

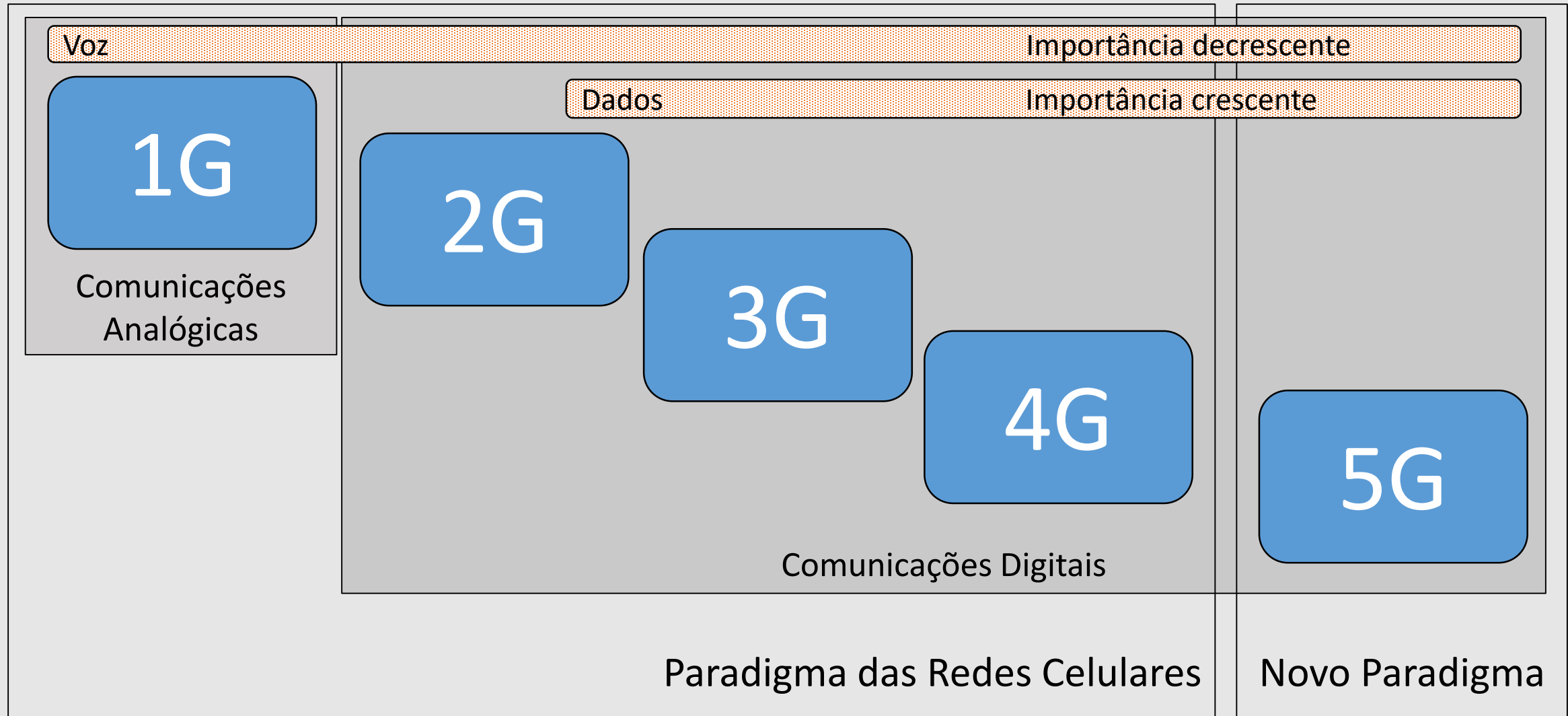


O Novo Paradigma das Comunicações 5G e as Técnicas de Transmissão de Suporte

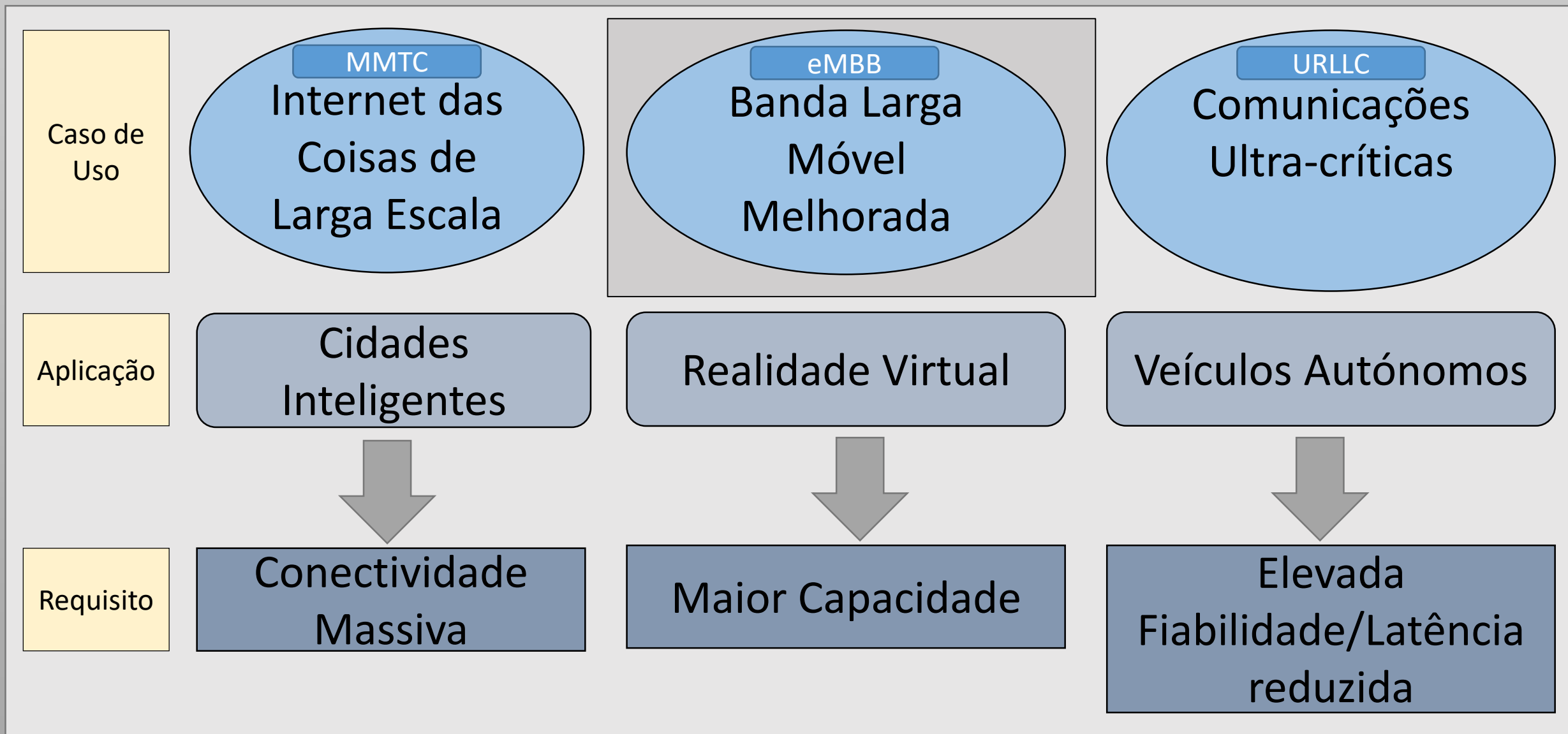
Técnicas de Transmissão por Blocos

- Enquadramento do 5G
- Aplicações e Requisitos do 5G
- Objetivos das Técnicas de Transmissão
- Fatores Críticos das Técnicas de Transmissão
- Técnicas de Transmissão por Blocos
- Recomendações Atuais para o 5G

Enquadramento do 5G



Aplicações e Requisitos do 5G (1)



Aplicações e Requisitos do 5G (2)

Maior Capacidade

Maiores Débitos
Binários

Melhor Eficiência
Espectral

Conectividade
Massiva

Modo de baixo
consumo

Rajadas
de Tráfego

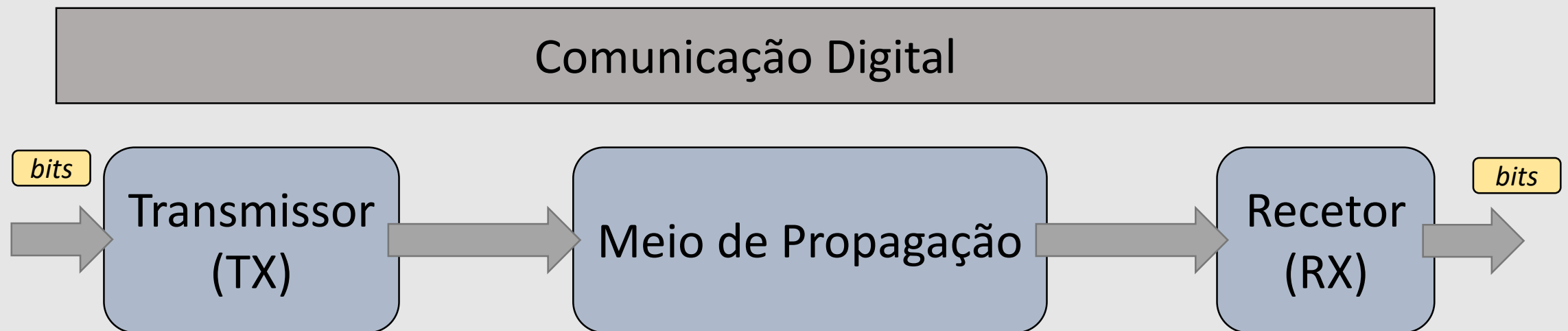
Operações
Assíncronas

Elevada
Fiabilidade/Latência
Reduzida

Taxa de Perda
de Pacotes
Baixa

Baixa
Complexidade

Objetivos das Técnicas de Transmissão (1)



Objetivo: Troca de informação binária entre TX e RX

Técnica de Transmissão: Desenho do TX e RX

Resolução de *trade-offs* dependentes dos fatores mais críticos

Objetivos das Técnicas de Transmissão (2)

Eficiência Espectral

Sistemas MIMO

Resiliência ao Multipercurso

Baixa Distorção

Envolvente Contida

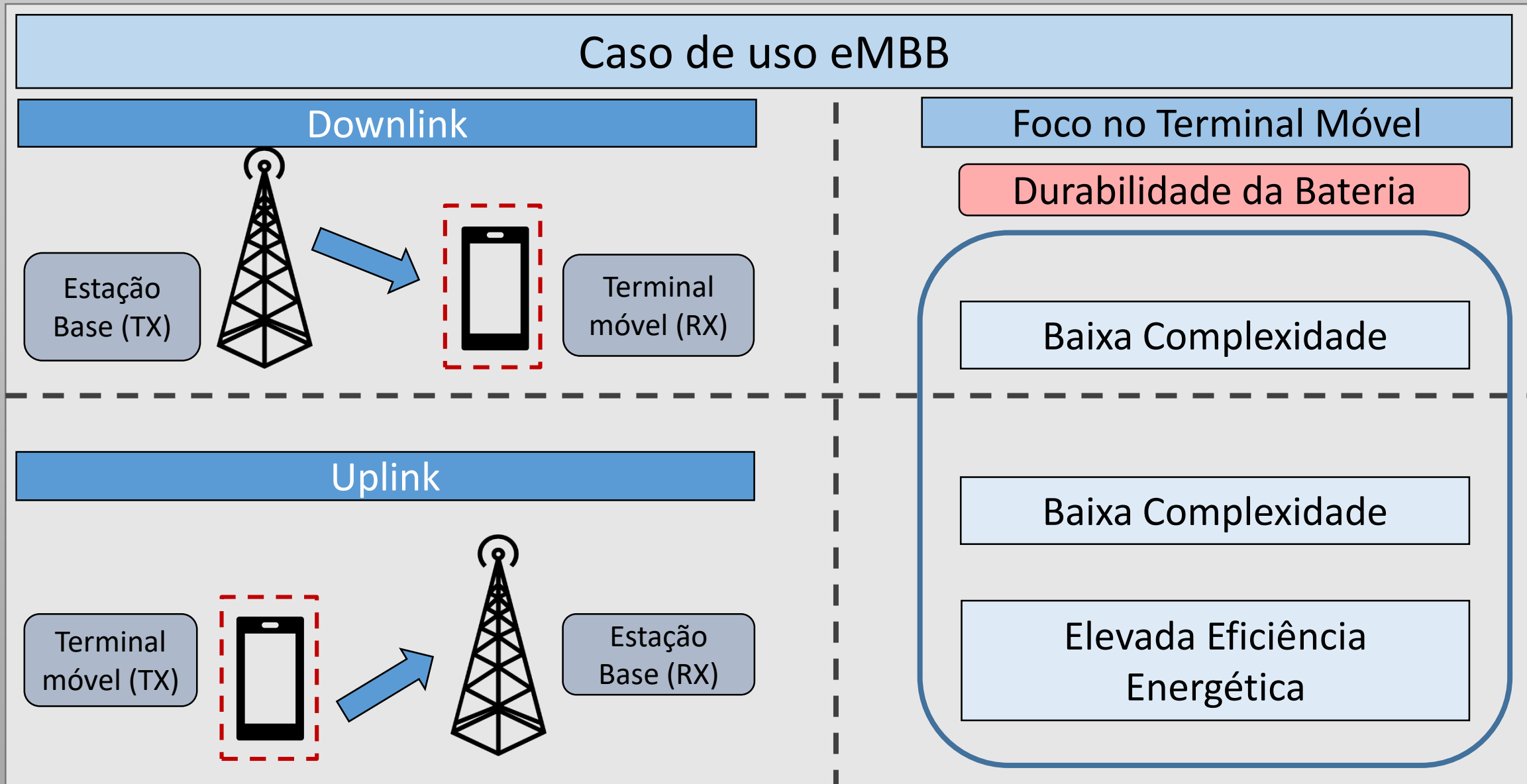
Eficiência Energética

Eficiência de Amplificação

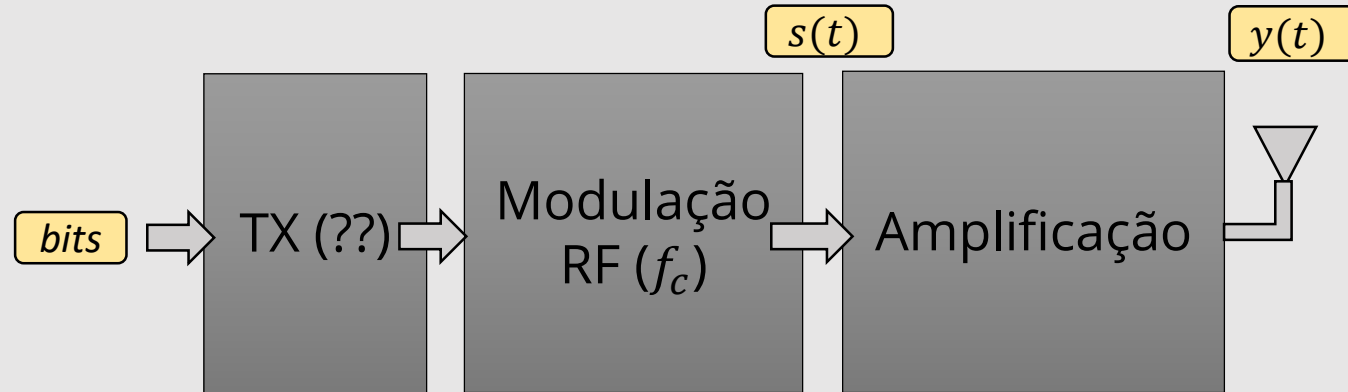
Baixa Complexidade

Hardware/Algoritmos Simples

Fatores Críticos das Técnicas de Transmissão – Complexidade



Fatores Críticos das Técnicas de Transmissão – Eficiência Energética (1)

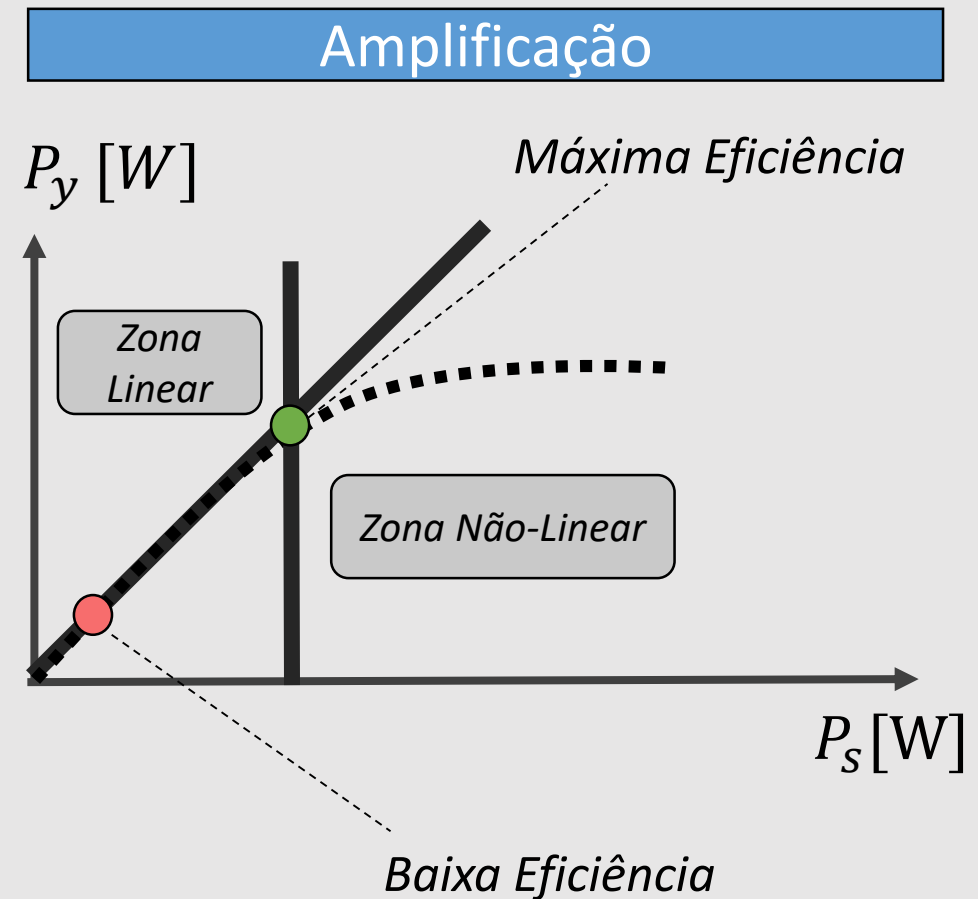


✓ Sinais de envoltória constante não trazem problemas

Sinais de envoltória variável implicam um ponto de trabalho afastado da zona de máxima eficiência

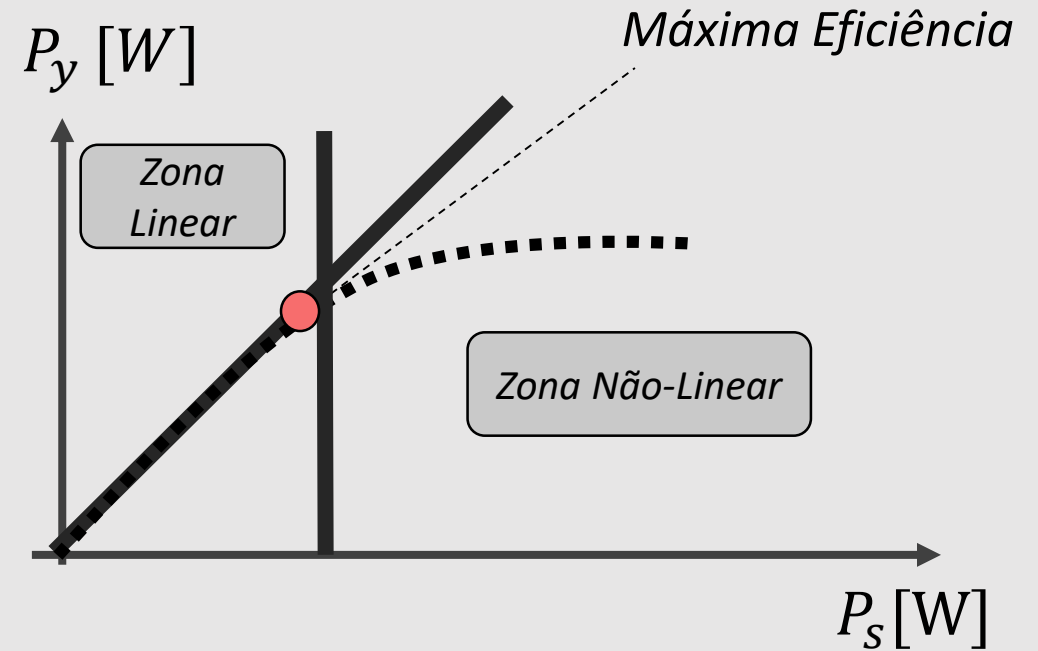
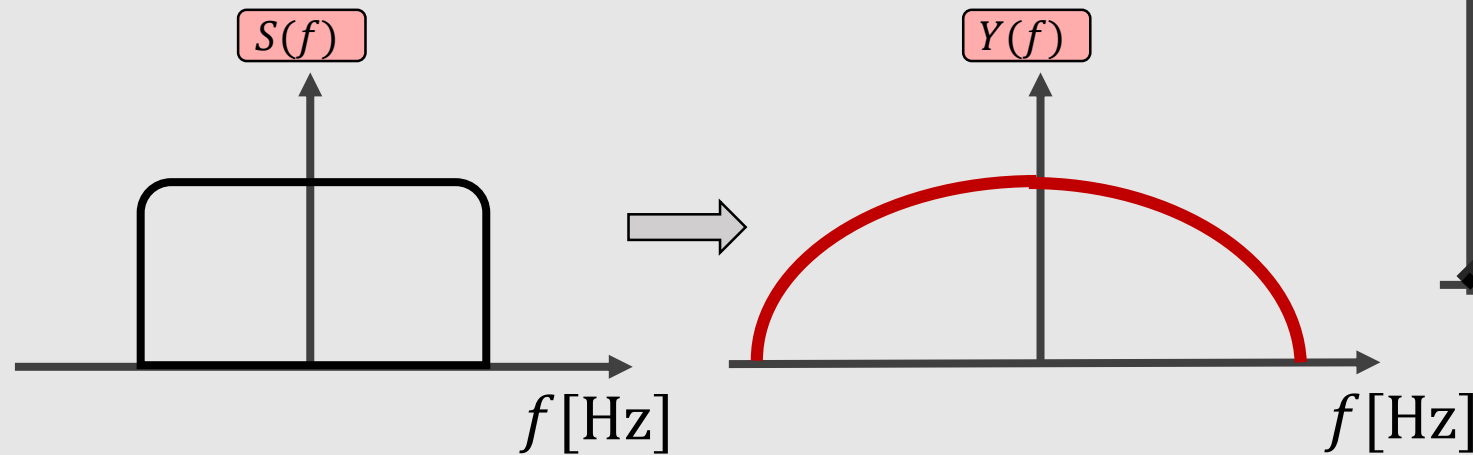
× Eficiência energética $\eta < 10\%$

× Menor autonomia



Fatores Críticos das Técnicas de Transmissão – Eficiência Energética (2)

Amplificar sinal com envelope variável perto da zona de saturação leva a efeitos de distorção não-linear.



× Distorção *In-band*

× Perda de Desempenho

× Distorção *Out-of-band*

× Interferência de Canal Adjacente

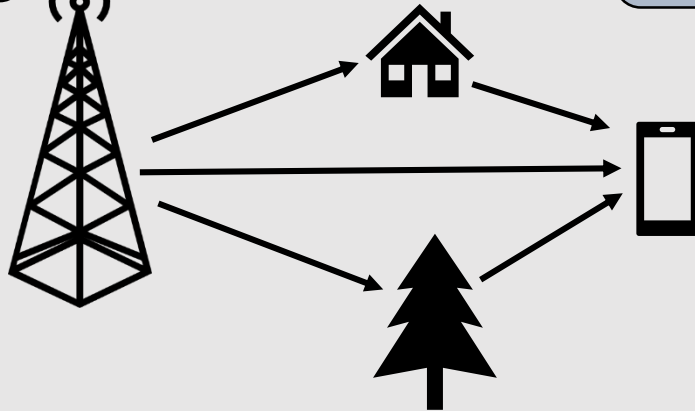
Trade off
distorção não-linear/
eficiência energética

Fatores Críticos das Técnicas de Transmissão – Multipercurso

Estação
Base (TX)



Terminal
móvel (RX)



O multipercurso pode condicionar fortemente o desempenho

Quanto menor o tempo de transmissão dos símbolos, maior o efeito de multipercurso e pior o desempenho

Cenários de alto débito binário críticos

× Elevada Interferência

Inversão dos Efeitos do Canal (Igualização)

Tempo

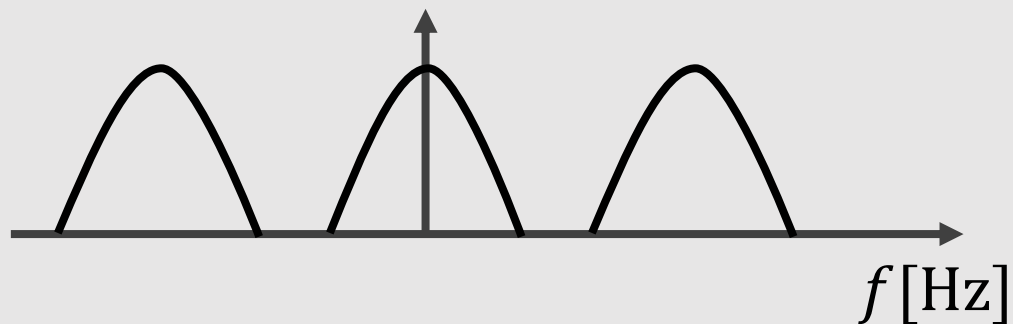
Frequência

Técnicas de Transmissão por Blocos – OFDM

Técnicas de transmissão por blocos na base do 5G

Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) – 4G (3GPP LTE) e WiFi (802.11a)

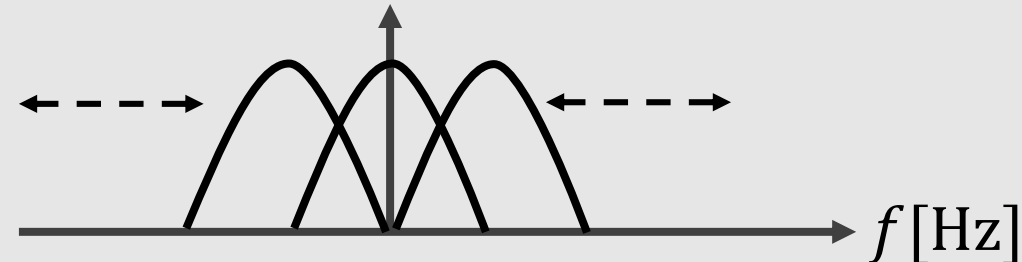
Divisão na frequência tradicional



Bandas de guarda

× Baixa eficiência espectral

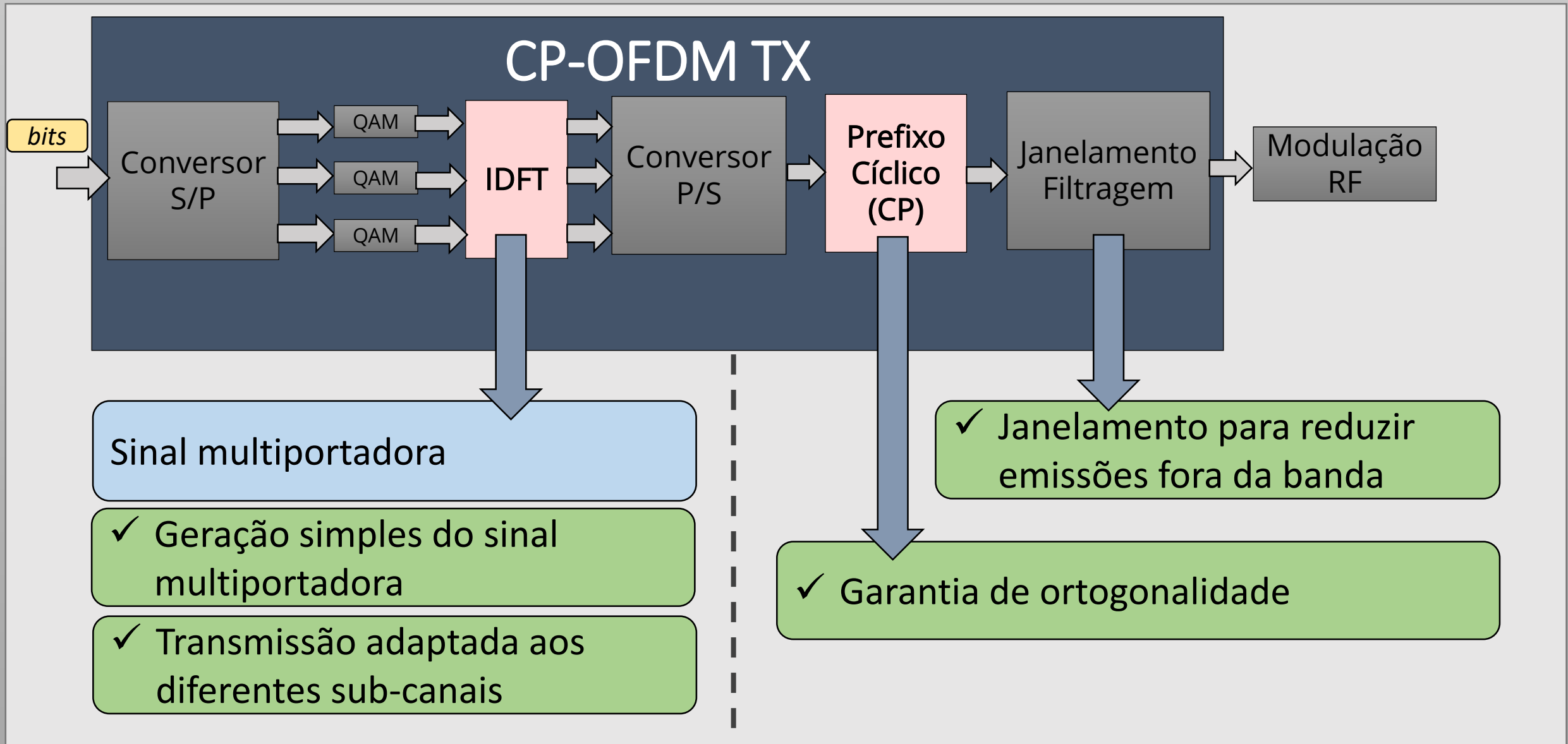
OFDM (subportadoras ortogonais)



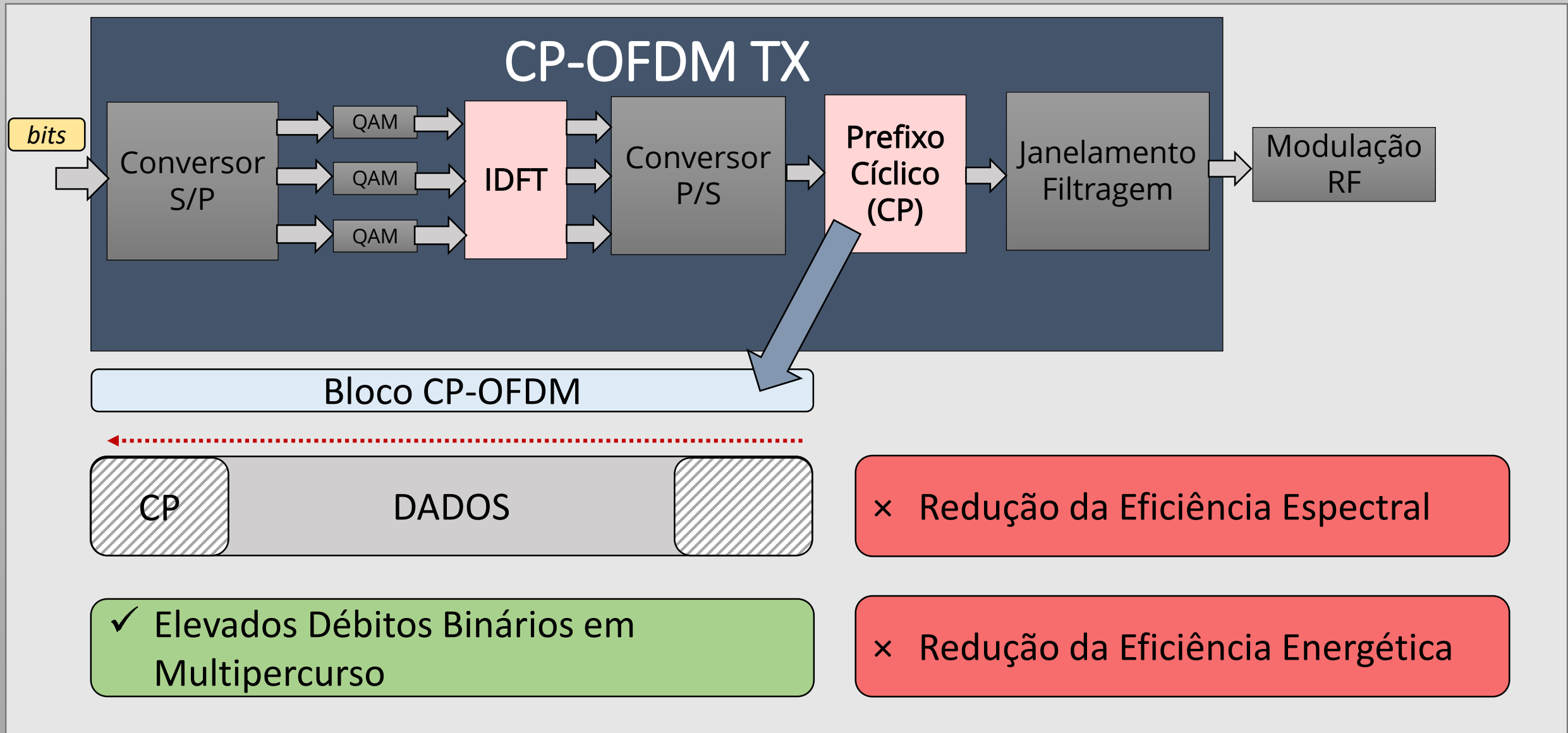
Sobreposição de subportadoras

✓ Eficiência espectral

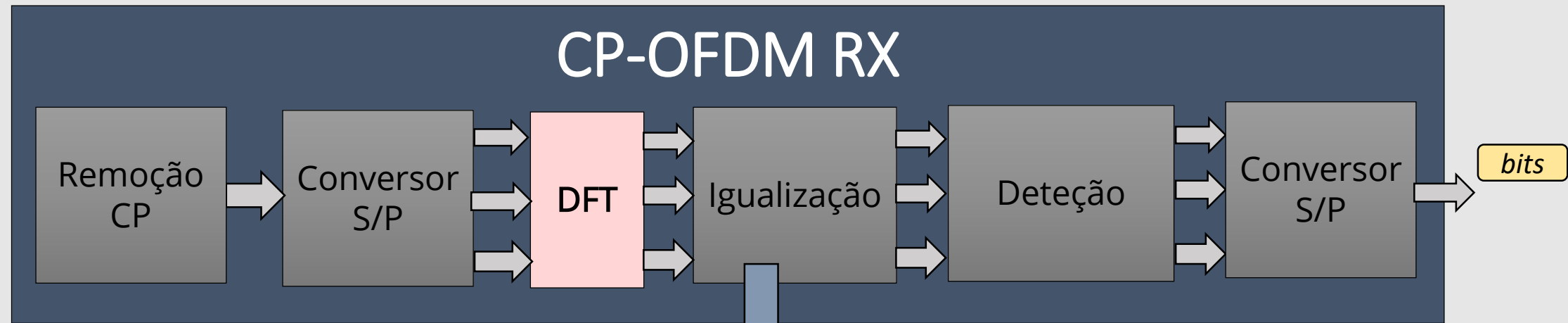
Técnicas de Transmissão por Blocos – CP-OFDM (1)



Técnicas de Transmissão por Blocos – CP-OFDM (2)



Técnicas de Transmissão por Blocos – CP-OFDM (3)



✓ Igualização simples no domínio da frequência

× Soma de várias subportadoras

× Sinal com grande gama dinâmica ~ 10 dB

× Problemas de amplificação

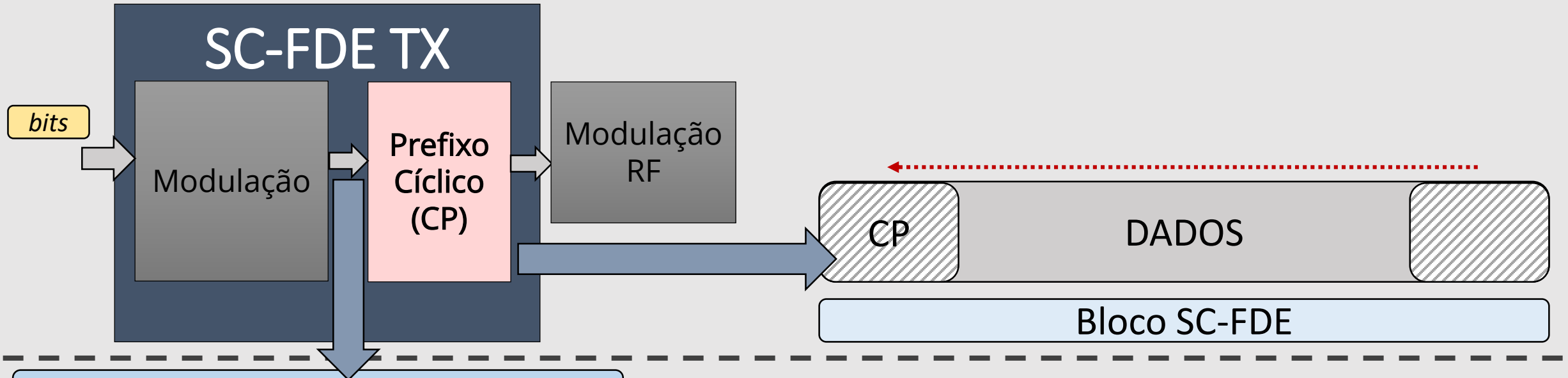
× Inadequado para Uplink

Técnicas de Transmissão por Blocos – SC-FDE (1)

Single Carrier with Frequency-Domain Equalization (SC-FDE)

DFT-Precoding OFDM

SC-FDE TX



Sinal monoportadora

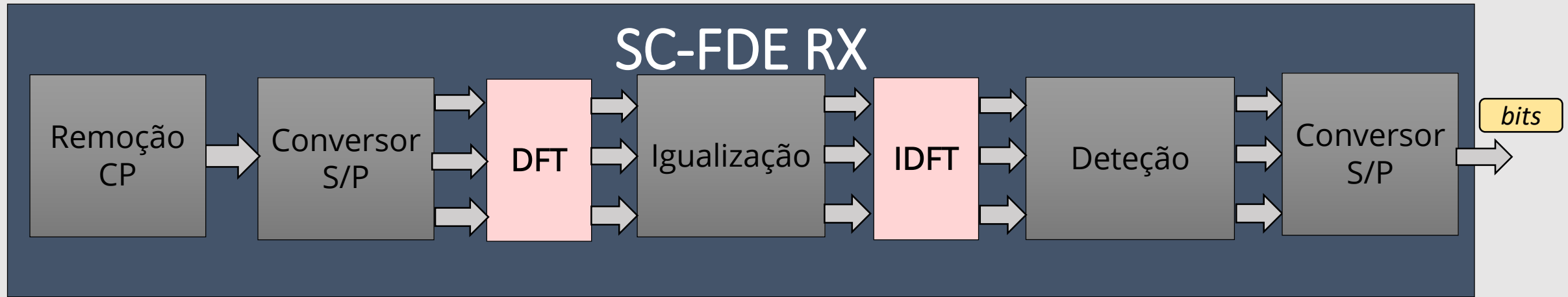
✓ TX simples

✓ Envolvente Contida

✓ Elevada eficiência energética

✓ Terminal móvel TX (Uplink)

Técnicas de Transmissão por Blocos – SC-FDE (2)



× RX SC-FDE mais complexo que RX CP-OFDM

× Mais interferência

✓ Estação base RX (Uplink)

Recomendações Atuais para o 5G (1)

Técnicas de transmissão podem variar conforme o caso de uso do 5G.

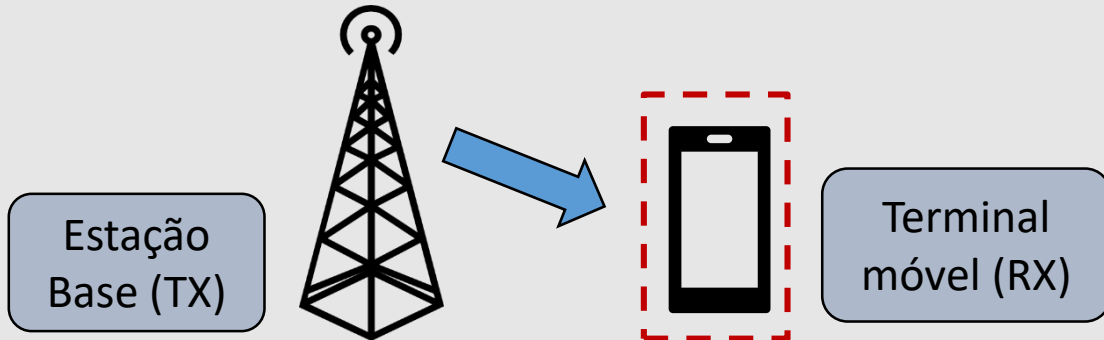
✓ Consenso em torno das técnicas de transmissão por bloco.

Uplink: Técnicas de transmissão monoportadora com sequenciamento de símbolos no tempo permitem menor gama dinâmica e amplificação menos problemática.

Downlink: Técnicas de transmissão multiportadora permitem alocação de espectro flexível e igualização simples no domínio da frequência.

Recomendações Atuais para o 5G (2)

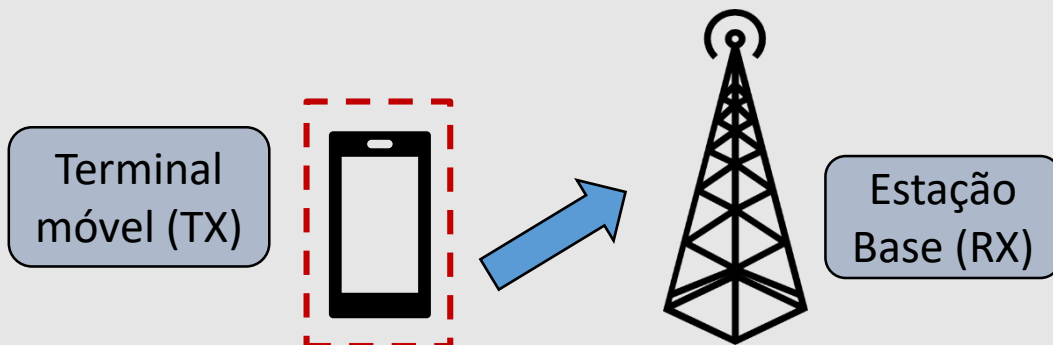
Downlink



Técnicas de transmissão
multiportadora

✓ CP-OFDM

Uplink



Técnicas de transmissão
monoportadora

✓ SC-FDE

Obrigado