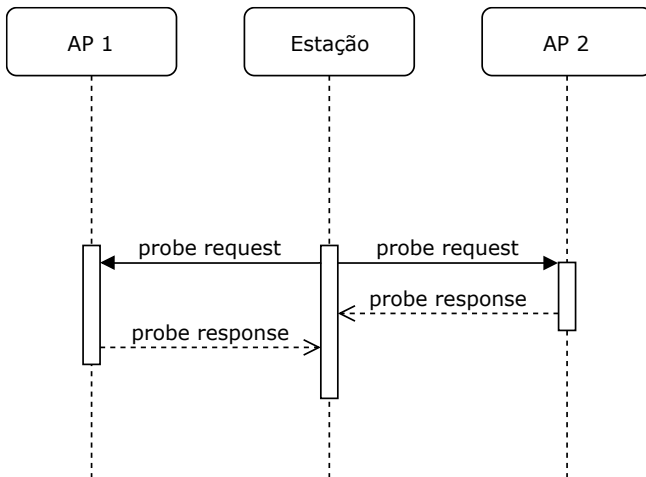


Probe restrito

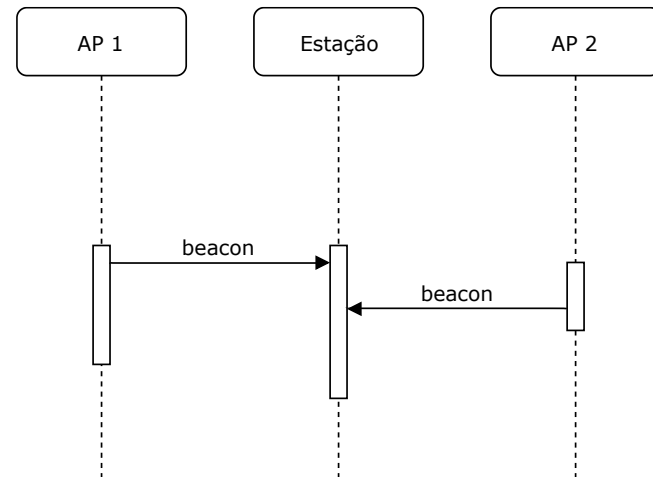
- *e.g.*, conjunto particular de taxas.
- *e.g.*, ESSID específico.
- AP só responde se houver casamento.

Descoberta de BSSs

Ativa



Passiva



Um canal ou múltiplos

Autenticação

Definição

- Verificar se estação está autorizada a usar o BSS/ESS.
- Antecede associação.

Vários tipos

- Complexos:
 - Criptografia, chaves, filtro de endereços, ...
- Simples:
 - Mera formalidade.

Associação

Vínculo entre estação e BSS.

- Pré-requisito: autenticação.

Quadros

- *Association request.*
- *Association response.*
 - AID (ID da associação).

Outras Operações

Exemplos	Comentário
Desassociação	Auto-explicativo
Desautenticação	Auto-explicativo
Reassociação	Mesmo AP ou outro do mesmo ESS

Reassociação

- Estado preservado.
- Suporte à mobilidade.



Efficiency

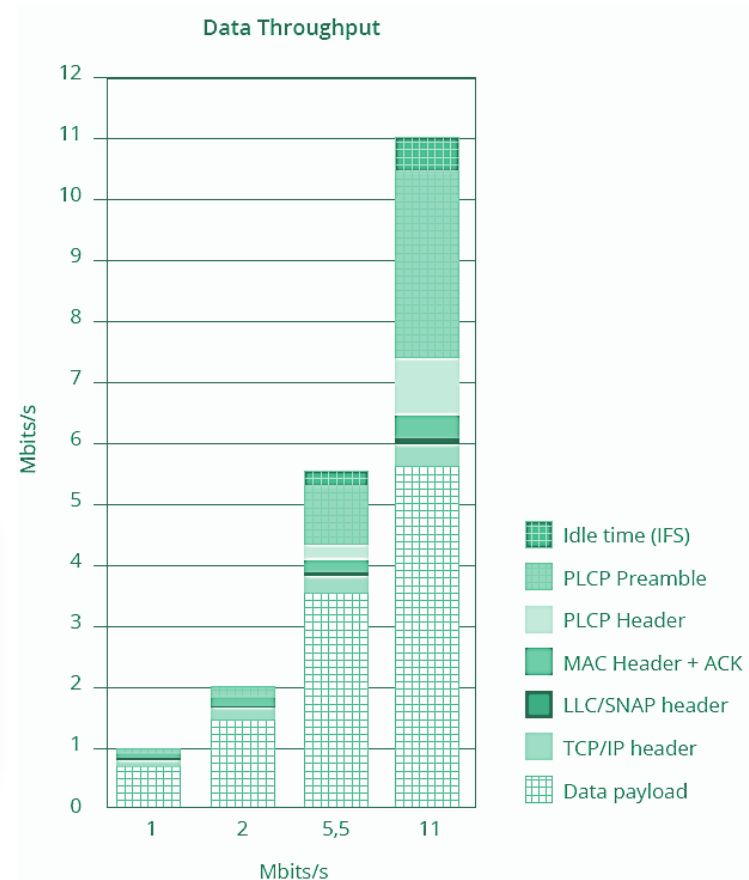
Eficiência do Wi-Fi

Fontes de ineficiência

- Perda de quadros.
- Cabeçalhos.
- IFSs.

Nota

- Atacado por emendas recentes.
 - e.g., agregação de pacotes.
 - e.g., reuso espacial.



Fonte: *Tecnologias de Redes Sem Fio*.



Próxima aula

Próxima aula

Fim da discussão (específica) sobre IEEE 802.11

- Duas emendas recentes:

- IEEE 802.11ah.

- IEEE 802.11ax.

Tarefas

Todos os alunos

Leitura dos artigos [1,2]