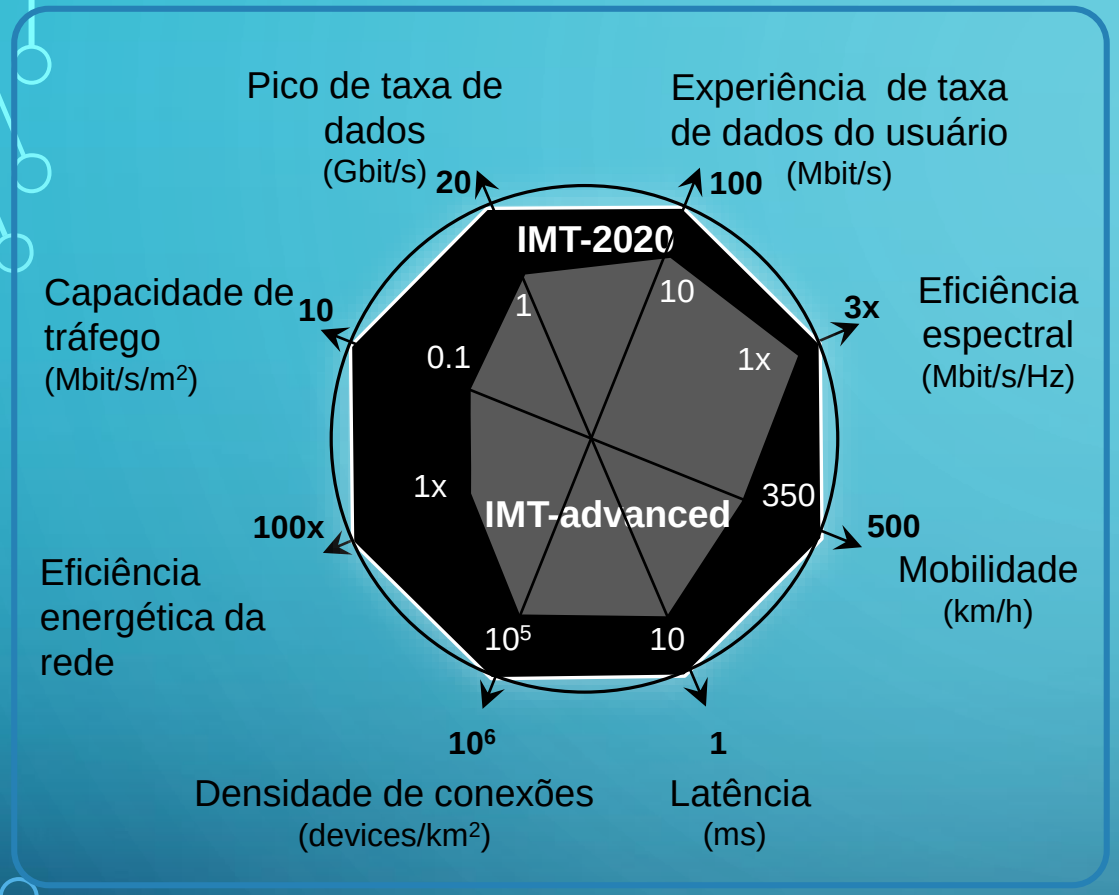
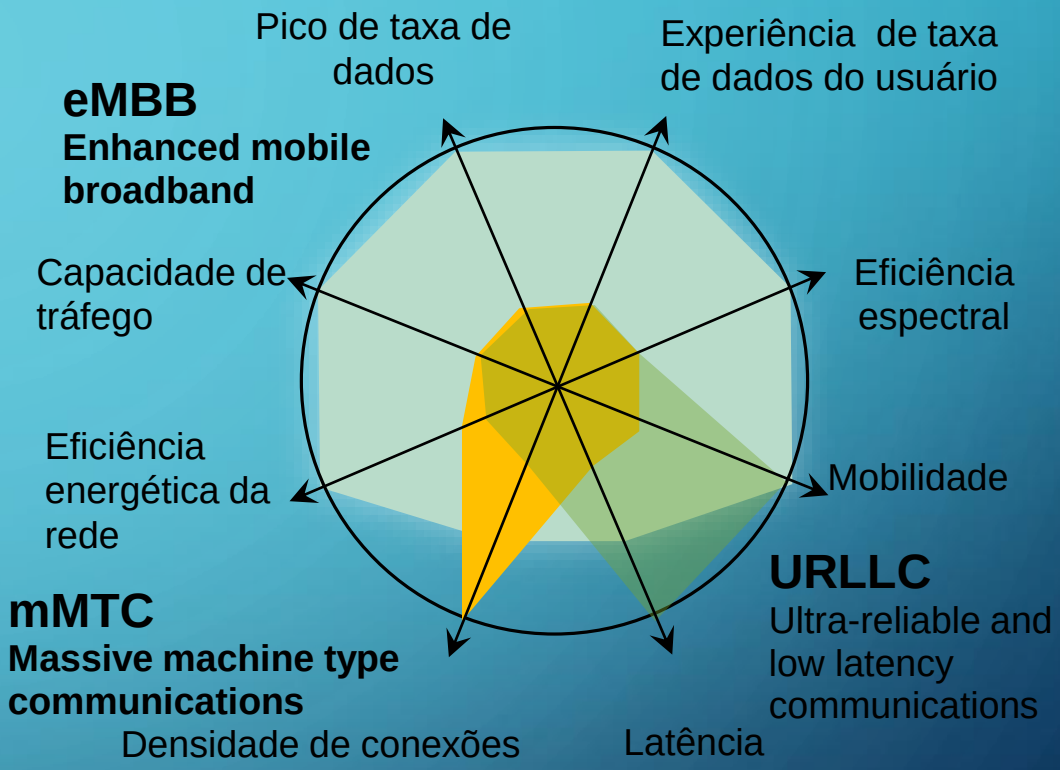
Sistemas 5G

Rodrigo Pereira David

Capacidades definidas pela ITU



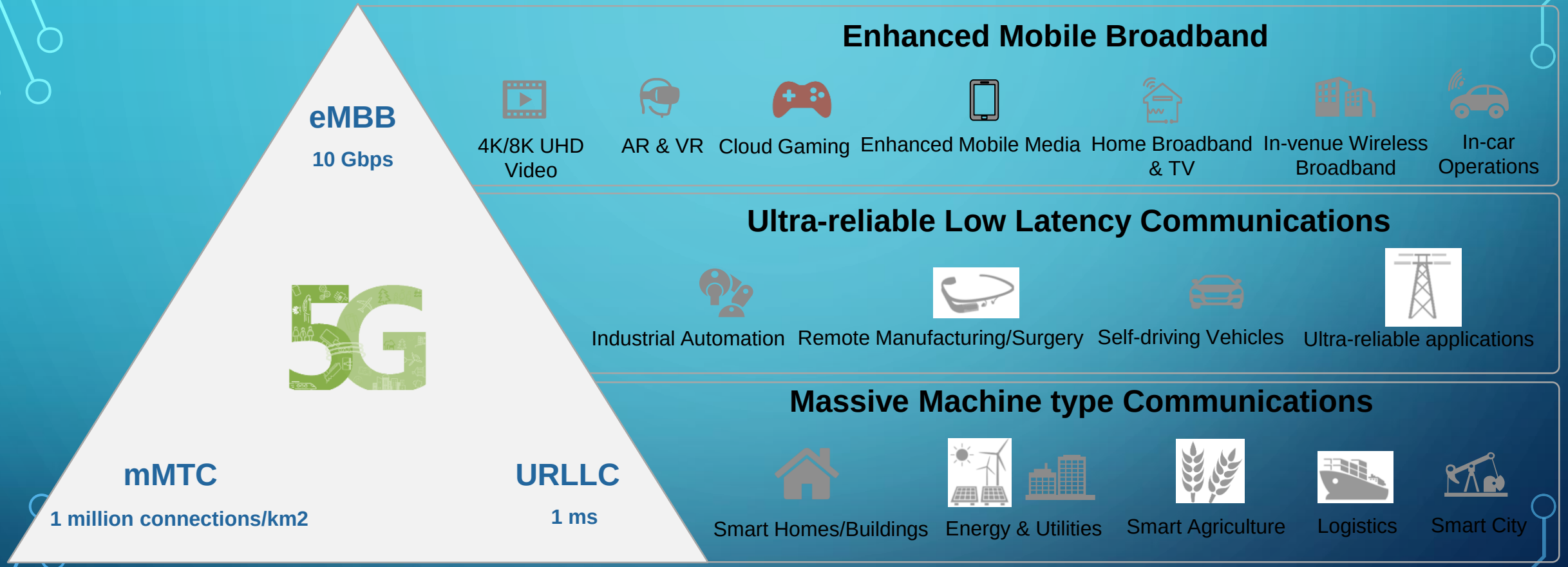


Source: Recommendation ITU-R M.2083

5G é caracterizado pela alta taxa de dados, eficiencia spectral melhorada e latência reduzida.

Volume de dados 1000 vezes maior por área geografica, 10 a 100 vezes mais devices conectados.
Taxa de dados 100 vezes maior, 10 vezes menos consumo de energia.
Latência fim a fim < 1ms. Acesso 5G ubíquo incluindo área de baixa densidade

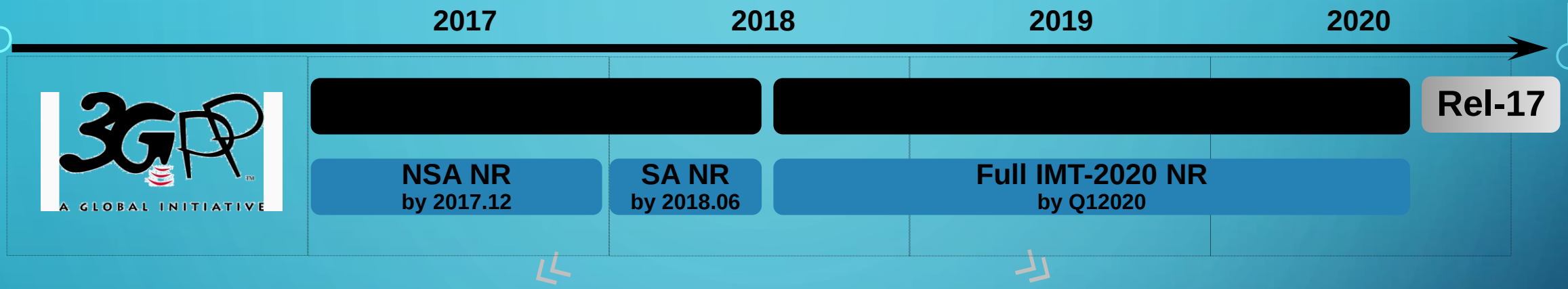
Cenários chaves de uso para o 5G



Source: Recommendation ITU-R M.2083

Conexões 5G vão além das comunicações humanas e irão habilitar o uso de internet das coisas. A próxima geração de tecnologias de telecomunicações será adotado por uma variedade de indústrias e setores.

Padronização 5G no 3GPP



Release 15

Frequency Range
- FR1- sub-6GHz
- FR2- 24250-52600 MHz

NR Framework
- Waveform & Channel Coding
- Frame Structure, Numerology
- Massive MIMO

Architecture
- UL&DL Decoupling
- CU-DU Split
- NSA/SA

Others
- URLLC

Release 16/17/18

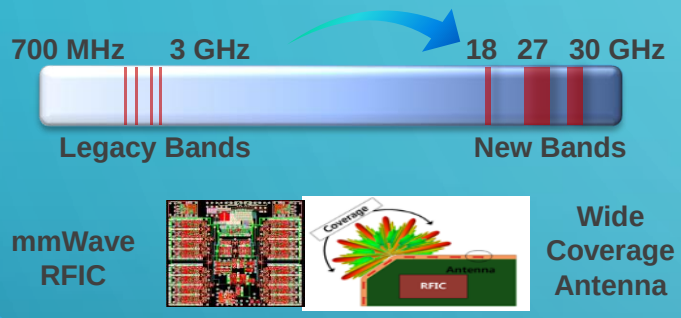
5G Expansion
- NR V2X
- Industrial IOT
- URLLC enhancement
- Higher bands(>52.6 GHz)

5G Efficiency
- NOMA
- NR MIMO enhancement
- DC/CA enhancement (Sync, NR-NR DC)
- UE capabilities
- NR Mobility enhancement
- NR Positioning
- IAB
- NR SON/MDT
- NR UE Power Consumption

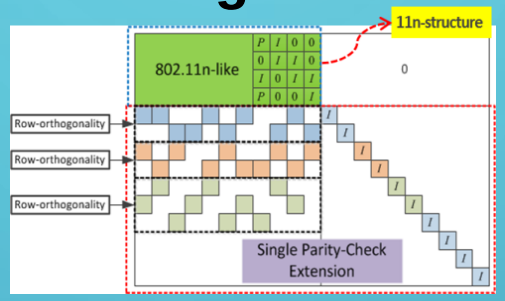
Padronização pode reduzir o custo para um número massivo de usuários e lidar com a questão de roaming global, que ajuda a atingir economia de escala.

Facilitadores do 5G

mmWave

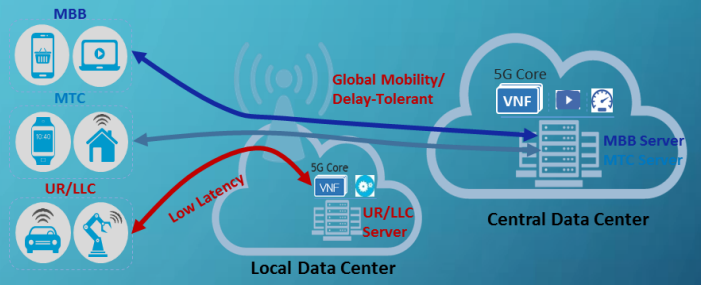


Novos códigos de erro

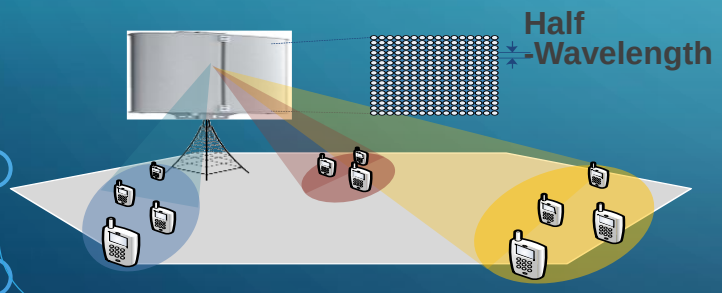


LDPC (Low-Density Parity-Check)

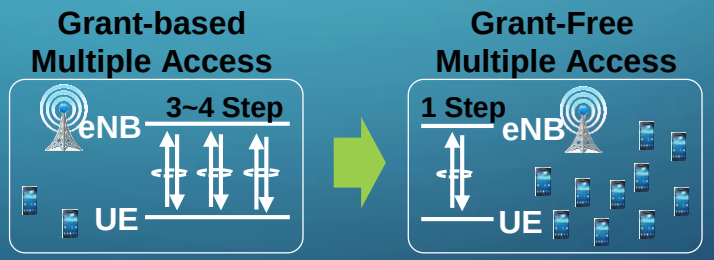
Network Slicing



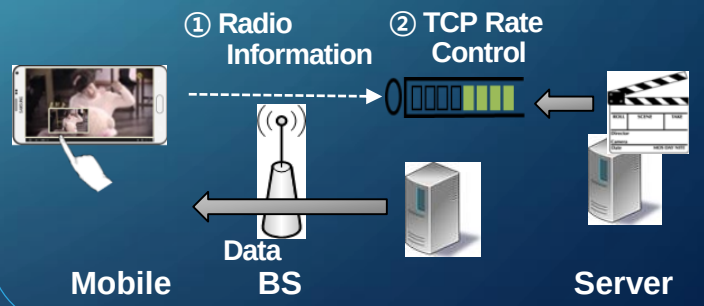
MIMO massivo



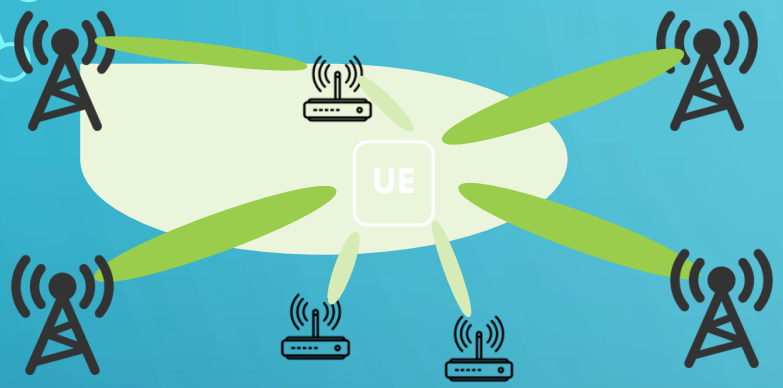
Conectividade massiva(IoT)



Redes de baixa latência



Extensão da arquitetura RAN



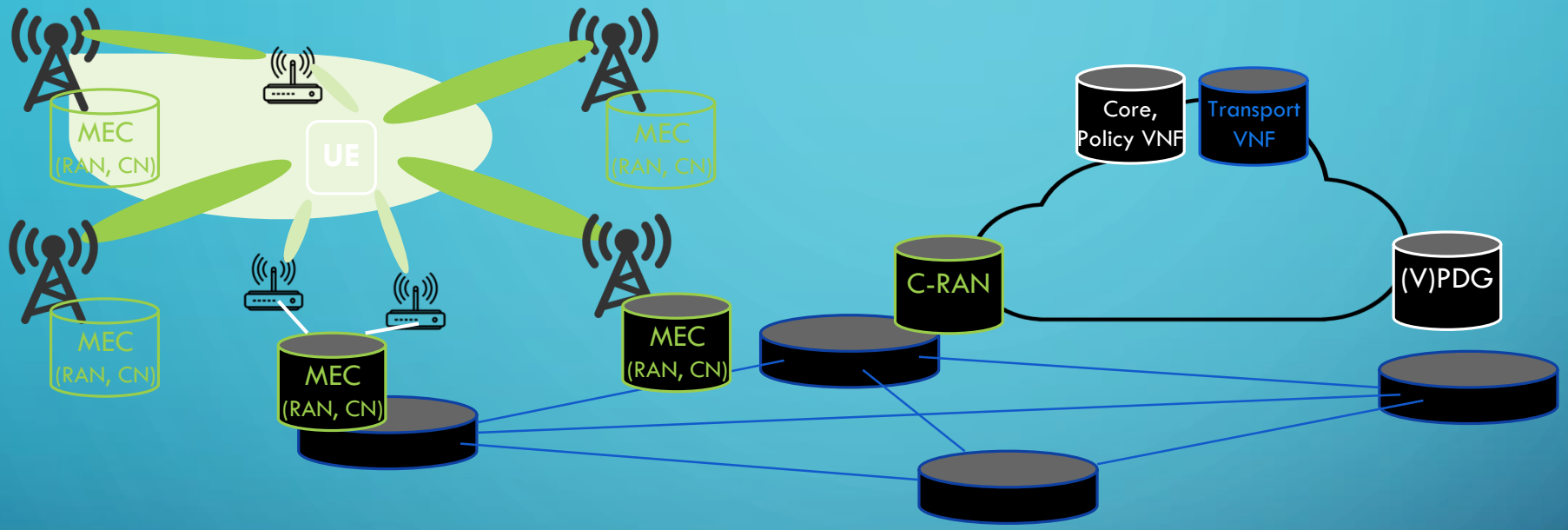
Nova interface área

- **CP-OFDM** – introduzir flexibilizar no OFDM e mitigar as interferências entre símbolos (mesma do LTE)
- **MIMO massivo**– grande número de antenas para aumentar a eficiência espectral
- **mmWave** – fornece acesso a extensas faixas de frequência provides para maiores larguras de banda
- **Beam Forming** – aumenta o alcance da célula para faixas de mmWave
- **TTI reduzido** – reduz latência
- **Flexibilidade no tamanho das faixas**– permite que antigas faixas indisponíveis sejam usadas

Outras inovações na RAN

- **CoMP** – UE conectada a múltiplas células para fornecer maior confiabilidade
- **Suporte a células pequenas**– maior cobertura indoor, maior densidade da célula, self-backhauling
- **5G-NR em bandas não-licenciadas** – extensão de ecossistema móvel
- **D2D, V2X** – devices conectados diretamente, sem necessidade de uma rede.

Flexibilidade na topologia



‘Softwarização’ da rede

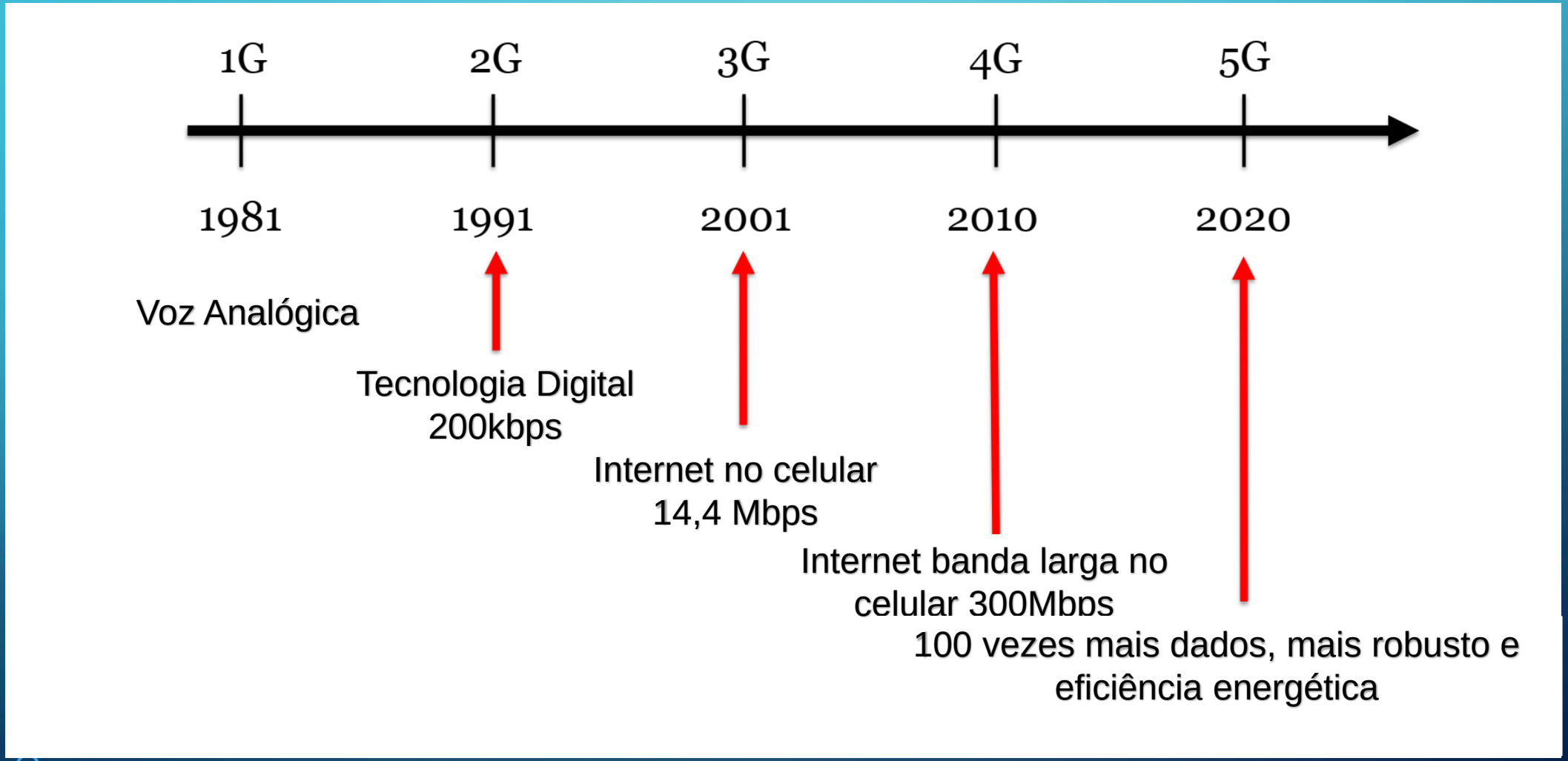
C-RAN – transferência de funcionalidades das ERBs para um ponto de consolidação

NFV e SDN – funções de rede são feitas em hardware padrão

MEC – funções e conteúdos da rede Core para a RAN

CP/UP split – descasamento do tráfego de user plane das funções de control plane

Gerações da Tecnologia Celular



Como a tecnologia 5G vai entregar 100 vezes mais dados?

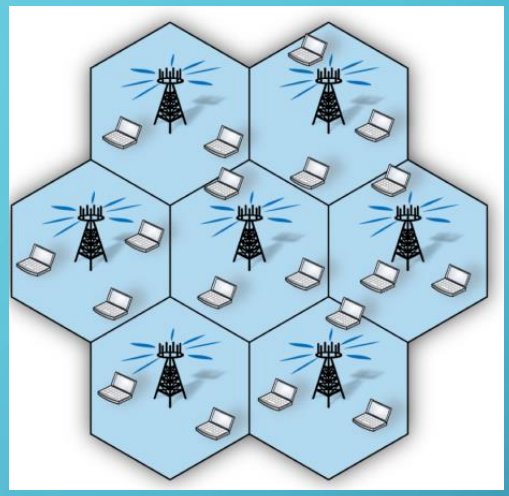
- Crescente tráfego de dados[bit/s/km^2]
  - Lidar com 100 vezes mais tráfego por área (ex:. 1 km^2)

- Fórmula para tráfego de dados

$$\underbrace{\text{Capacidade}}_{\text{bits/s por km}^2} = \underbrace{\text{densidade de células}}_{\text{Células/km}^2} \cdot \underbrace{\text{eficiência espectral}}_{\text{bits/s/Hz/célula}} \cdot \underbrace{\text{espectro disponível}}_{\text{Hz}}$$

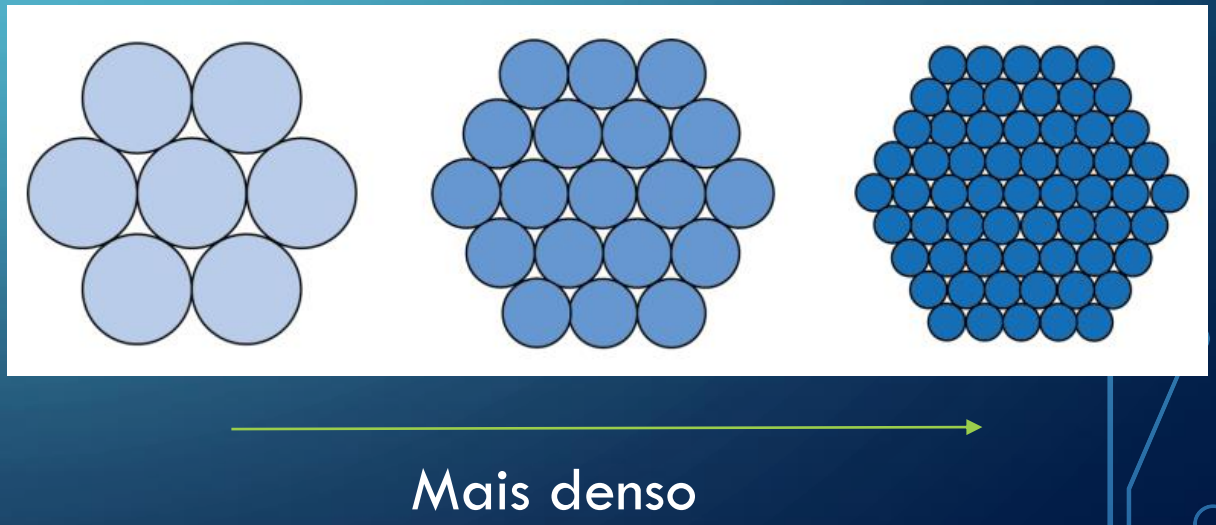
Maior densidade das células

- Redes de celular
  - Área de cobertura dividida em células
  - Um ponto de acesso por célula



- Instalação mais densa de pontos e acesso
  - Menor distancia: redução de potência

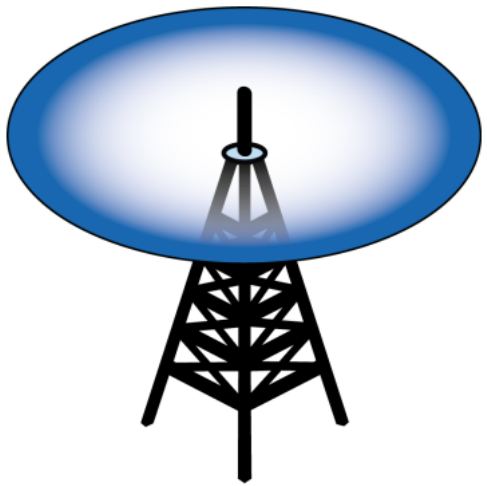
- Desafios: Interferências
  - Maior capacidade se bit/s/cel for mantido



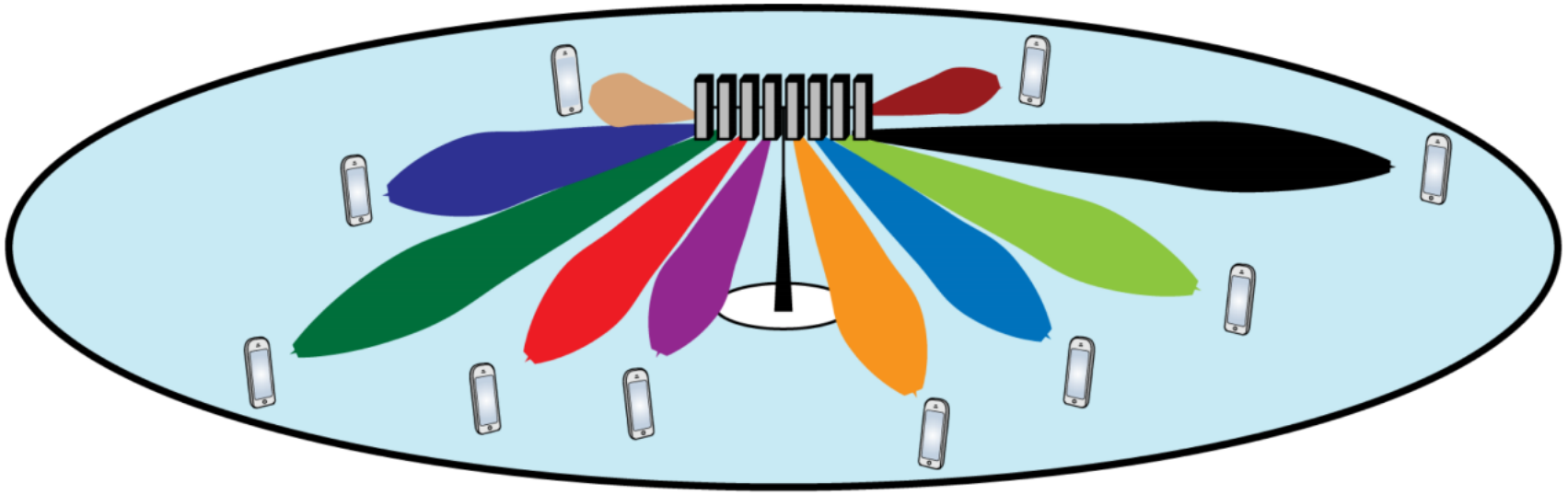
Maior Eficiência Espectral (bits/s/Hz)

- Eficiência espectral da teoria da informação:
  - Para dobrar a eficiência necessita de 17 vezes mais potência

- Solução: muitas transmissões simultâneas, diretas para cada usuário



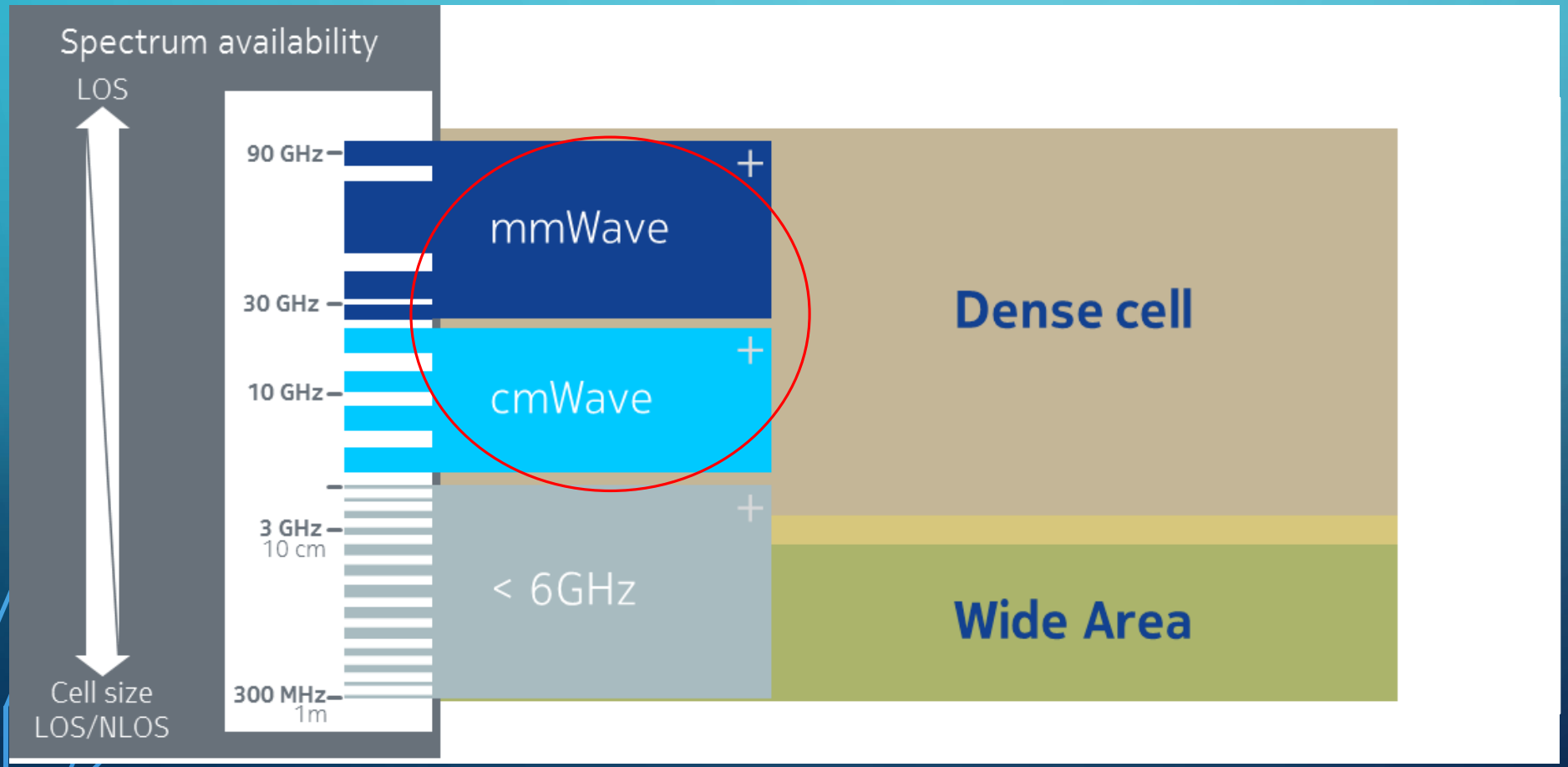
1 antenna



MIMO-technology: 100 antennas

Maior Espectro de Frequências

- Maior largura de faixa no espectro
  - reduz o tempo de transmissão
  - 4G: faixas de até 20 MHz/ 5G: faixas de até 400MHz (mmWave)



- Desafios:
  - atenuação na propagação
  - design de novos hardwares

Resumo

4x?

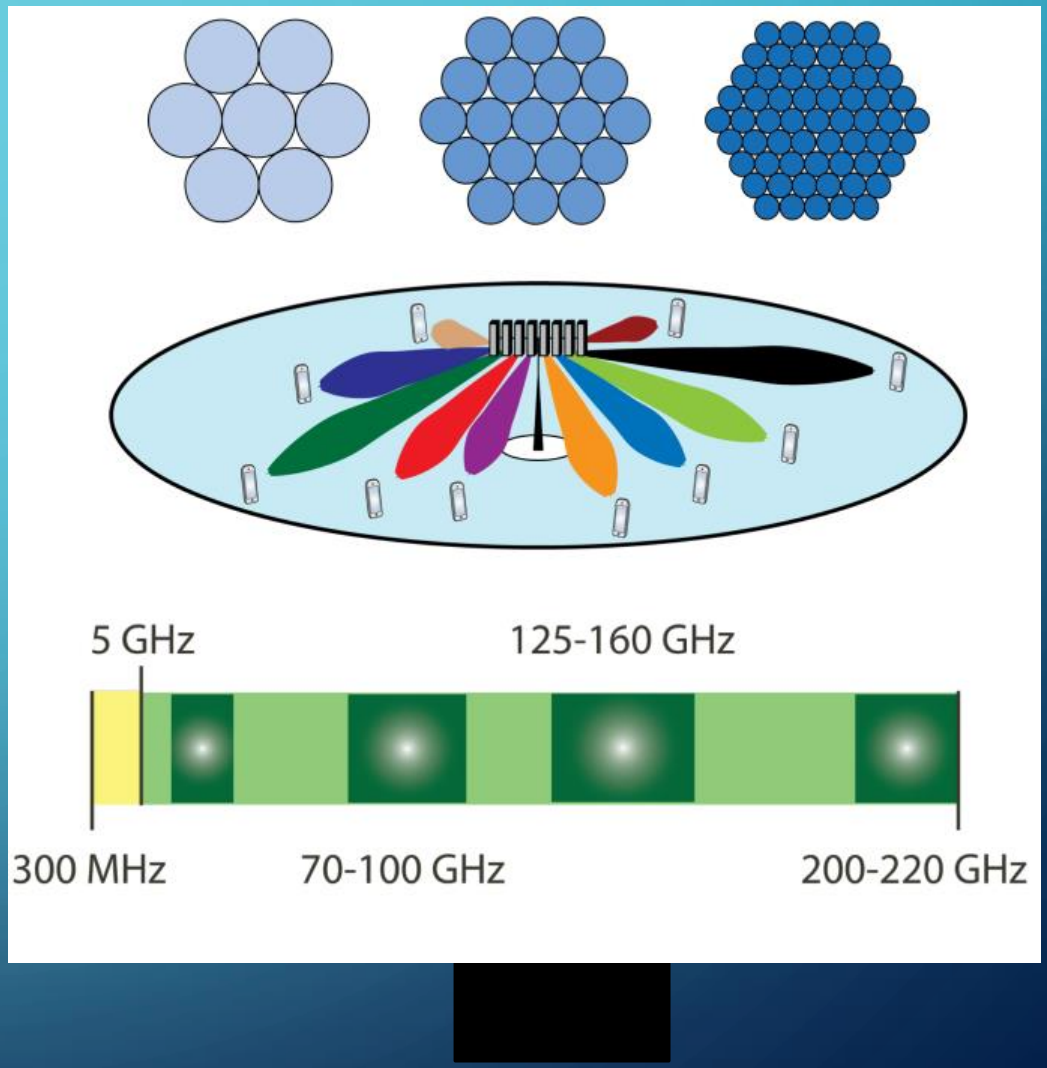
5x?

5x?

=

100

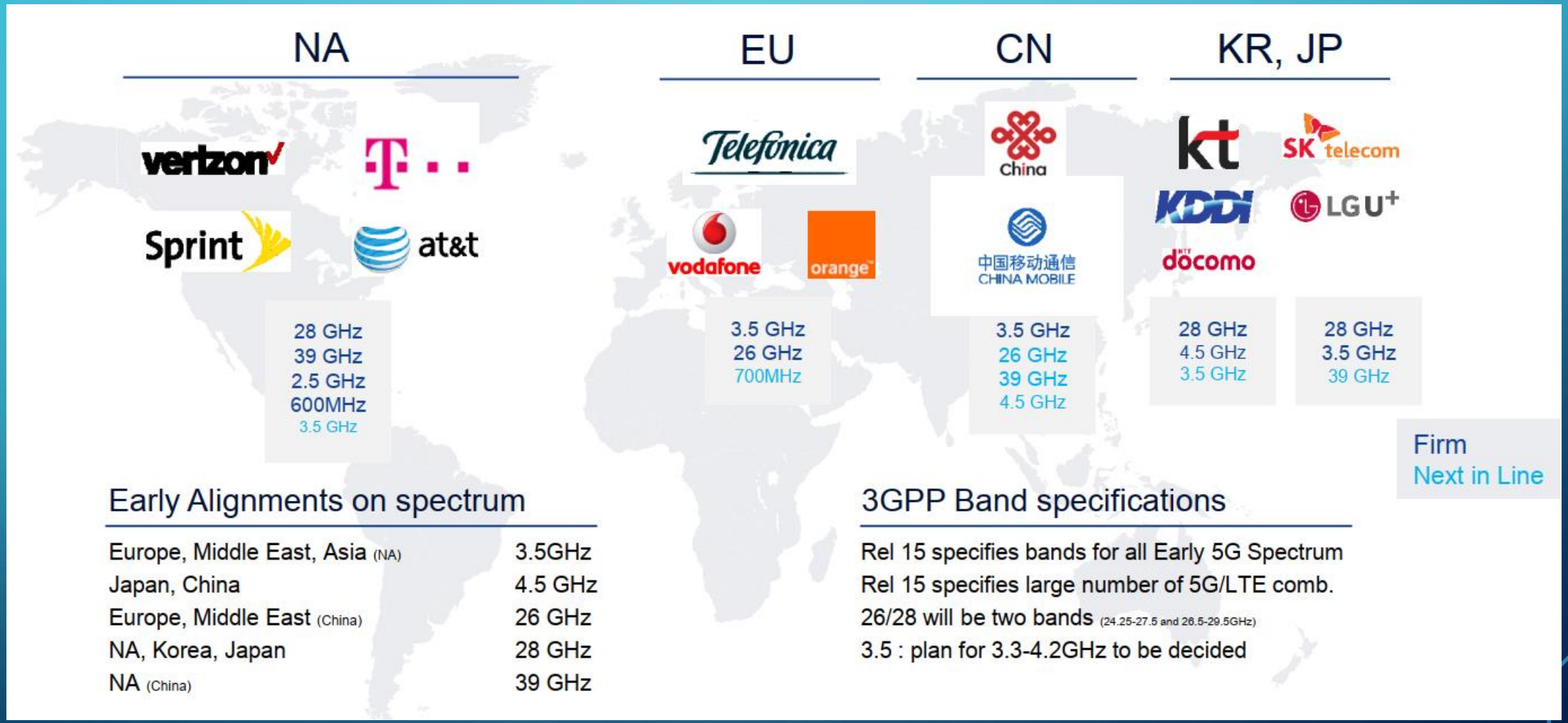
- Maior densidade de células
  - Mais pontos de acesso por km²
- Maior eficiência espectral
  - Sinais diretos para muitos usuário
- Maior espectro de frequências
  - Mais transmissões por segundo
  - Usa frequências mais altas (mmWave)



Frequências em 5G

- Low band:
  - Frequências até 1GHz
  - maior área de cobertura (outdoor e indoor) similar as atuais
  - faixas de frequências de 100 MHz
  -espectro congestionado
- Mid band:
  - Frequências entre 1 GHz e 6 GHz
  - Banda mais amplamente usada
  - Antenas pequenas permitindo uso de MIMO massivo
  - Faixas de frequência de 100MHz
- High band (mmWave):
  - Frequências acima de 28 GHz
  - Grandes atenuações, área de cobertura pequena
  - Antenas muito pequenas permitindo MIMO massivo
  - Espectro vazio, grandes larguras de banda, faixas de frequência de 400 MHz

Alocação de Frequências em 5G



Early Alignments on spectrum

Europe, Middle East, Asia (NA)	3.5GHz
Japan, China	4.5 GHz
Europe, Middle East (China)	26 GHz
NA, Korea, Japan	28 GHz
NA (China)	39 GHz

3GPP Band specifications

Rel 15 specifies bands for all Early 5G Spectrum

Rel 15 specifies large number of 5G/LTE comb.

26/28 will be two bands (24.25-27.5 and 26.5-29.5GHz)

3.5 : plan for 3.3-4.2GHz to be decided

Situação do 5G na Europa

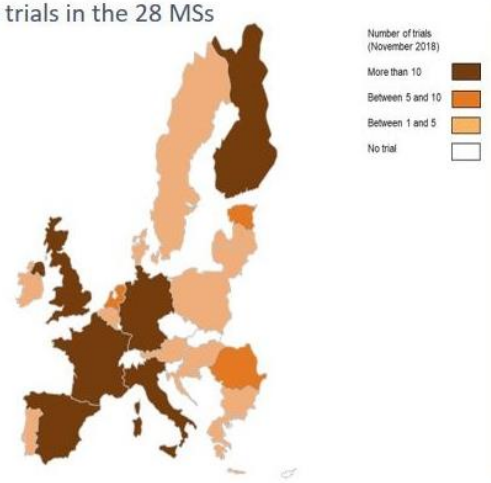
Source: 5G Observatory report ii

9
5G roadmaps and national plans

Nine Member States have published national 5G roadmaps (Austria, Finland, France, Germany, Luxembourg, Netherlands, Spain, Sweden, and the UK) and several others are in the process.

138
5G TRIALS

138 5G trials in the 28 MSs



10
5G CORRIDORS

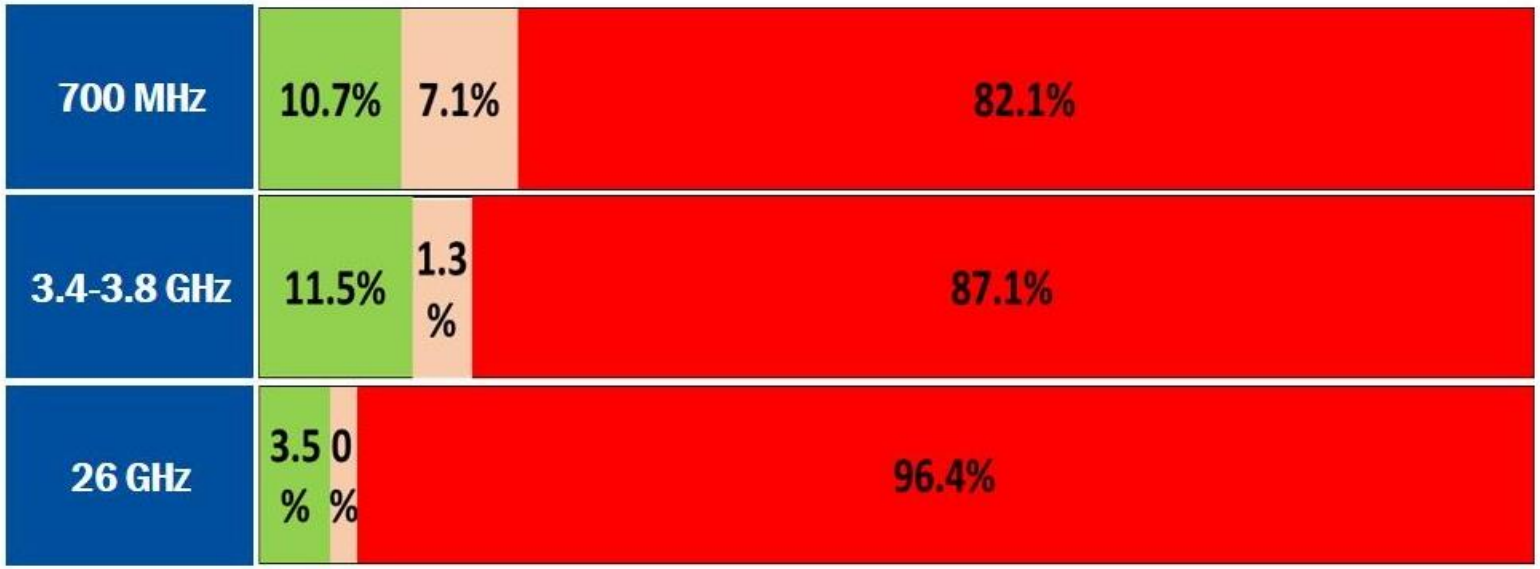
10 "digital cross-border corridors" established

6.7%
5G PIONNER SPECTRUM

Assigned and usable in 2020

Assigned but not usable in 2020

Not assigned



Situação do 5G nos EUA

	Low-band Great coverage	Midband Good coverage	High-band Poor coverage
Verizon	Coming late 2020	X	>1Gbps
T-Mobile	≥LTE	≥500Mbps	>1Gbps
AT&T	≥LTE	X	>1Gbps

Situação do 5G no Brasil

- Em julho/2021 está previsto pela Anatel o leilão das faixas de frequência em quatra bandas:
  - 700 MHz (low band)
  - 2,3 GHz (mid band)
  - 3,5 GHz (mid band)
  - 26 GHz (high band)

- Hoje a faixa de 3,5 GHz é usada pelas antenas parabólicas de TV analógica que serão transferidas para a faixa de banda Ku (entre 10,7 GHz e 18 GHz)

- A exigência de mais antenas nas faixas de 26 GHz e as demandas de cobertura da Anatel são vistos como desafios pelo setor de telecomunicações

5G DSS

- 5G DSS (Dynamic Spectrum Sharing) é uma tecnologia que permite o compartilhamento das frequências do 4G LTE com os usuários de 5G.
- A transmissão do sinal combinado LTE + 5G deve ser decodificado pela EU:
  - A UE do 5G decodifica a parte 5G do sinal combinado
  - A UE do LTE decodifica a parte 5G do sinal combinado
  - UE com LTE e 5G decodificam ambos os sinas LTE e 5G do sinal combinado
- O compartilhamento LTE e 5G deve ser transparente para os equipamentos LTE
- Velocidades maiores que o LTE (até 400 Mbps) mas menores que o 5G “puro”

Obrigado!