





Redes de Computadores

Redes Móveis

O que são rede Móveis?

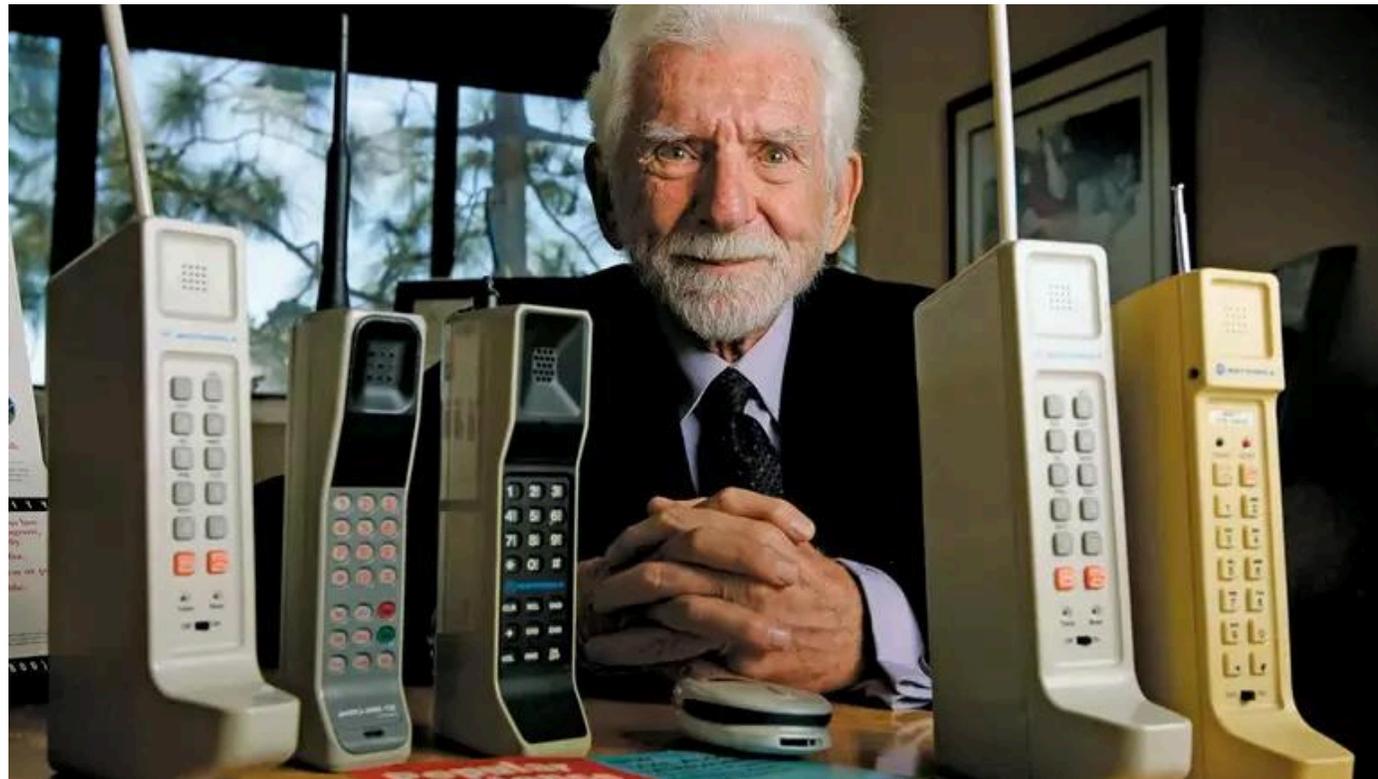
Uma rede móvel é uma infraestrutura de comunicação **sem fio** que permite a conectividade e comunicação entre dispositivos móveis, fornecendo serviços como chamadas de voz, mensagens e acesso à Internet.

História



História

- 1973.
- Martin Cooper.



História

- Motorola DynaTAC 8000X.
- Primeiro celular comercializado em 1983.
- Peso 1,1 kg
- Autonomia de bateria: 20 a 30 minutos.



Primeira Geração

1G



Ano 1991

Padrões AMPS, TACS

Tecnologia Analógica

Largura de banda -

Taxa de dados -

Segunda Geração

2G



Ano	1991
Padrões	GSM, GRPS, EDGE
Tecnologia	Digital
Largura de banda	Banda larga
Taxa de dados	< 80 - 100 Kbits/s



SMS/MMS

Terça Geração

3G



Ano 2001

Padrões UMTS/HSPA

Tecnologia Digital

Largura de banda Banda larga

Taxa de dados Mais de 2Mbps/s

 SMS/MMS

 Acesso à internet

 TV pelo celular

 Chamadas de vídeo

Quarta Geração

4G



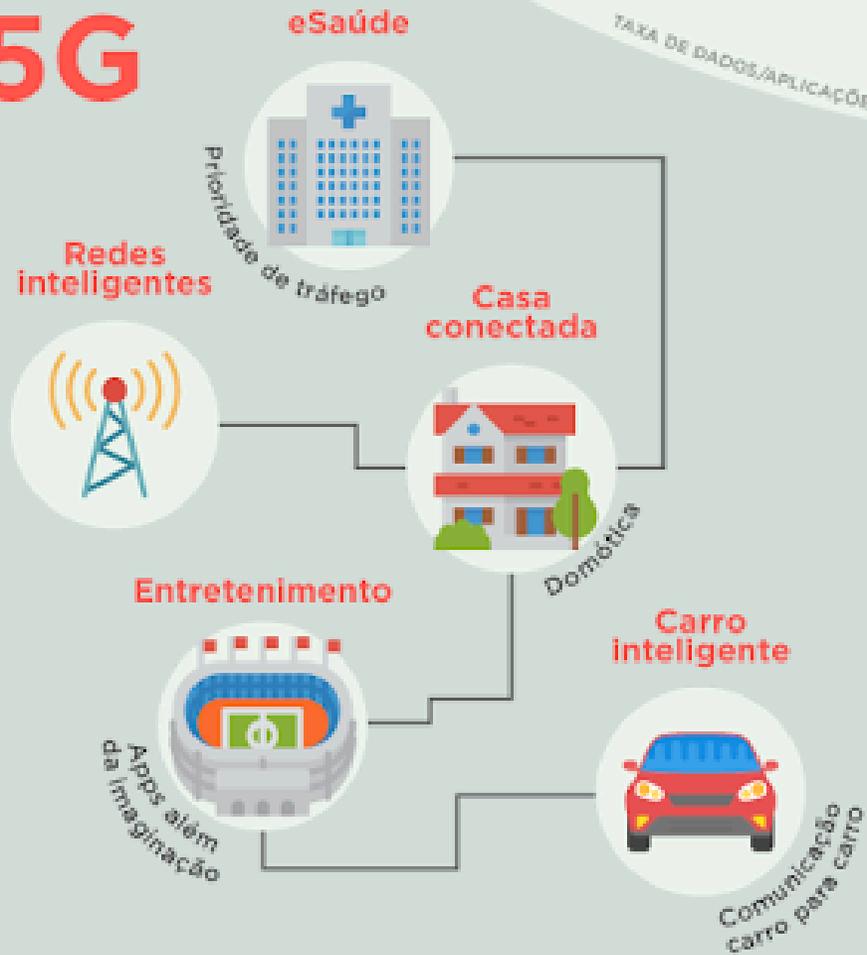
Ano	2010
Padrões	LTE, LTE Avançado
Tecnologia	Digital
Largura de banda	Banda larga móvel
Taxa de dados	Experiência xDSL

1h de filme HD em 6 minutos

-  SMS/MMS
-  Acesso à internet
-  TV pelo celular
-  Chamadas de vídeo
-  Serviços de jogos
-  Serviços em nuvem

Quinta Geração

5G



Ano 2020-2030

Padrões -

Tecnologia Digital

Largura de banda Conectividade onipresente

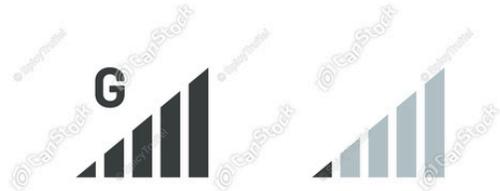
Taxa de dados Experiência por fibra

1h de filme HD em 6 segundos

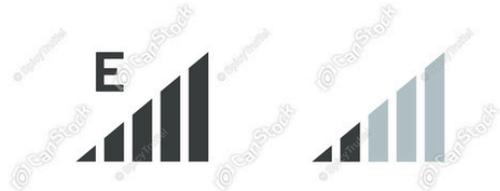
- Mensagens instantâneas
- Chamadas de vídeo
- Acesso à internet
- Serviços de jogos
- TV HD pelo celular
- Emergência 190
- TV 3D pelo celular

Pessoas e coisas

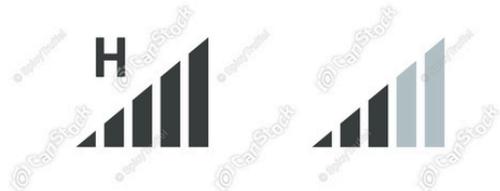
Padrões



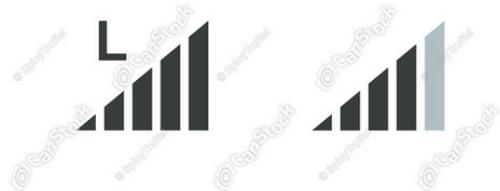
G -> GPRS -> 2.5



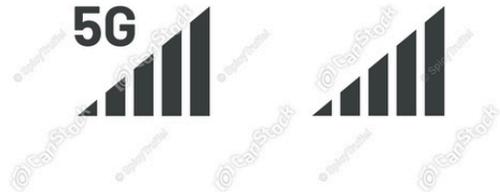
E -> EDGE -> 2.75



U -> UMTS -> 3G



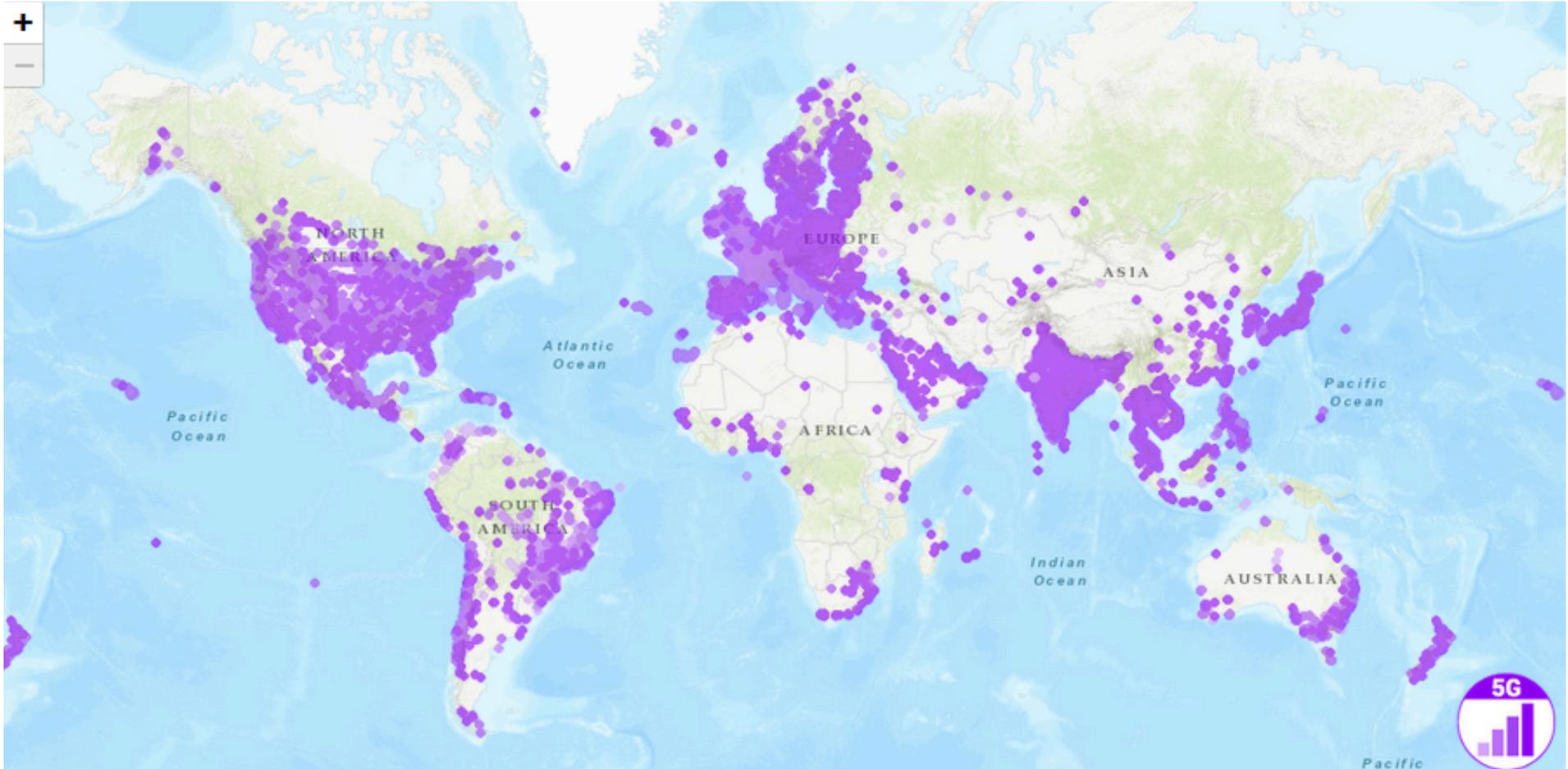
H ou H+ -> 3G+



LLTE ou LTEA -> 4G

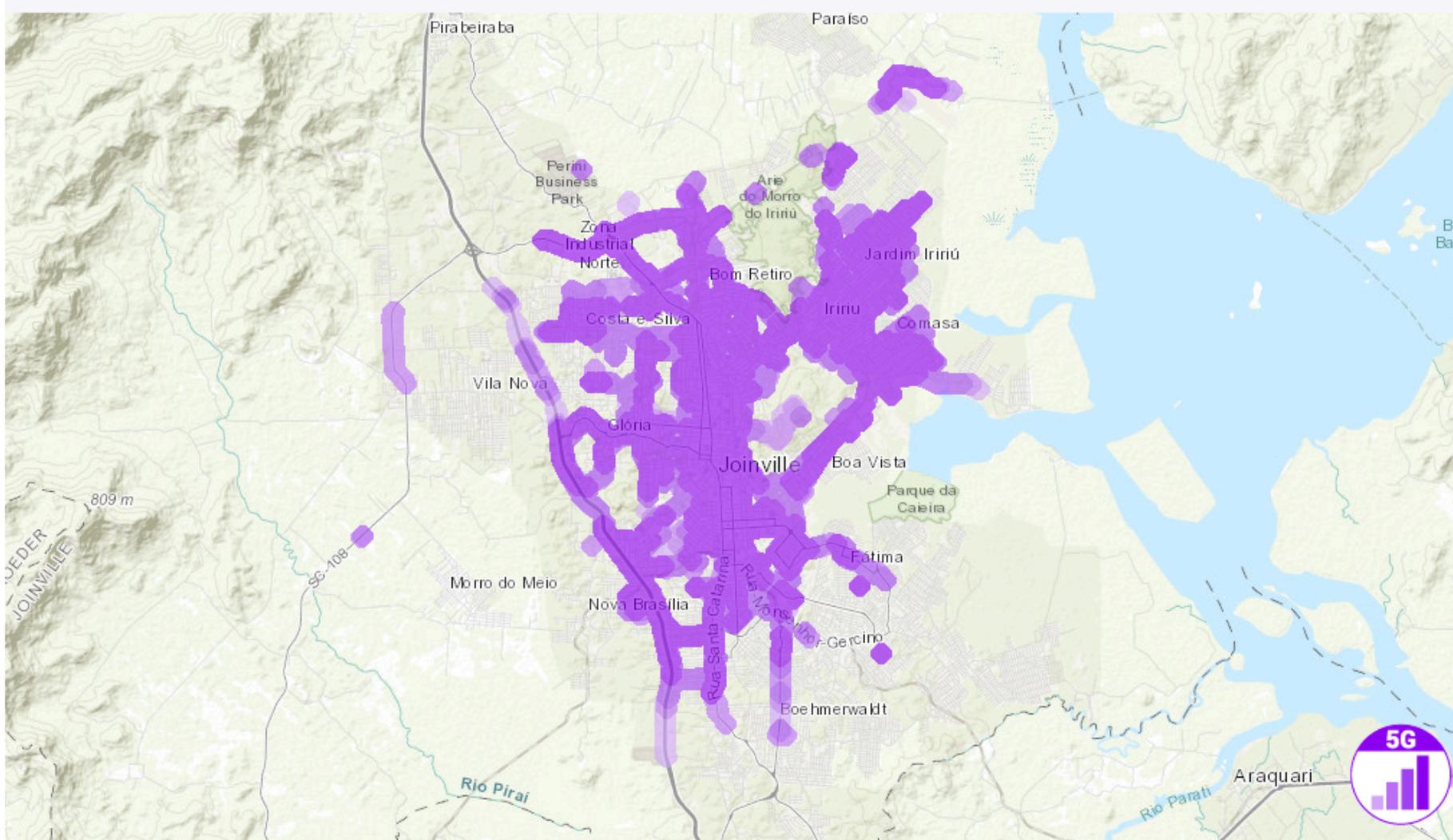
5G

Áreas de Cobertura



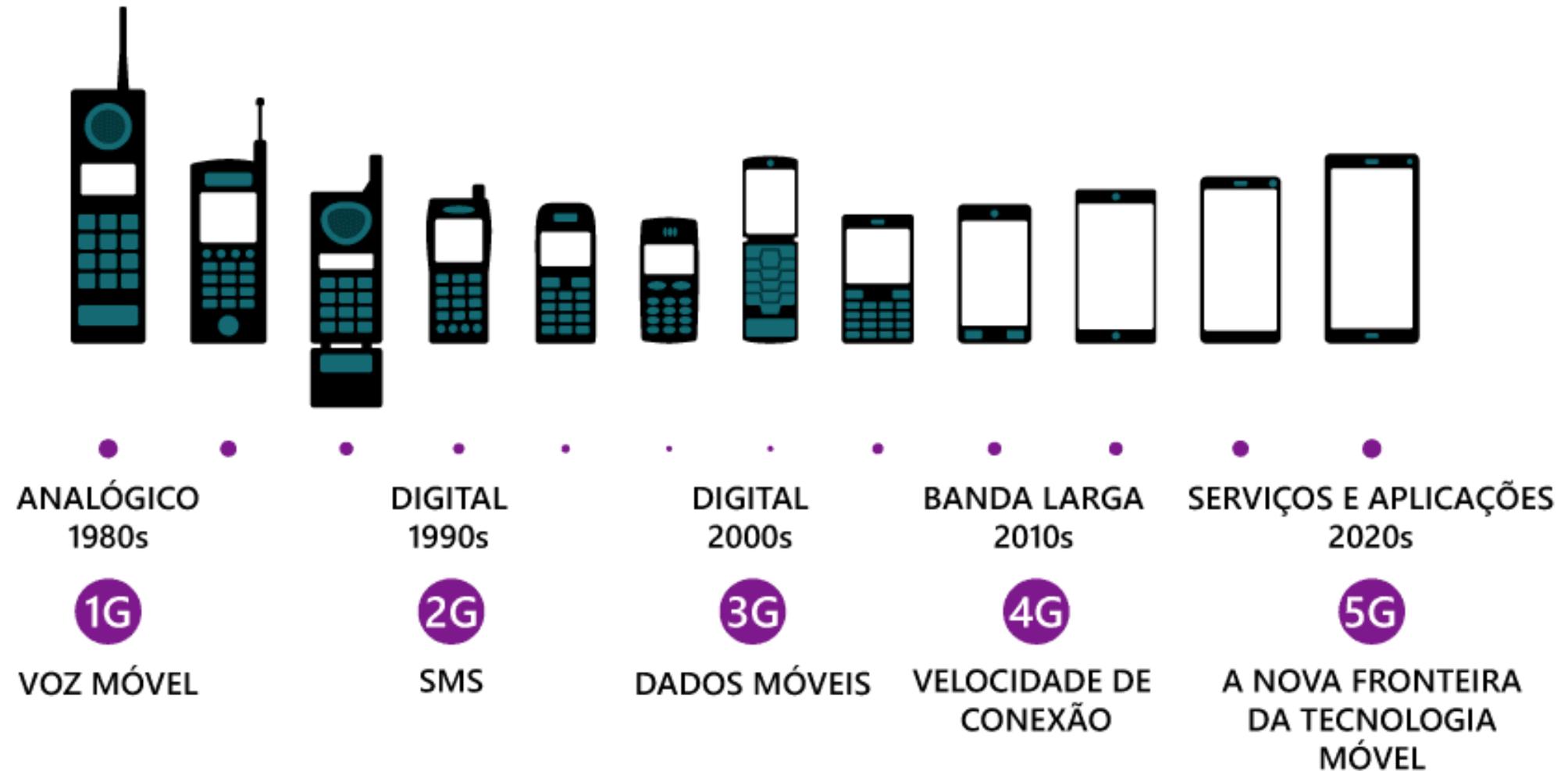
Acesse o Link: <https://www.nperf.com/en/map/BR/-/161704.Vivo-Mobile/signal/>

Áreas de Cobertura



Acesse o Link: <https://www.nperf.com/en/map/BR/-/161704.Vivo-Mobile/signal/>

Evolução



Antenas de Telefonía

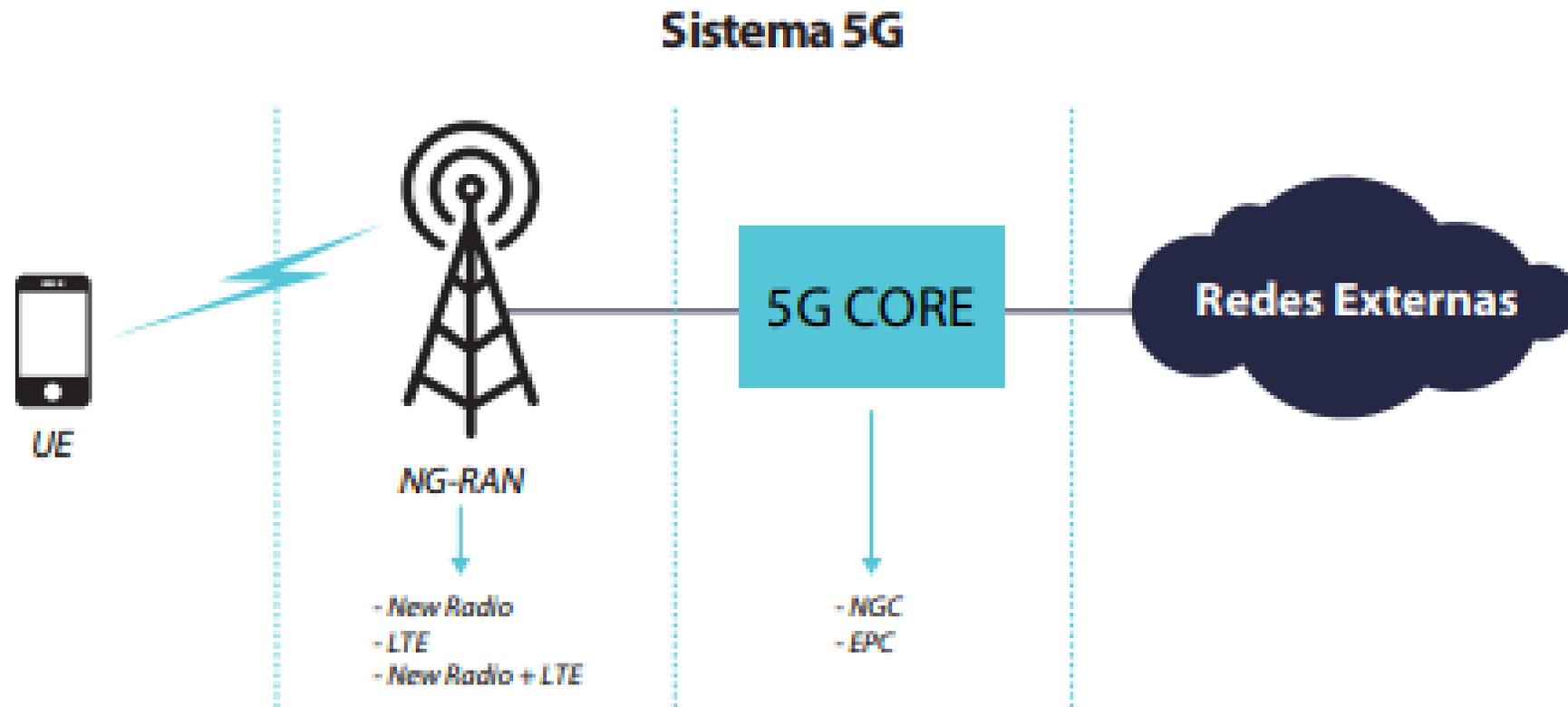


Antenas de Telefonia

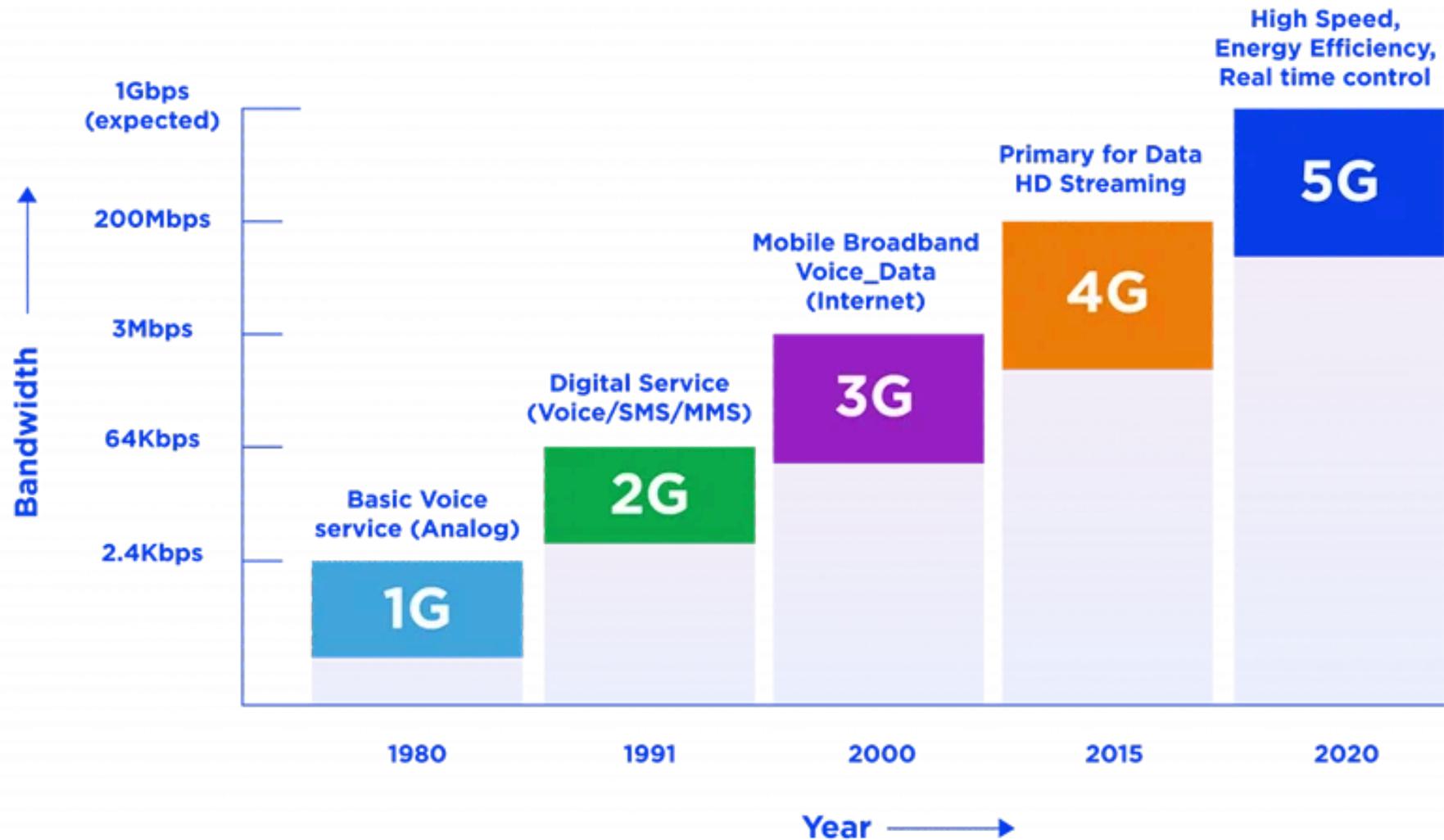


Link: <https://condominiosc.com.br/jornal-dos-condominios/tecnologia-e-inovacao/4776-chegada-do-5g-pode-afetar-renda-dos-condominios-em-longo-prazo>

Arquitectura



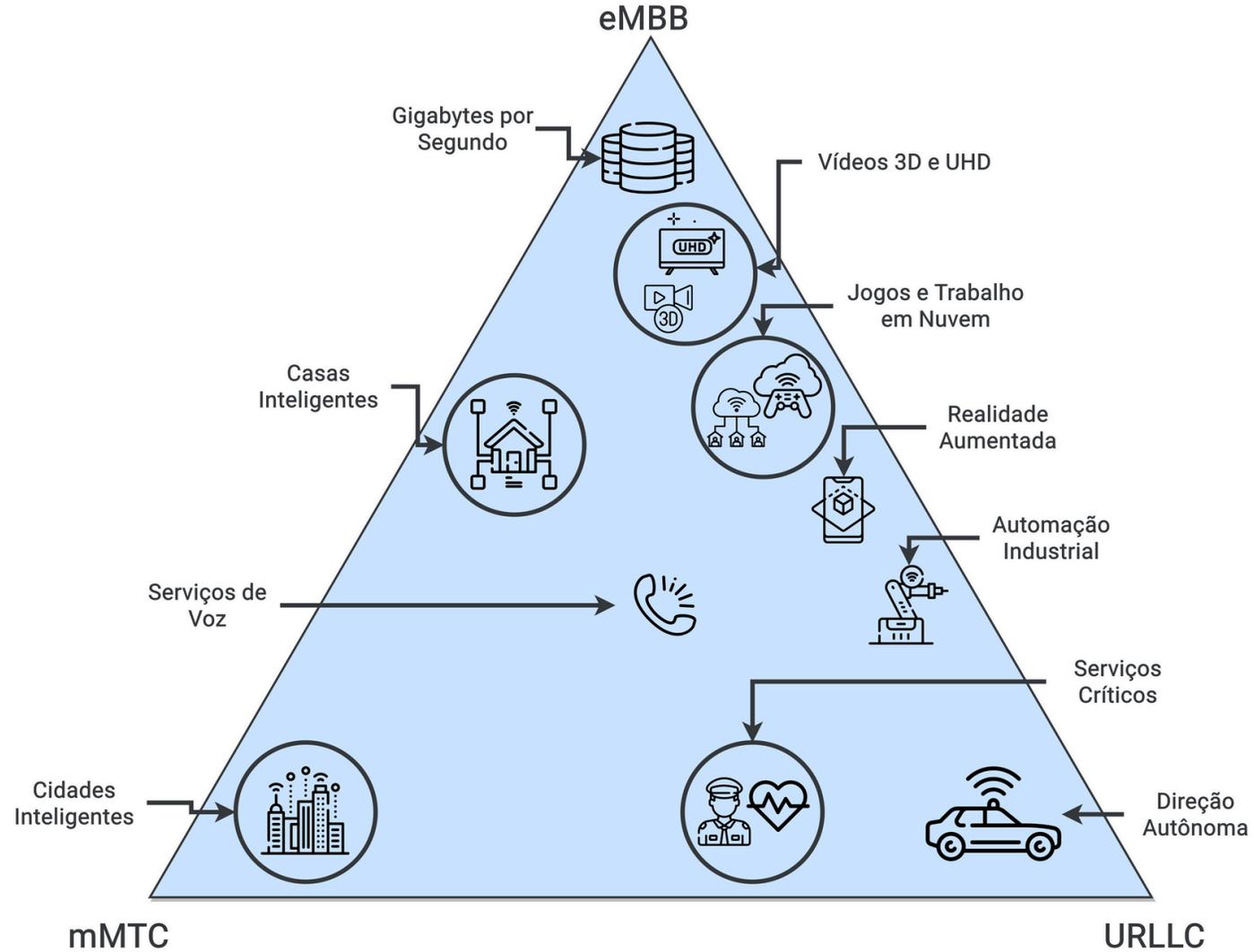
Evolução da velocidade



4G vs 5G

		4G	5G
	Deployment	2006-10	2020
	Bandwidth	200mbps	>1gbps
	Latency	20-30 milliseconds	<10 milliseconds
	Average Speed	25 mbps	200-400 mbps

Por que 5G?



Objetivos da 5G

eMBB - Alta velocidade: A 5G oferece velocidades de internet significativamente mais rápidas, permitindo transferências de dados instantâneas e experiências em tempo real.

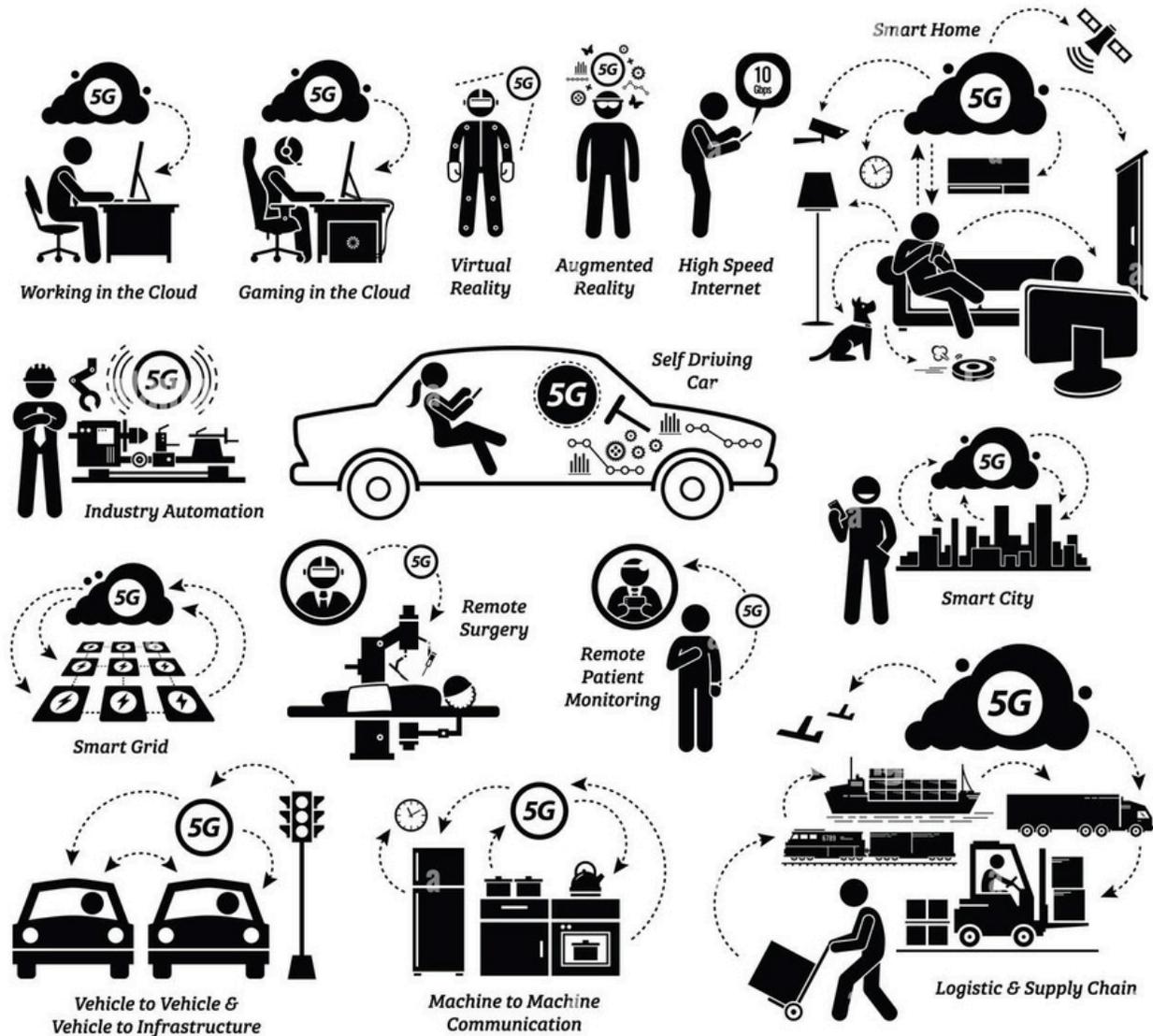
URLLC - Latência ultrabaixa: Com uma latência extremamente baixa, a 5G reduz o tempo de resposta entre dispositivos, possibilitando aplicações sensíveis ao tempo, como carros autônomos e cirurgias remotas.

mMTC - Conectividade massiva: A 5G tem a capacidade de conectar um grande número de dispositivos simultaneamente, criando uma rede robusta e eficiente para a Internet das Coisas (IoT) e tornando possível a comunicação entre bilhões de dispositivos.

Por que 5G?

Os primeiros estudos iniciaram em 2016.

A meta era de implantação até 2020.



IoT (*Internet of Things*)

A Internet das Coisas (IoT) é uma tecnologia que conecta diferentes objetos do nosso cotidiano à internet, permitindo que eles se comuniquem entre si e com os usuários.

Esses objetos podem ser desde eletrodomésticos, como geladeiras e lâmpadas, até dispositivos de monitoramento de saúde ou de controle industrial.

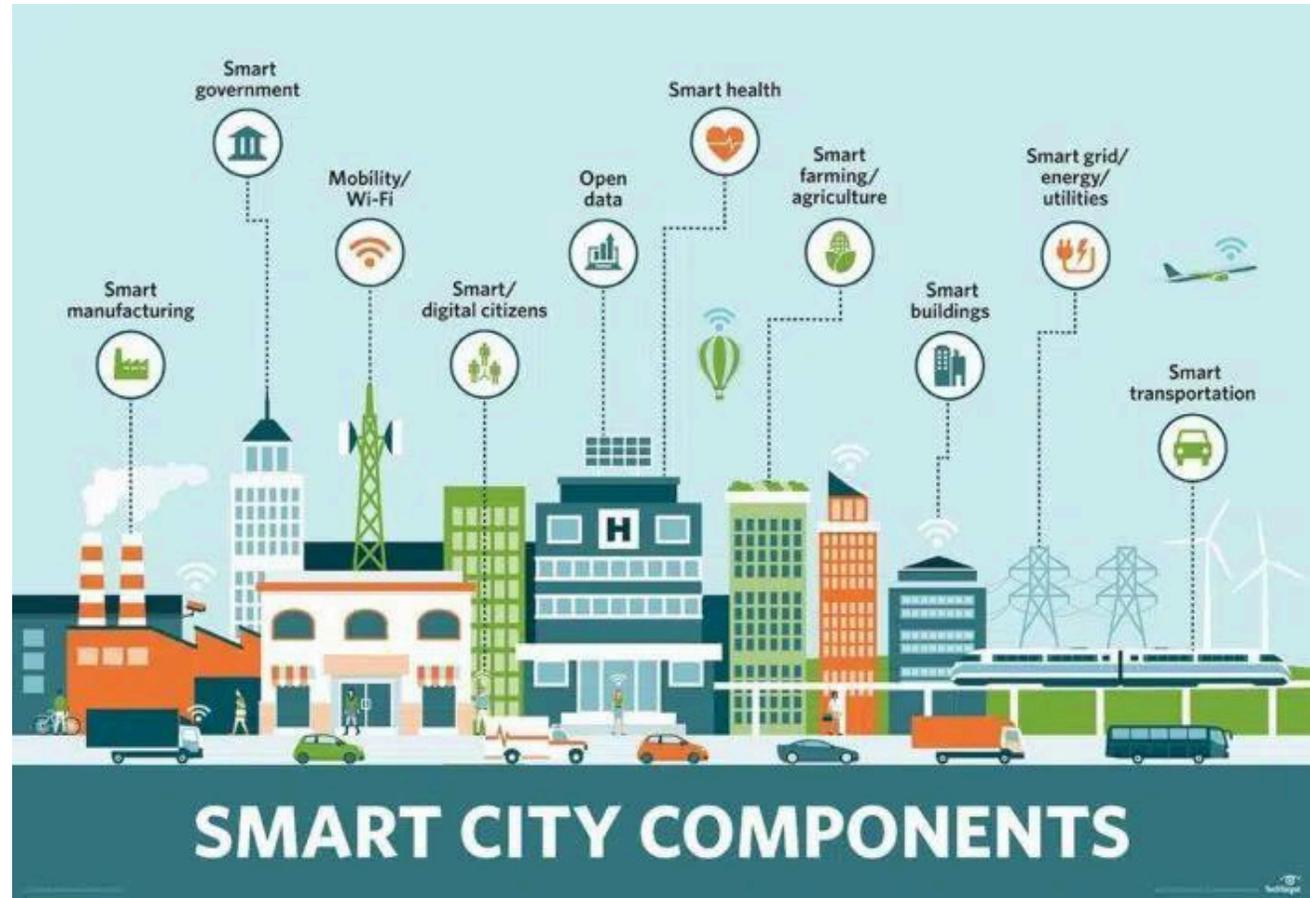
Através dessa conexão, os objetos podem coletar dados, trocar informações e executar ações automatizadas, proporcionando maior comodidade, eficiência e melhorando a nossa qualidade de vida.

IoT (Internet of Things)

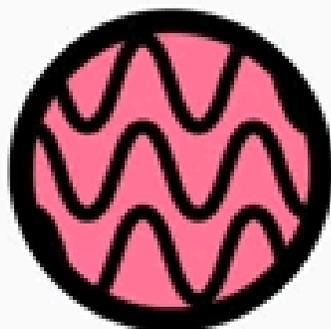


Cidades Inteligentes

- Kansas City, Missouri
- San Diego, California
- Columbus, Ohio
- New York City, New York
- Toronto, Canada
- Singapore
- Vienna, Austria
- Barcelona, Spain
- Tokyo, Japan
- Reykjavik, Iceland
- London, England
- Melbourne, Australia
- Dubai, United Arab Emirates
- Hong Kong, China



Como?



**Millimeter
Waves**



Small Cell



**Massive
MIMO**



Beamforming



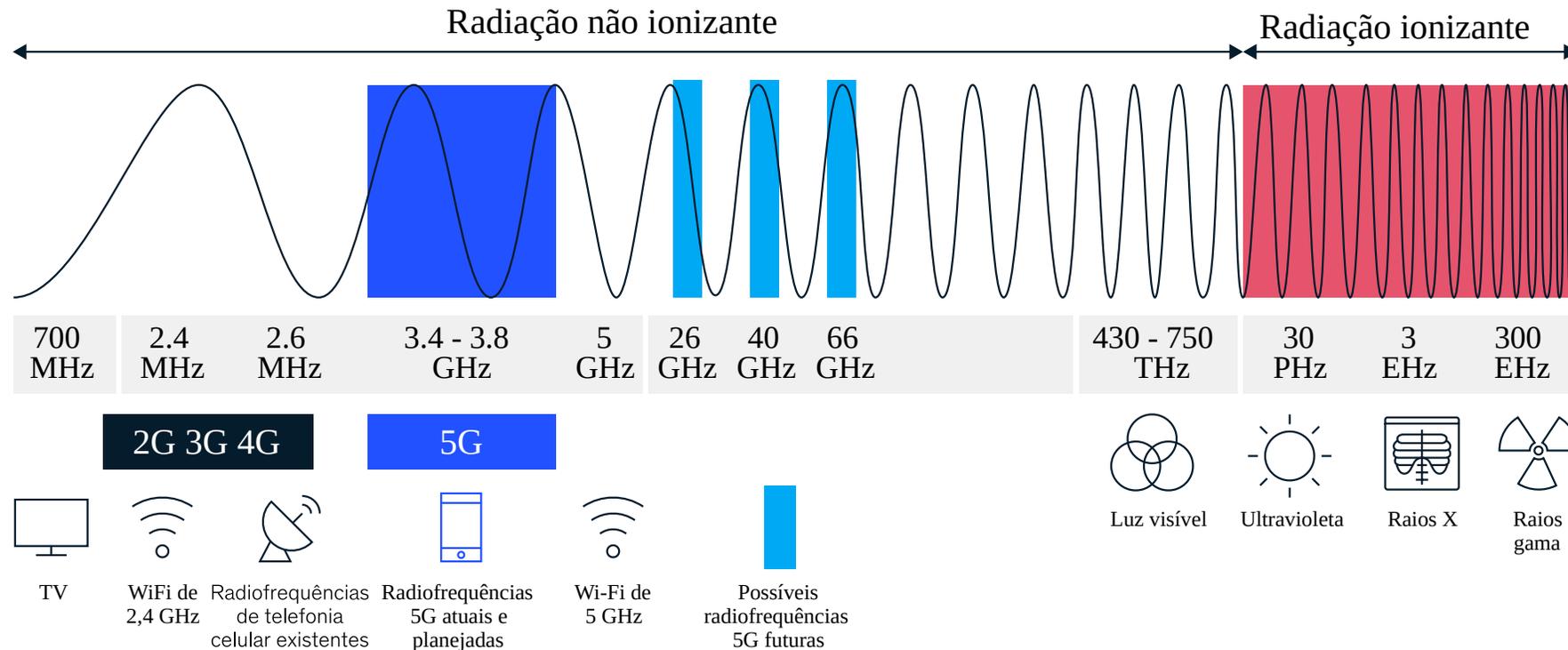
Full Duplex

Ondas Milimétricas

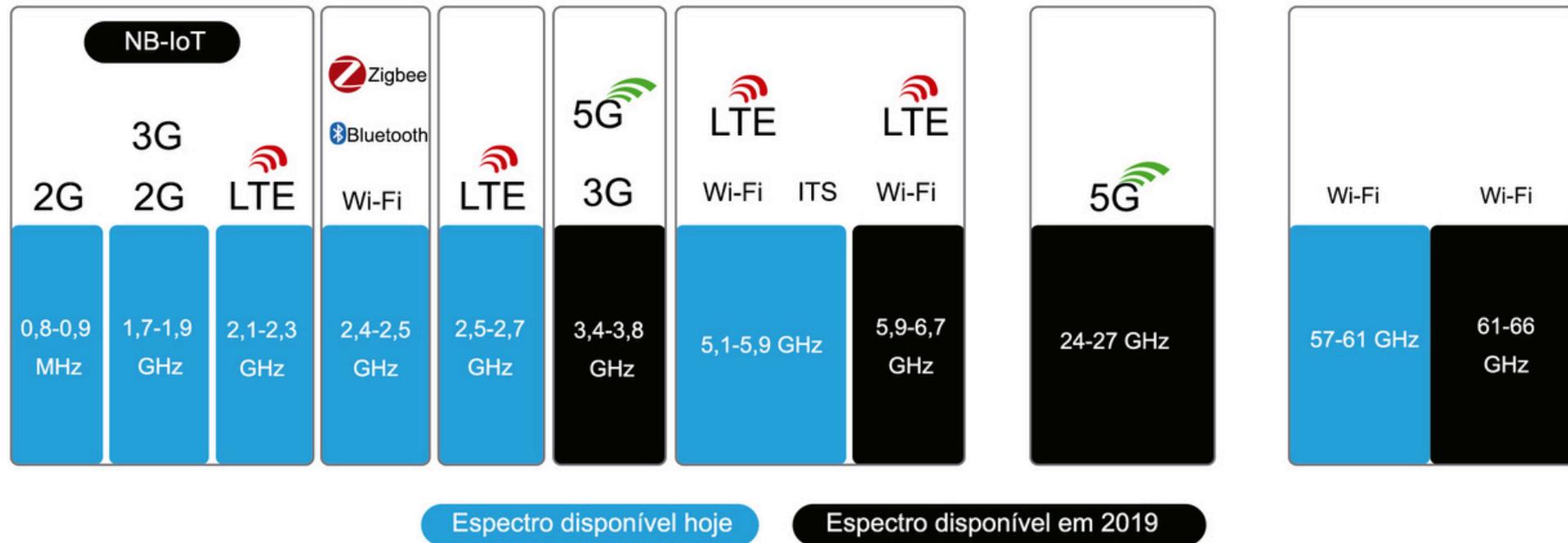
As ondas milimétricas do 5G referem-se a frequências muito altas, na faixa dos milímetros, que permitem transmitir grandes quantidades de dados em velocidades ultrarrápidas, mas têm alcance limitado e são facilmente bloqueadas por obstáculos físicos.

Ondas Milimétricas

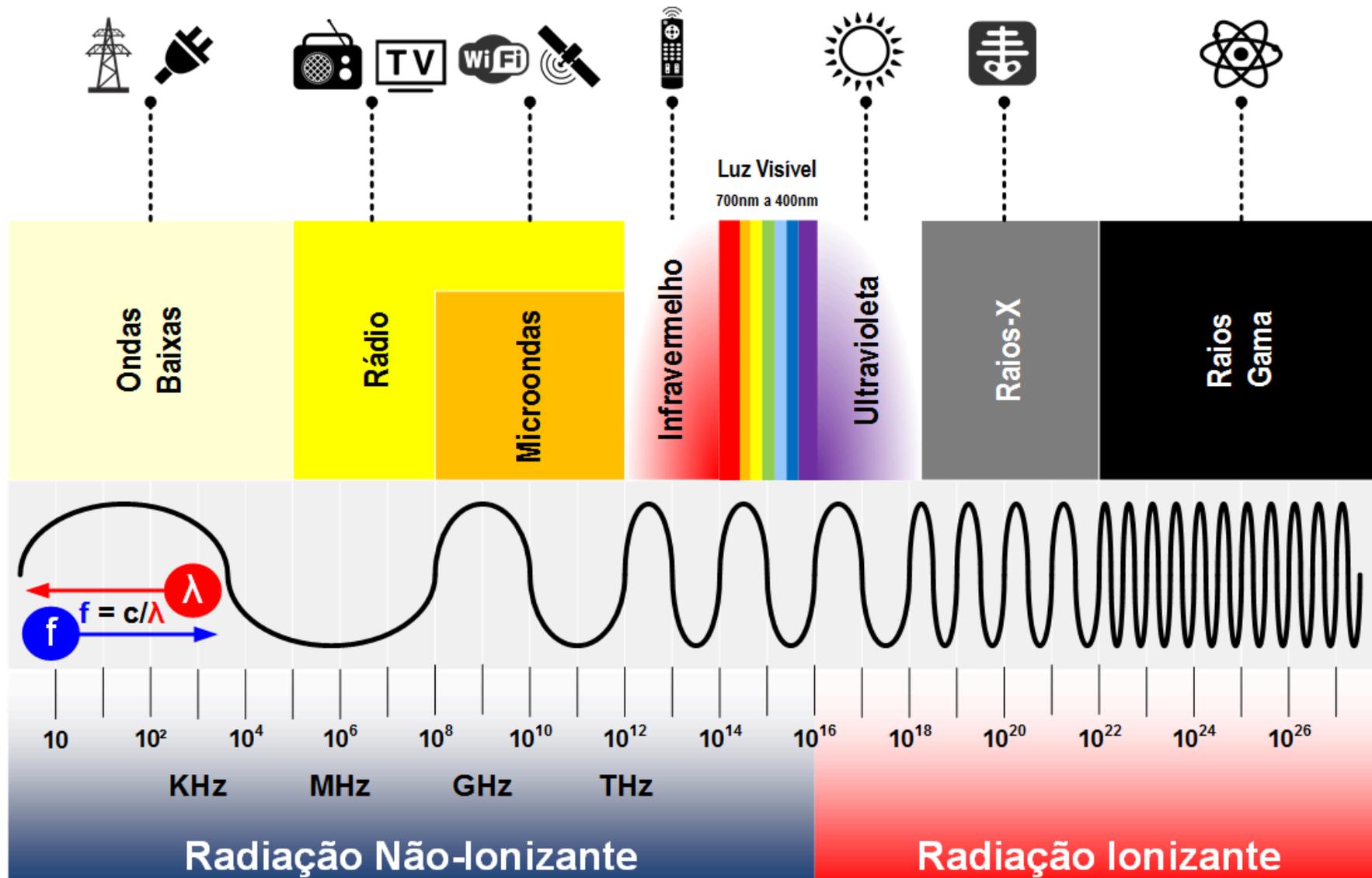
O Espectro Eletromagnético



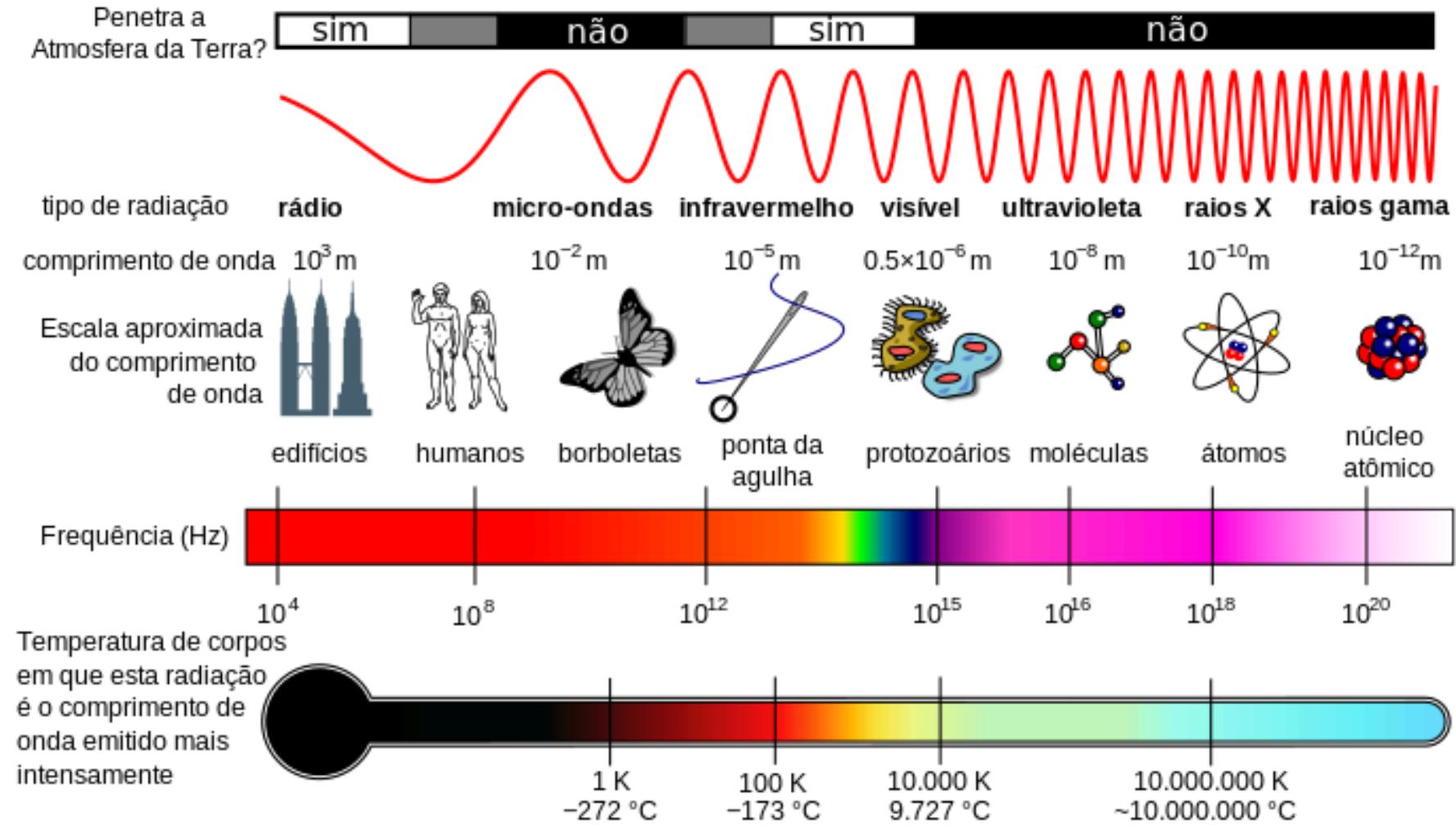
Espectro Eletromagnético



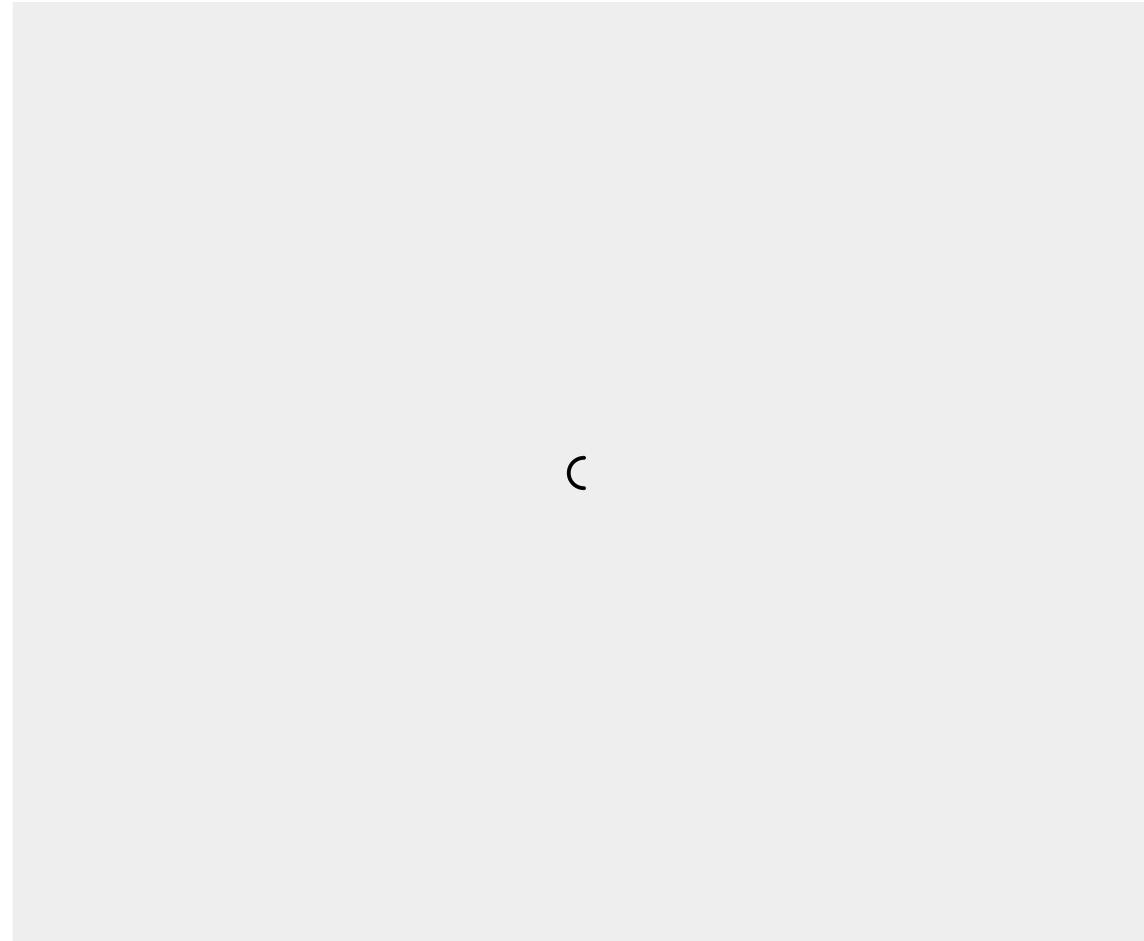
Espectro Eletromagnético



Espectro Eletromagnético



Leilão do Espectro

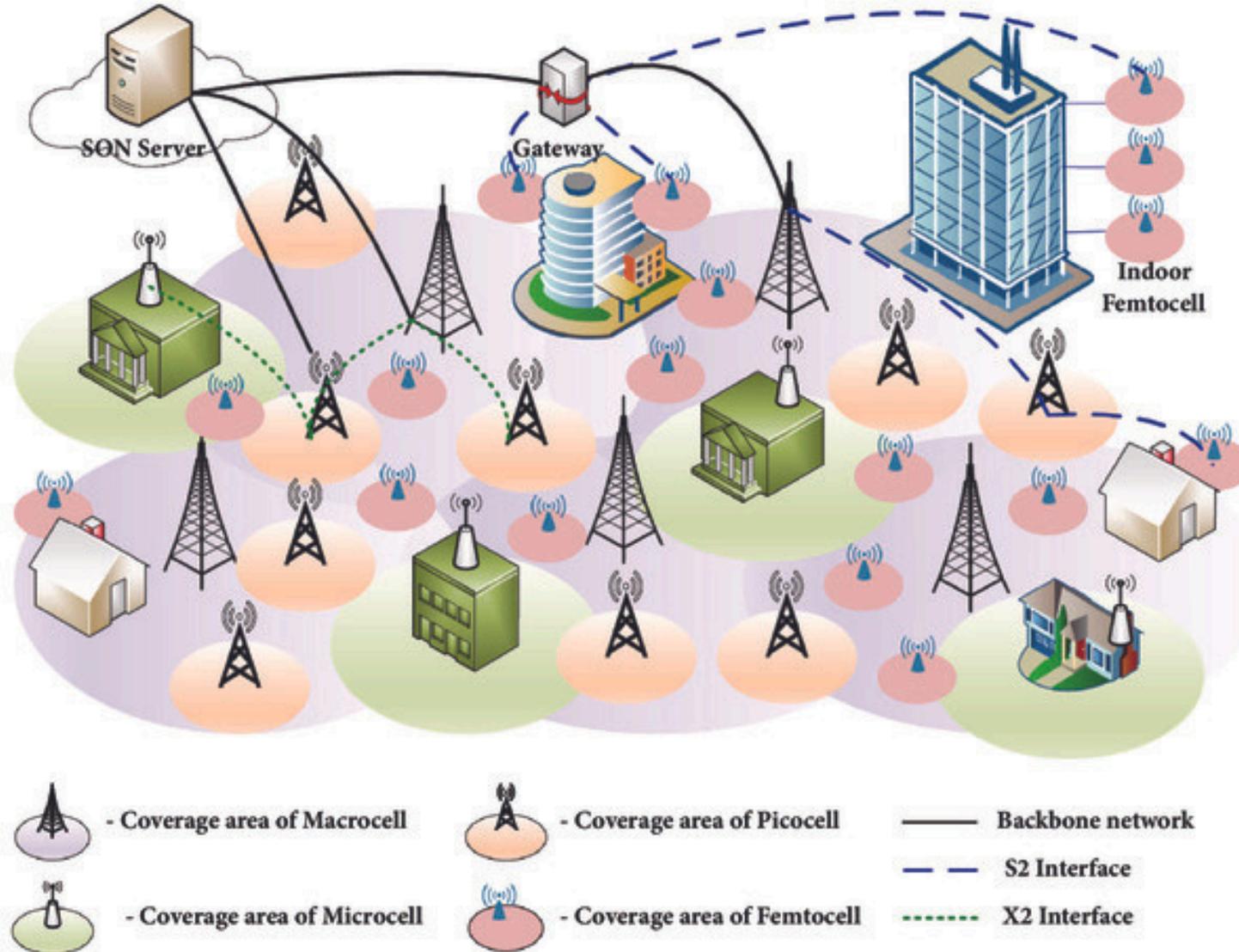


[Link: https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/11/04/vencedoras-do-leilao-do-5g.ghtml](https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/11/04/vencedoras-do-leilao-do-5g.ghtml)

Small Cells

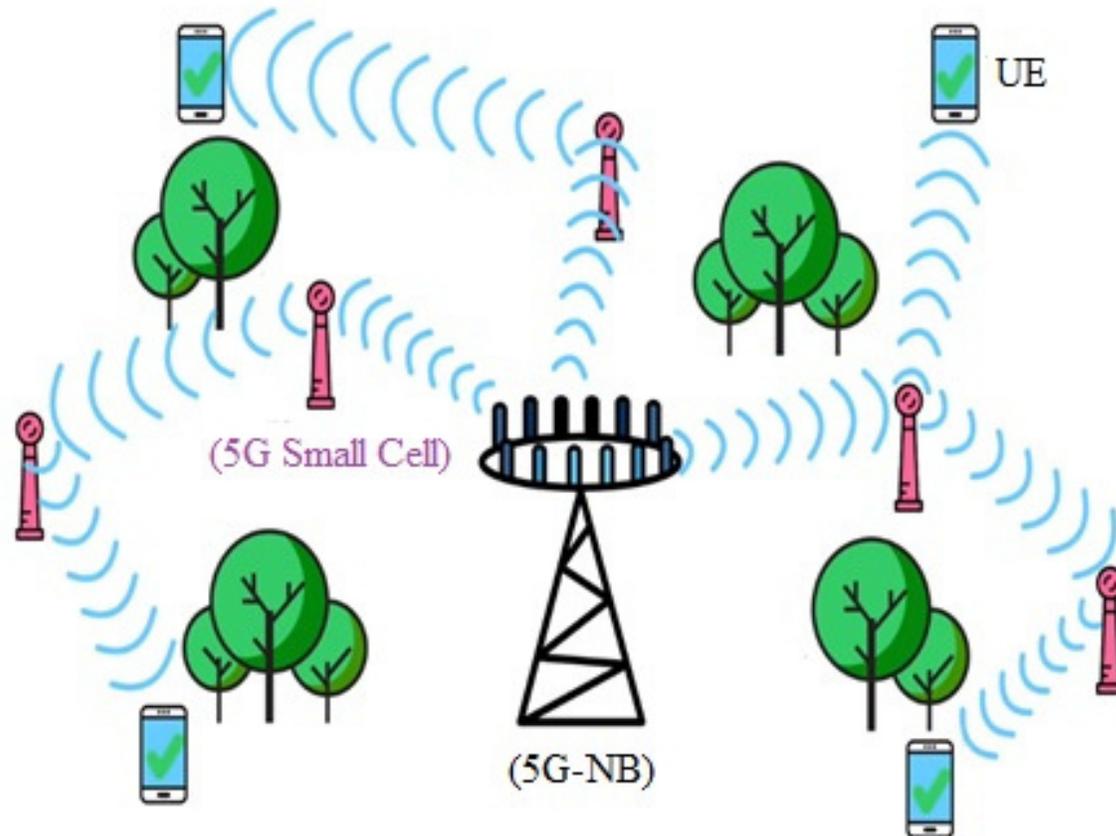
- Small cells são dispositivos compactos e autônomos utilizados na rede 5G para fornecer cobertura adicional e capacidade em áreas de alta densidade de tráfego, melhorando a conectividade e a experiência do usuário.
- Os pontos de sombra referem-se a áreas onde o sinal de rede móvel é atenuado ou bloqueado devido a obstáculos físicos.
- As altas frequências utilizadas no 5G, como ondas milimétricas, têm dificuldade em ultrapassar obstáculos físicos, resultando em áreas de sombra onde o sinal pode ser atenuado ou bloqueado por edifícios, vegetação densa ou outros obstáculos, afetando a cobertura e a conectividade nessas áreas.

Small Cells



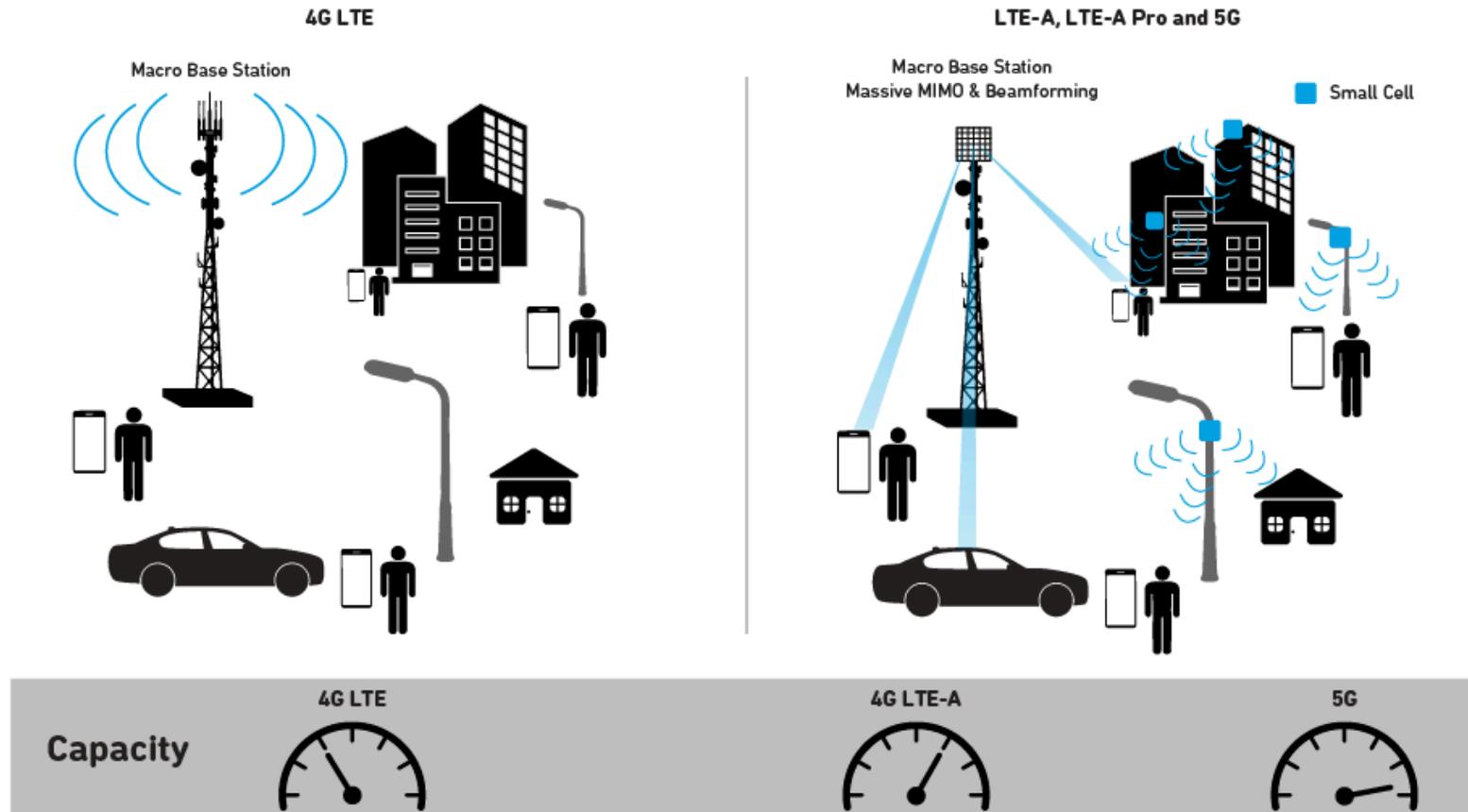
Massive MIMO

O massive MIMO na tecnologia 5G utiliza múltiplas antenas na estação base para **aumentar a capacidade** e melhorar o desempenho das redes sem fio.



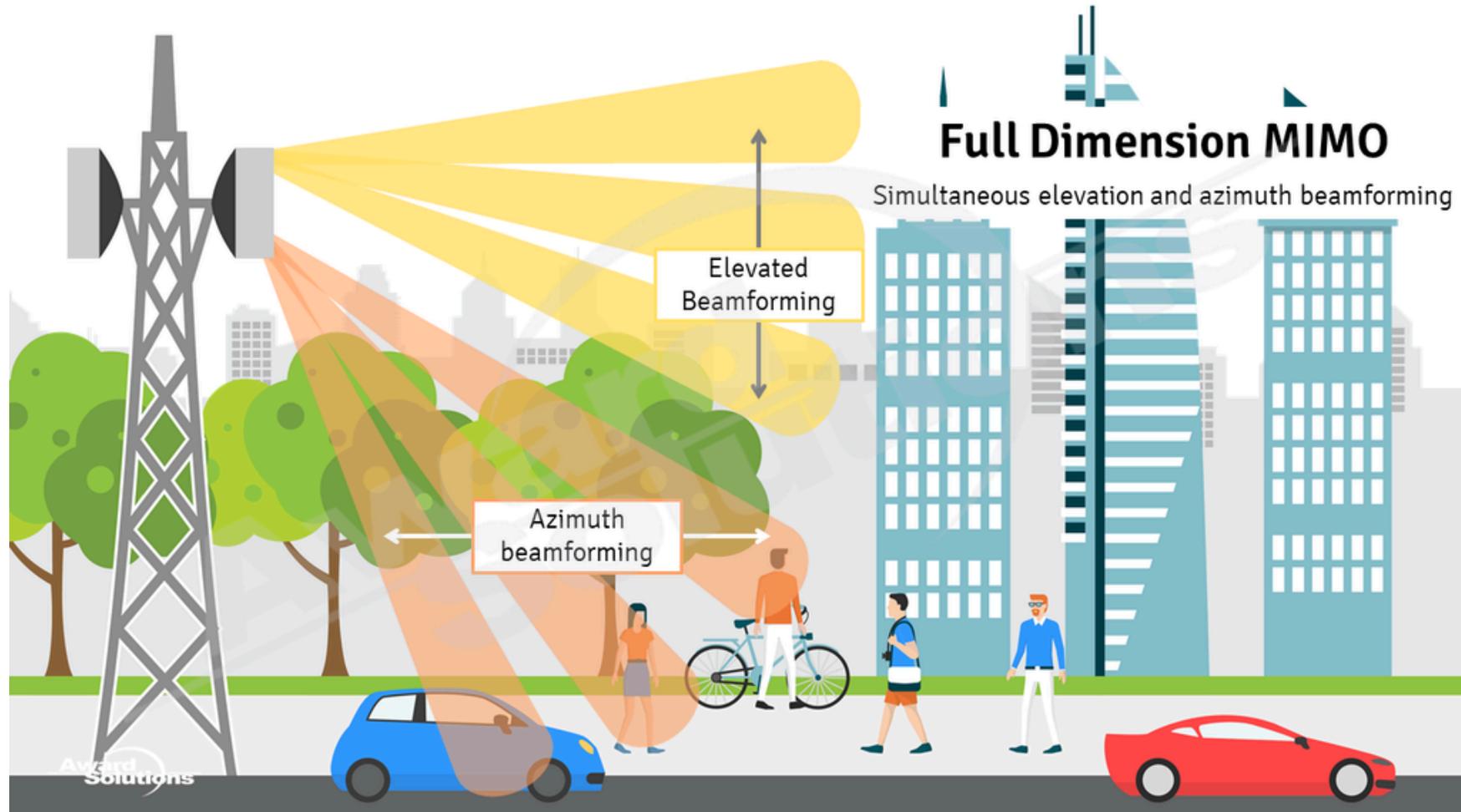
Massive MIMO

A heterogeneous network with Massive MIMO and small cells



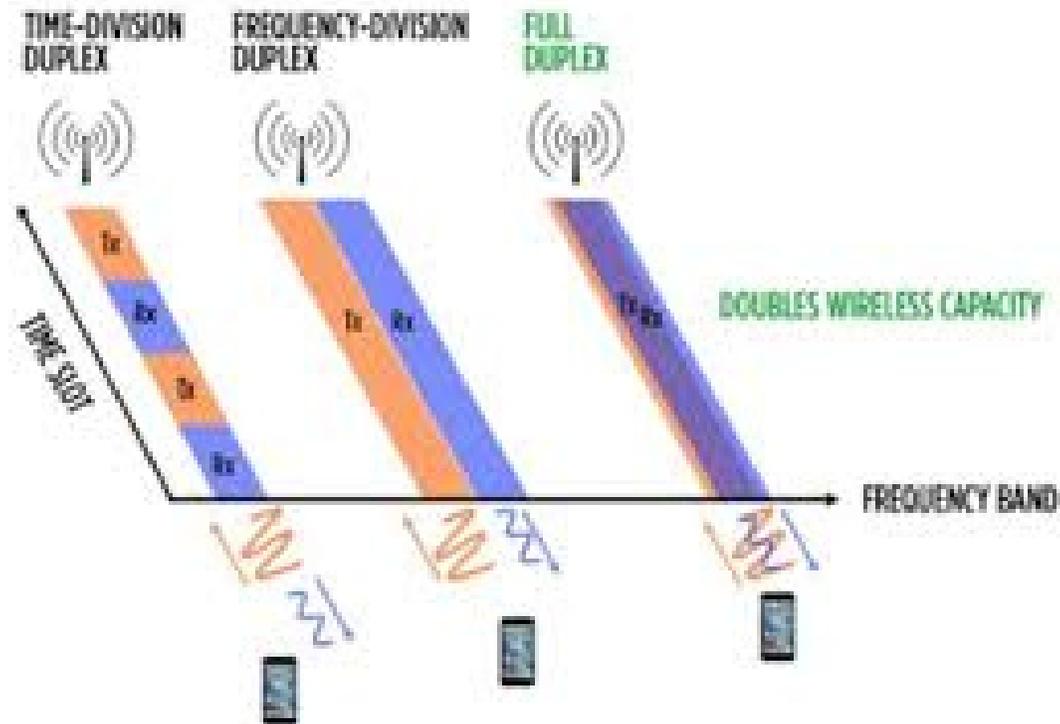
Beamforming

O beamforming na tecnologia 5G **direciona o sinal** de transmissão de forma precisa, melhorando a eficiência e qualidade das comunicações sem fio.



Full Duplex

O full duplex no 5G permite a **transmissão simultânea** de dados em duas direções, melhorando a eficiência da rede ao permitir envio e recebimento de dados ao mesmo tempo em uma mesma frequência.



Referências

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. Redes de Computadores e a Internet. São Paulo: Person, v. 28, 2006.

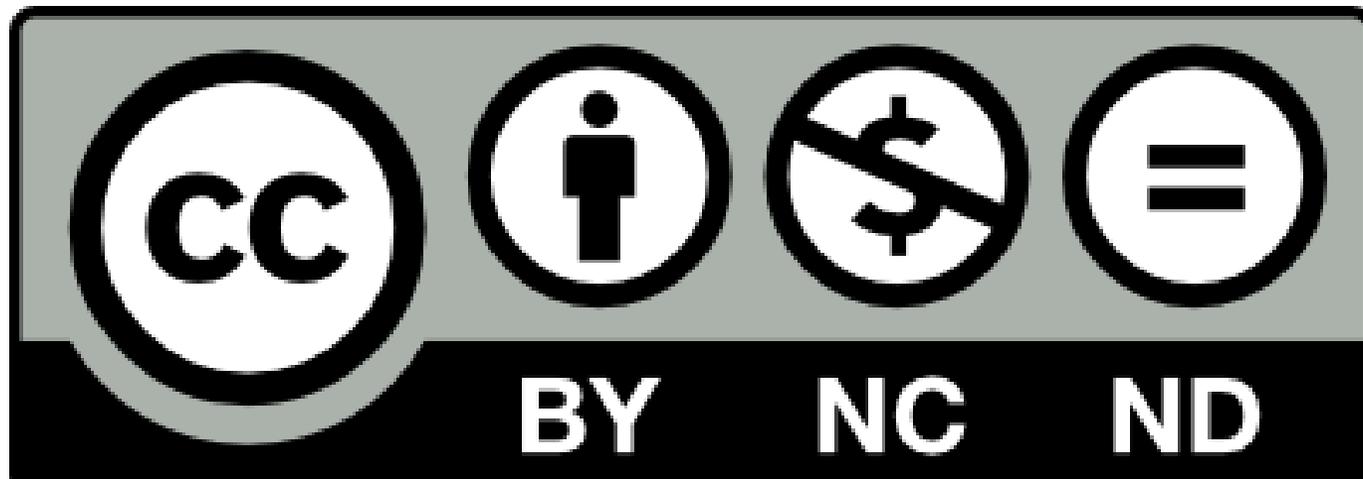
(TANENBAUM, 2021) TANENBAUM, Andrew.; FEAMSTER, Nick; WETHERALL, David. Redes de Computadores. 6.ed. São Paulo: Pearson. Porto Alegre: Bookman, 2021. Tradução de Daniel Vieira.

(FOROUZAN, 2010) FOROUZAN, Behrouz A. Comunicação de dados e redes de computadores. 4.ed. Porto alegre: AMGH. Tradução de Ariovaldo Griesi. Revisão técnica de Jonas Santigado de Oliveira.

Bibliografia Complementar

OLIVEIRA, Lidiano AN; ALENCAR, Marcelo S.; LOPES, Waslon Terllizzie A. Evolução da Arquitetura de Redes Móveis Rumo ao 5G. Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação, v. 8, n. 2, p. 43-50, 2018.

**Estes *slides* possuem direitos autorais reservados por uma licença
Creative Commons:**



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

<https://br.creativecommons.net/licencas/>



Redes de Computadores