

5G

Da Arquitetura aos Negócios



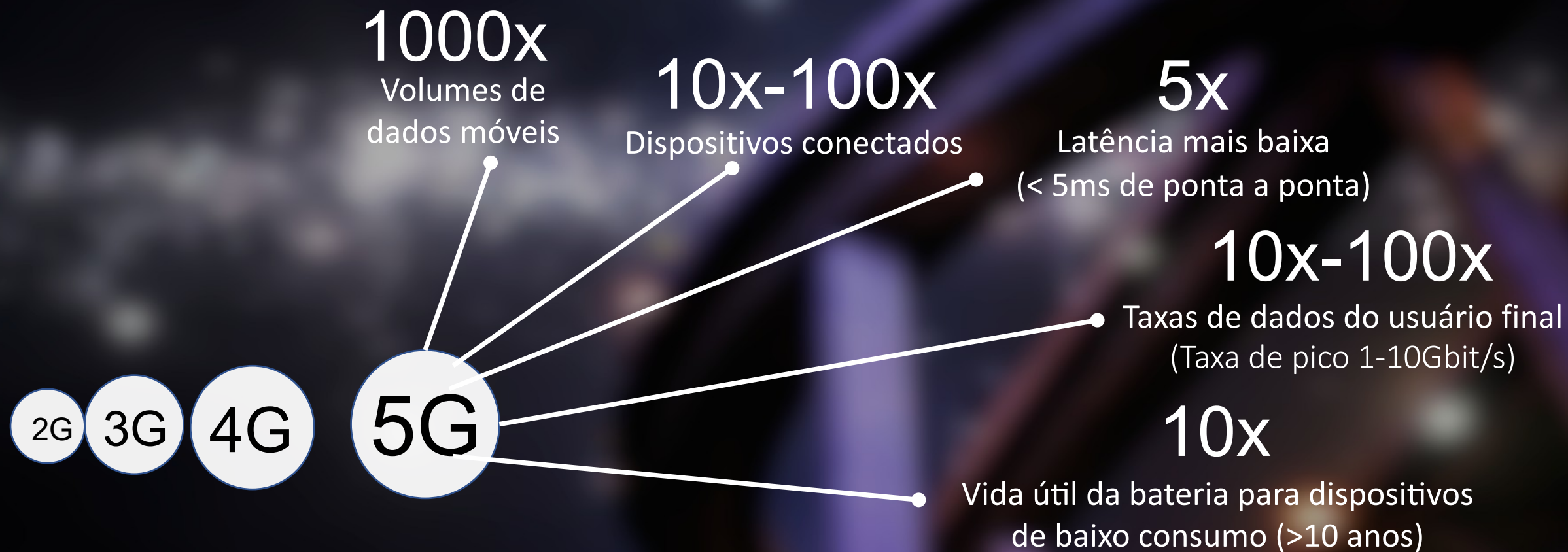
Agenda

- ❑ Arquitetura: O que muda da arquitetura 4G para o 5G?
- ❑ IoT: Como o 5G contribui para a Internet das Coisas?
- ❑ 5G Privativo: Vale a pena?
- ❑ Players da cadeia de valor: Fornecedores de equipamentos x Potenciais players de infraestrutura para o 5G privativo e suas variações.
- ❑ Tendências: O que as operadoras do mundo planejam com o 5G e como fica o Brasil?
- ❑ Negócios: Consumidores, novos produtos e serviços: o que podemos esperar e como se antecipar?
- ❑ Resultados: Quando o 5G se torna real, onde é real, investimentos e como faturar com essa tecnologia?
- ❑ Masterthings: Interação e troca de experiência com os experts do “Tudo Sobre IoT”.

Arquitetura

O que muda da arquitetura 4G para o 5G?

Evolução 5G em direção ao futuro



Fato ou Mito?: a verdade sobre 5G

- **Mito 1:** 5G é uma nova tecnologia não testada.

Fato: A tecnologia em que o 5G depende não é nova (É uma evolução do 4G); é parte integrante de nossas vidas e é testado de acordo com rígidos padrões de segurança internacionais.

- **Mito 2:** 5G é prejudicial à saúde humana.

Fato: De acordo com OMS, não há evidências que sugiram que o 5G seja prejudicial à saúde humana.

- **Mito 3:** 5G usa frequências mais altas, o que significa níveis mais altos de radiação.

Fato: 5G irá operar usando frequências mais altas (menos penetração) e gerar níveis mais baixos de energia eletromagnética.

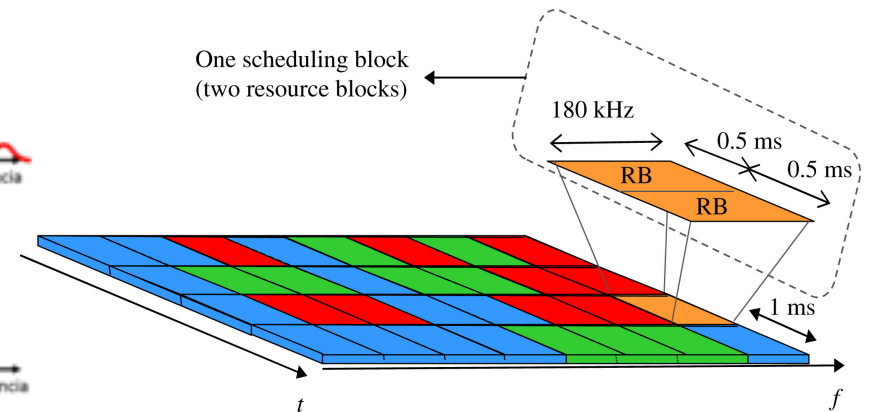
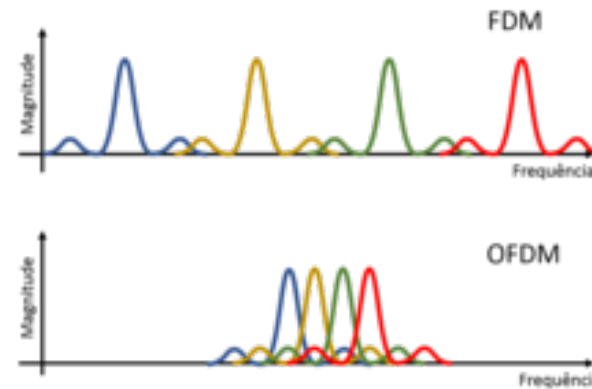
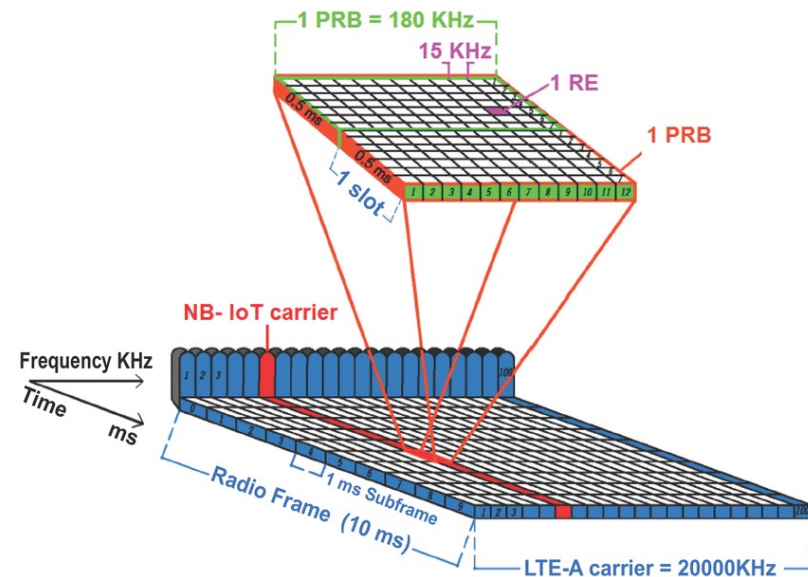
- **Mito 4:** A energia eletromagnética é emitida apenas por instalações de telecomunicações.

Fato: A energia eletromagnética é emitida por uma série de fontes naturais e artificiais, incluindo, mas não se limitando a telecomunicações.

- **Mito 5:** Toda energia eletromagnética é perigosa.

Fato: Alguma energia eletromagnética pode ser perigosa em algumas circunstâncias, mas não a usada para telecomunicações.

OFDM LTE (NR)



O Orthogonal Frequency Division Multiplexing ou OFDM é um formato de modulação que está sendo usado para muitos dos mais recentes padrões sem fio e de telecomunicações, como 4G (LTE) e 5G (NR). OFDM foi adotado na área de Wi-Fi, onde padrões como 802.11a, 802.11n, 802.11ac, 802.11ax (Wi-Fi6) e muito mais.

Um LTE PRB, Physical Resource Block (Bloco de Recursos Físicos) em 4G, é definido como consistindo em 12 subportadoras consecutivas para um slot (0,5 ms).

Um NR RB, Resource Block (Bloco de Recursos NR) em 5G contém 12 subportadoras no domínio da frequência semelhante ao LTE.

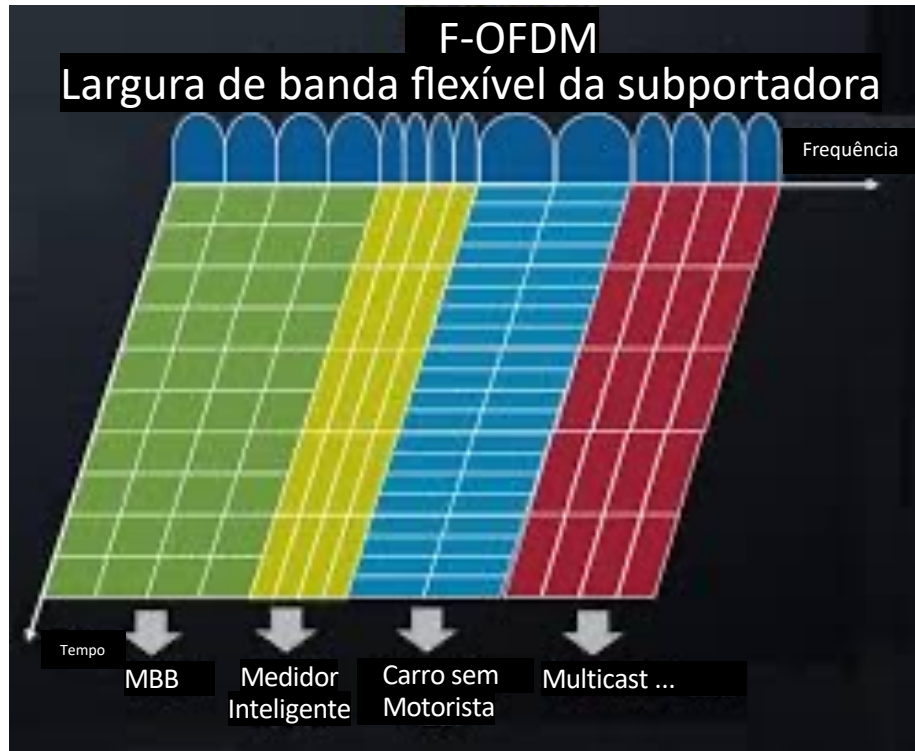
Um PRB/RB abrange 12 subportadoras em 7 símbolos OFDM e no total $12 \times 7 = 84$ Res

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Multiplexação de Divisão de Frequência Ortogonal)
PRB*: Physical Resource Block (Bloco de Recursos Físicos)
RB*: Resource Block (Bloco de Recursos)
RE: Resource Element (Elemento de Recursos)
NB-IoT: Narrow Band IoT (IoT de Banda Estreita)
 (DL 26-127Kbit/s UL ~17-159Kbit/s)

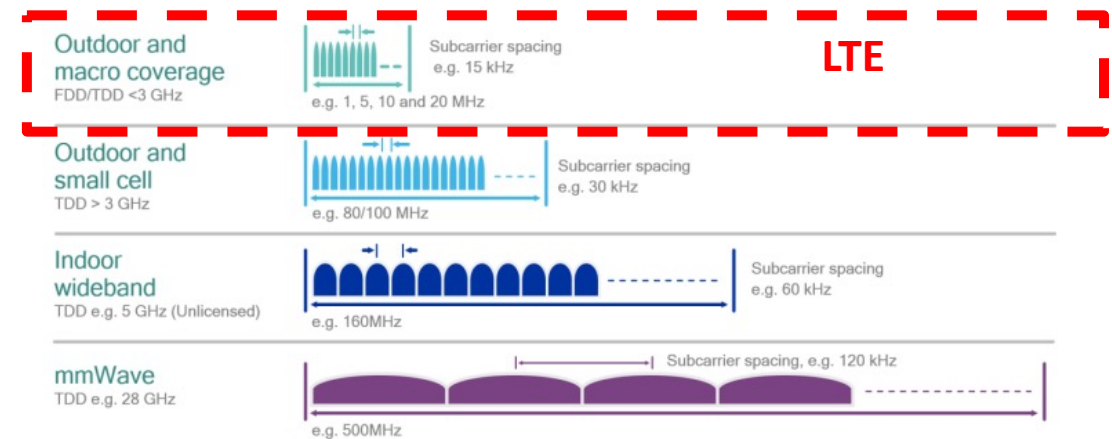
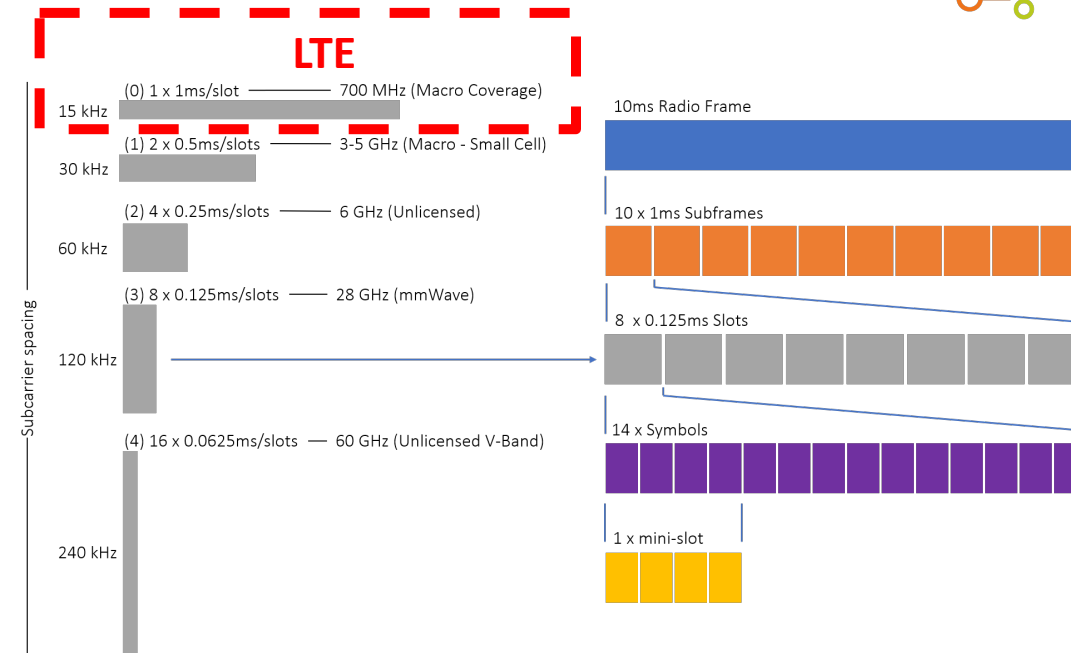
* PRB $\leftrightarrow$ RB

Bandwidth	Resource Blocks	Subcarriers (downlink)
5000 KHz / 5MHz	25	301
10000 KHz / 10 MHz	50	601
15000 KHz / 15 MHz	75	901
20000 KHz / 20 MHz	100	1201

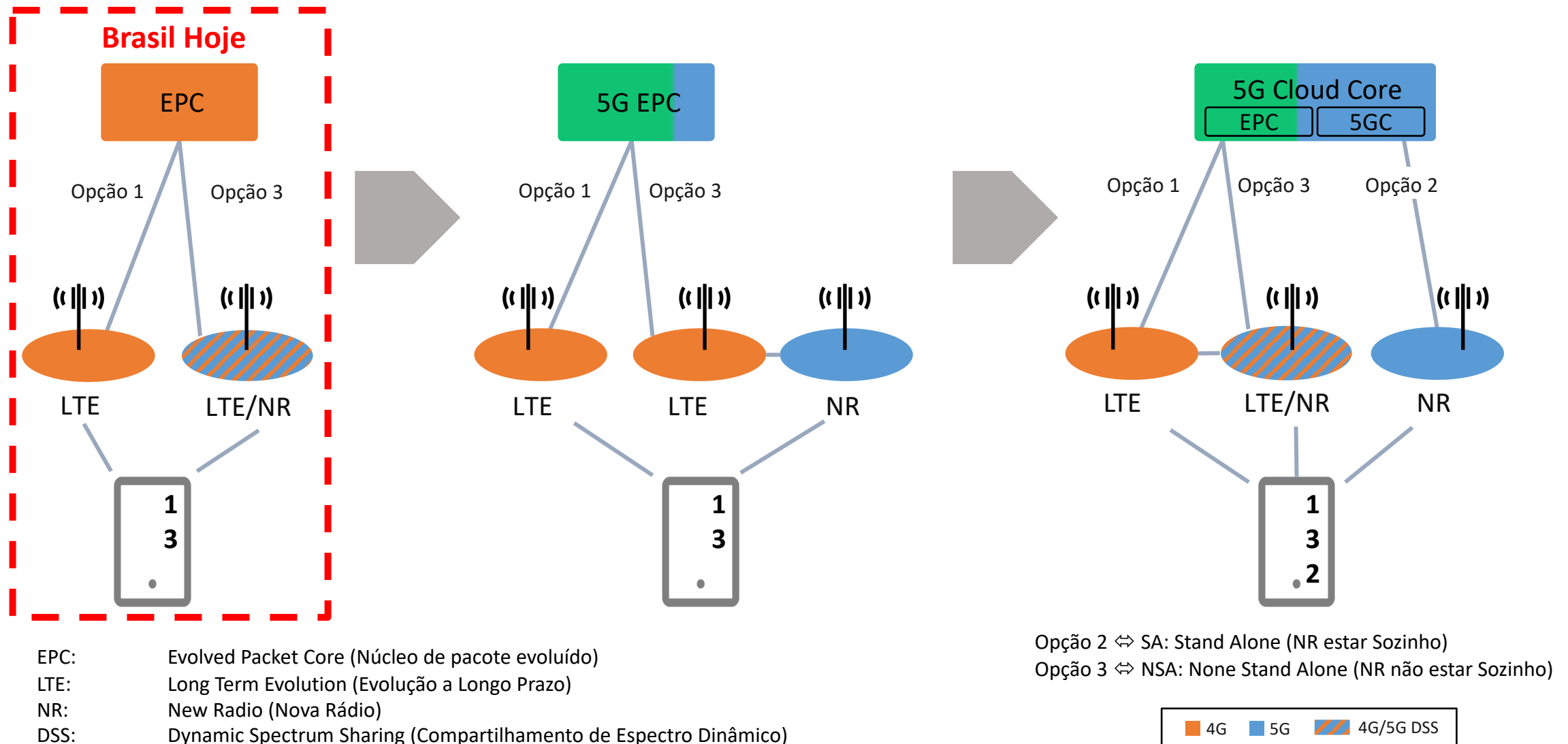
OFDM NR



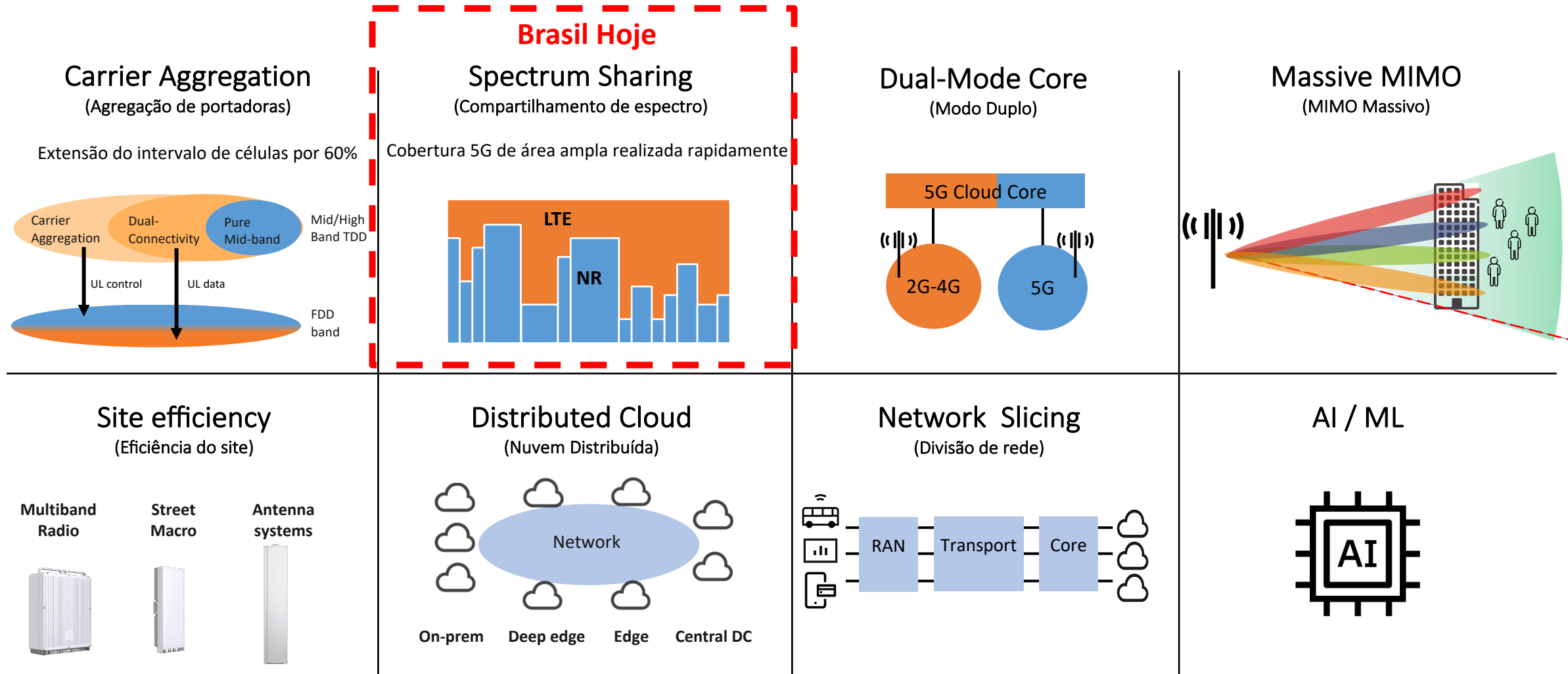
No NR, semelhante ao LTE, um quadro de rádio é fixado em 10 ms, que consiste em 10 subtramas de 1 ms cada. No entanto, diferente do LTE, que tem um espaçamento de subportadora fixa (SCS) para 15 kHz, o NR oferece suporte a numerologia escalável para implementações mais flexíveis cobrindo uma ampla gama de serviços e frequências de portadora.



5G Cloud Core: capacitador-chave para 5G



Principais capacitadores 5G na plataforma 5G

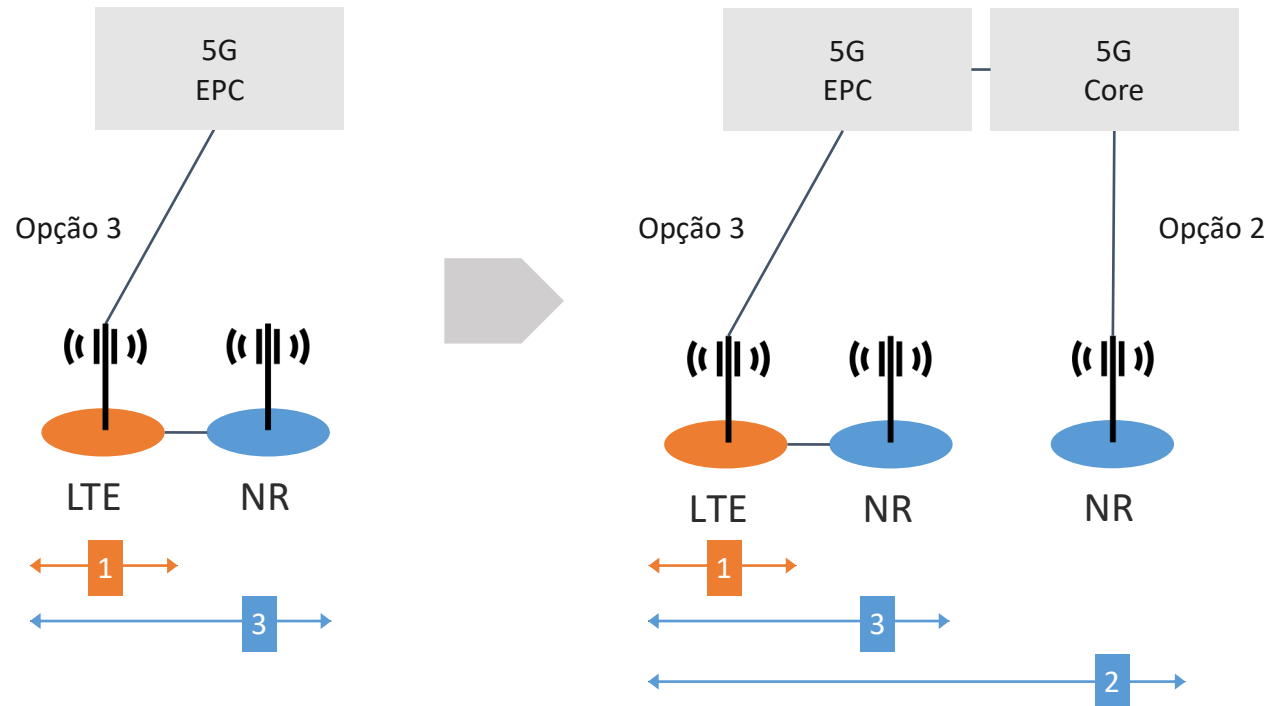


Alavancar a base instalada 4G/LTE

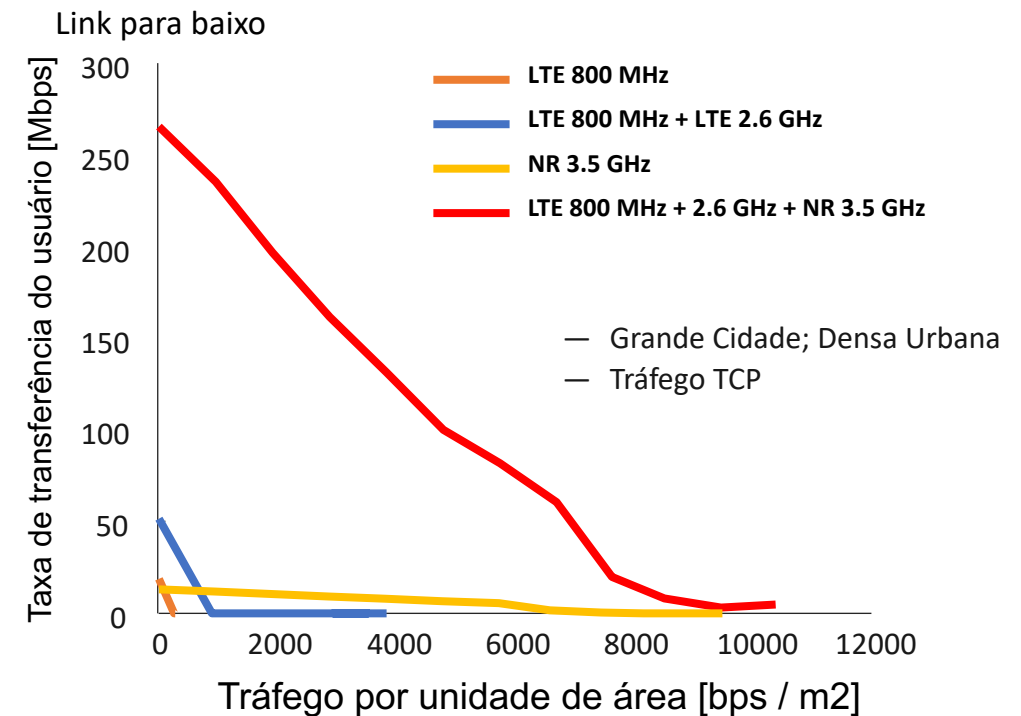
5G/NR usa cobertura 4G/LTE para configurar uma conexão ...

.. no final das contas, o 5G/NR pode funcionar sozinho também, mas ...

... o desempenho será superior com bandas 5G/NR + inferiores (4G/LTE)



EPC: Evolved Packet Core (Núcleo de pacote evoluído)
 LTE: Long Term Evolution (Evolução a Longo Prazo)
 NR: New Radio (Nova Rádio)

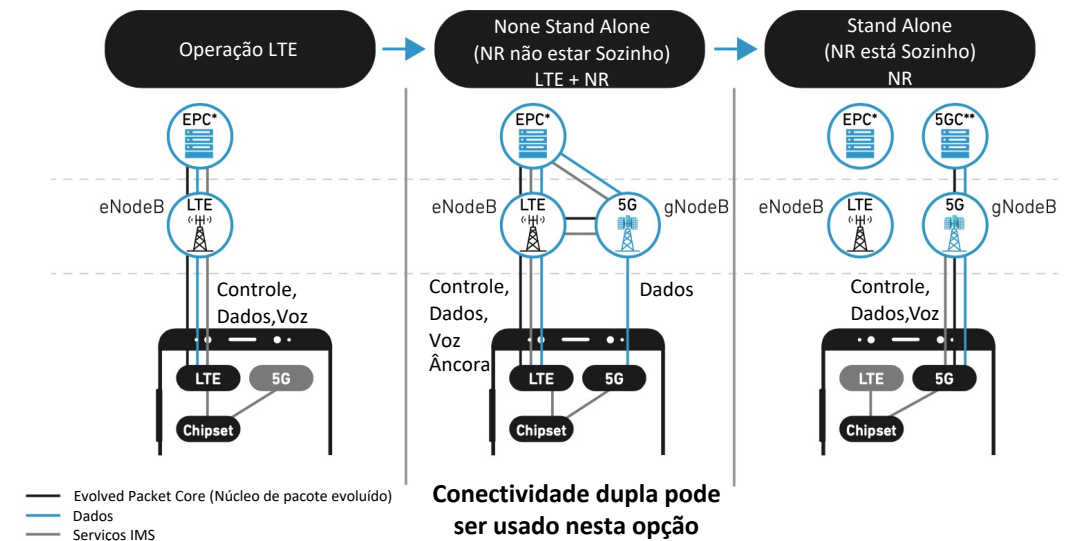
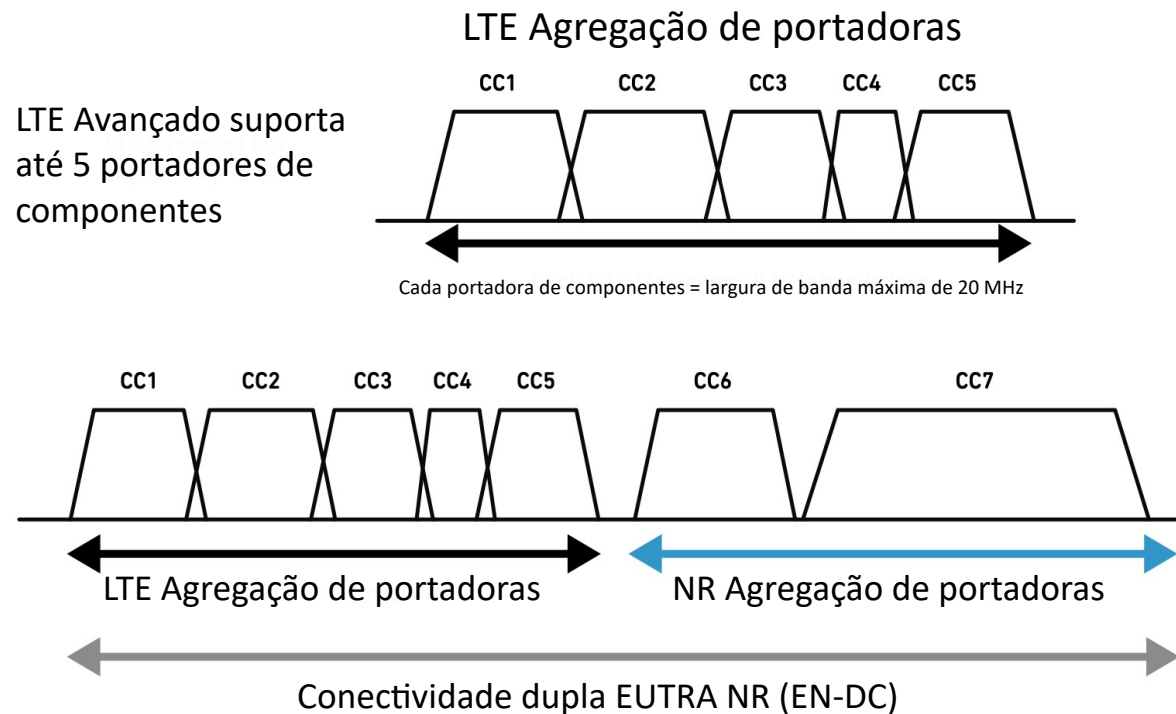


Opção 2 ⇔ SA: Stand Alone (NR estar Sozinho)

Opção 3 ⇔ NSA: None Stand Alone (NR não estar Sozinho)

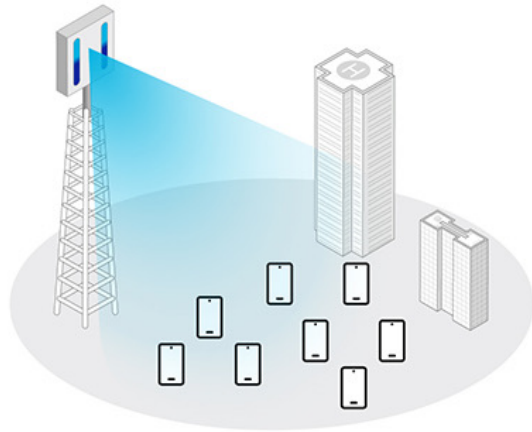
Carrier Aggregation (Agregação de portadoras)

Agregação de portadoras é uma técnica de comunicação sem fio usada para aumentar a taxa de dados por usuário, por meio da qual vários blocos de frequência (chamados de portadoras de componente) são atribuídos ao mesmo usuário

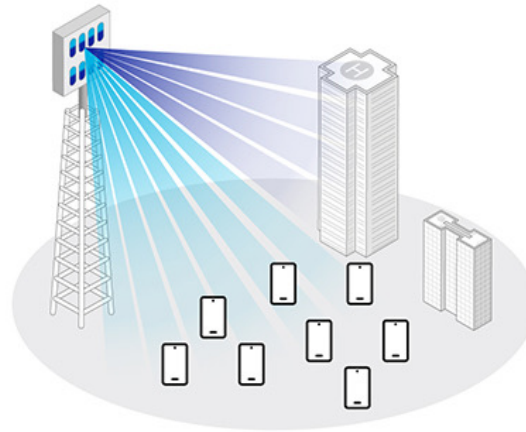


MIMO Massivo: Funcionalidade

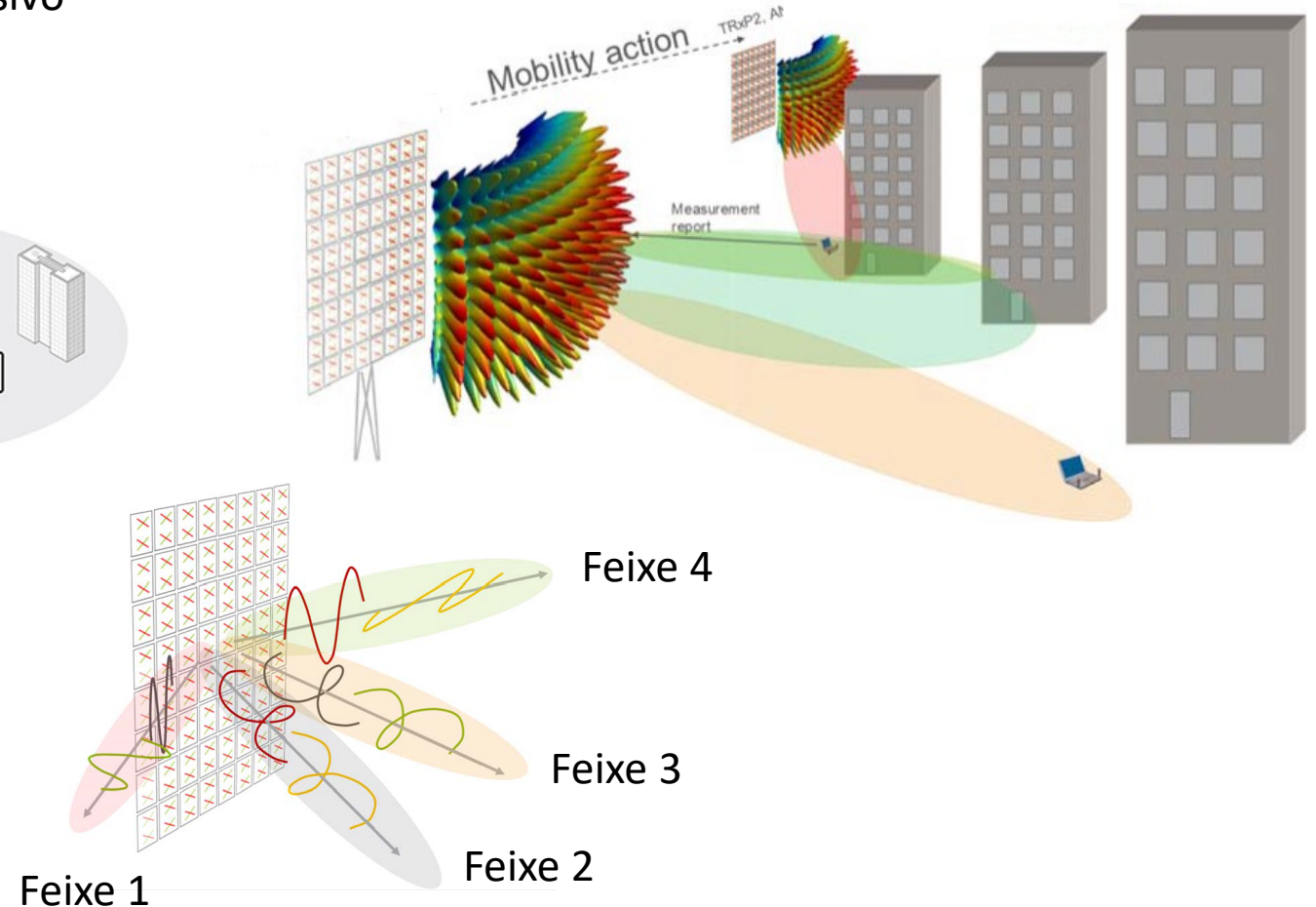
Antena Legado



Antena MIMO Massivo

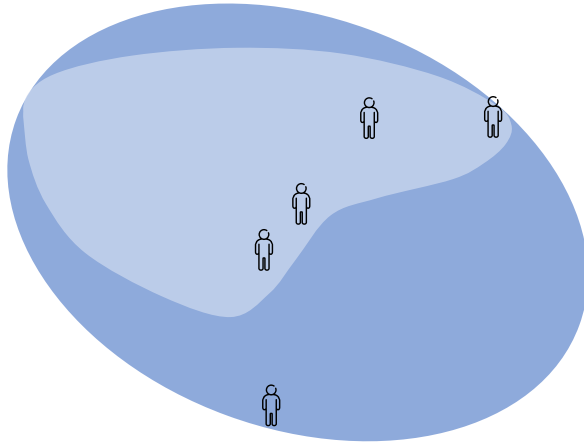


O MIMO massivo - que é uma extensão do MIMO - se expande além dos sistemas legados ao adicionar um número muito maior de antenas na estação base. O número “massivo” de antenas ajuda a concentrar a energia, o que traz melhorias drásticas no rendimento e na eficiência.

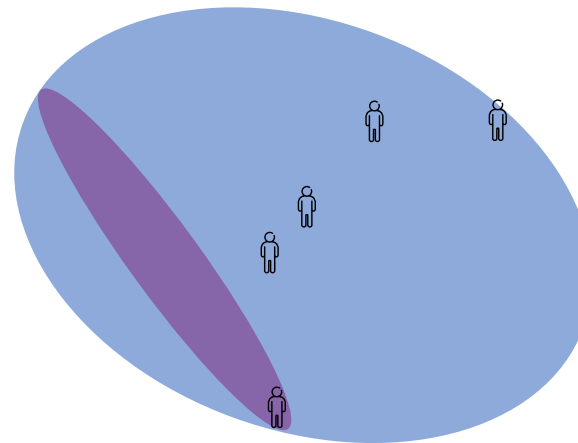


MIMO: Multiple Input Multiple Output
(Múltipla Entrada Múltipla Saída)

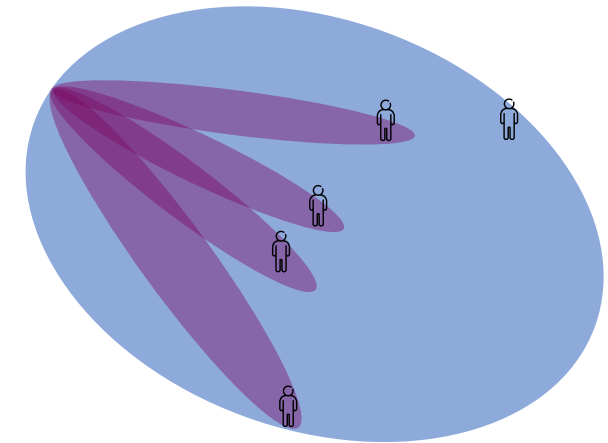
MIMO Massivo: Funcionalidade



- Modelagem de células
 - Defina a forma da célula para caber na distribuição da EU
 - Diminui a interferência intercelular



- MIMO de usuário único
 - O feixe agudo segue EU
 - A relação sinal-interferência-mais-ruído mais alta aumenta a taxa de dados
 - Benefício independentemente da carga



- MIMO multiusuário
 - Vários UEs reutilizam os mesmos recursos de tempo de frequência
 - Ganho de capacidade em alta carga e quando o canal é adequado

MIMO: Multiple Input Multiple Output
(Múltipla Entrada Múltipla Saída)

Network Slicing (Divisão da rede)

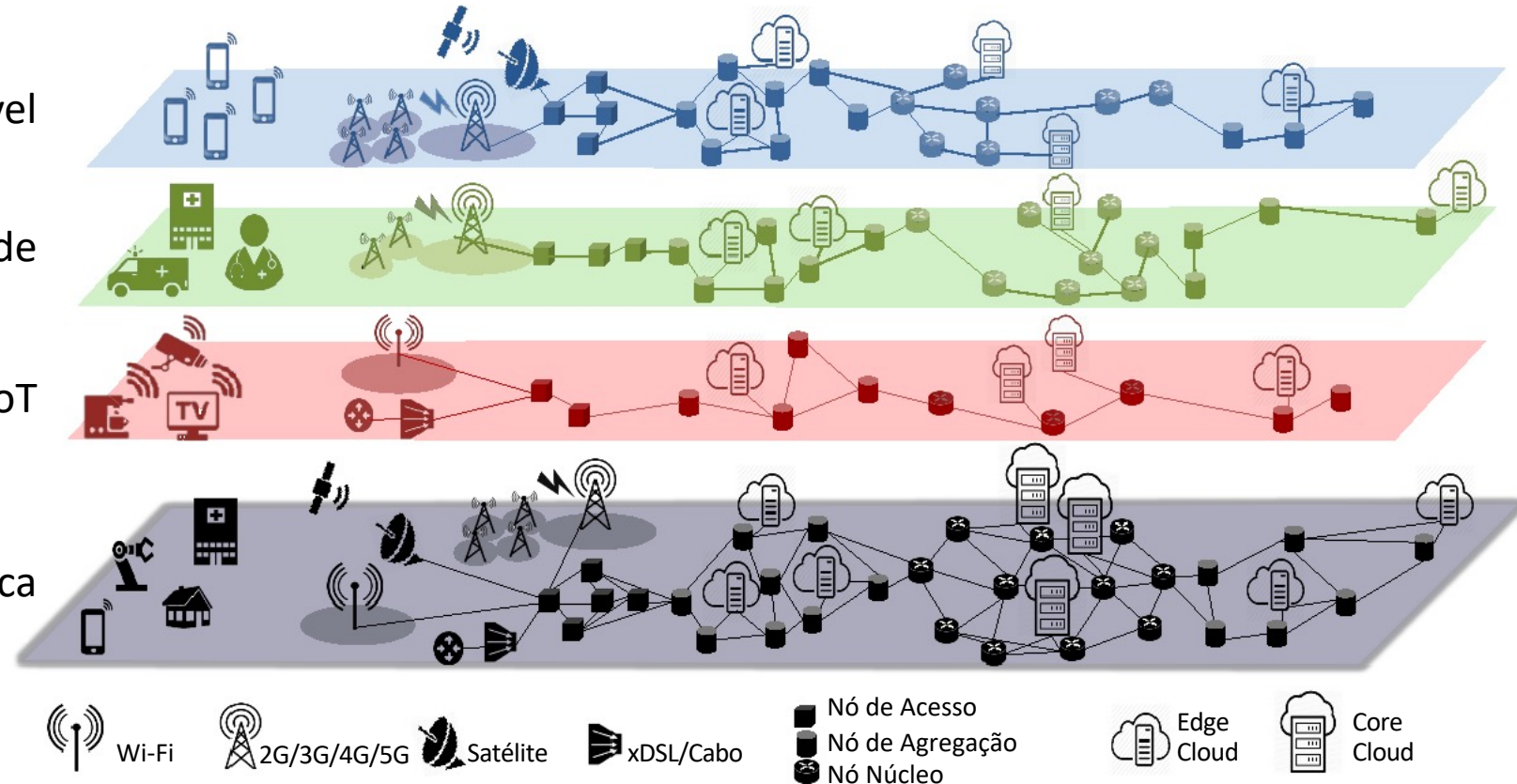
A divisão de rede sobrepõe várias redes virtuais em uma rede compartilhada. Cada fatia da rede pode ter sua própria topologia lógica, regras de segurança e características de desempenho - dentro dos limites impostos pelas redes físicas subjacentes.

Faixa de banda larga móvel

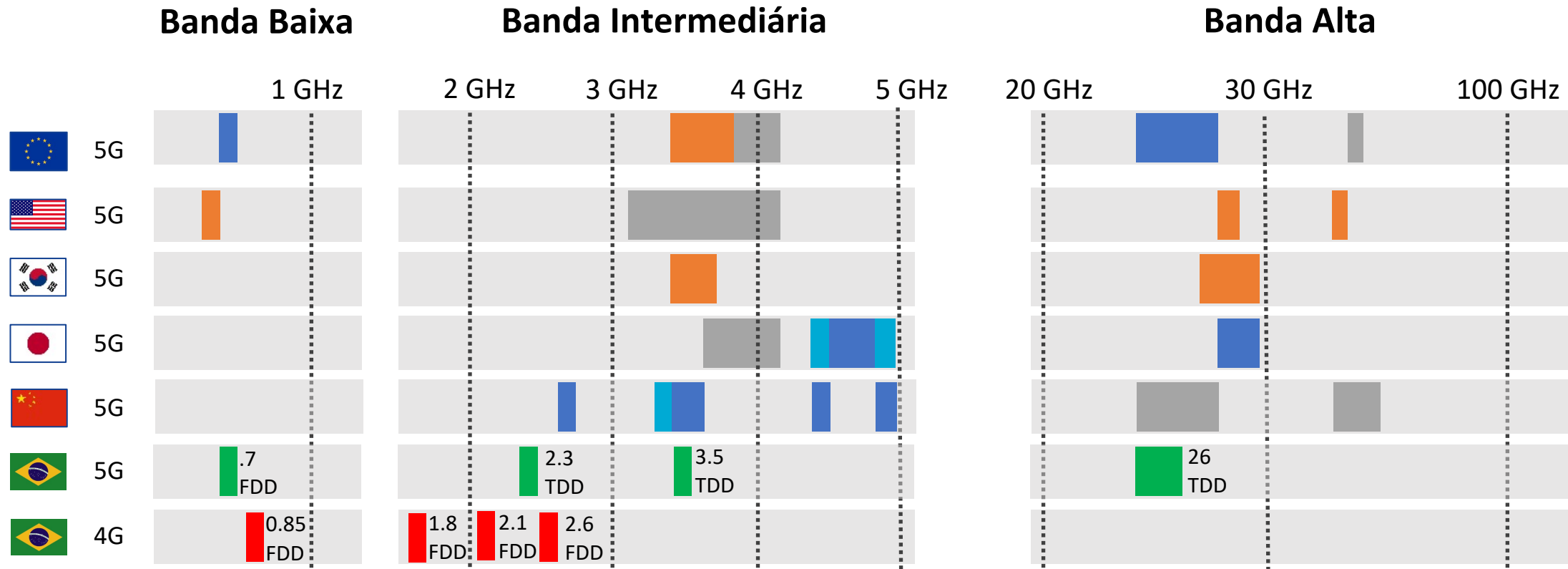
Faixa de Saúde

Faixa de IoT

Infraestrutura física



Spectrum (Espectro)



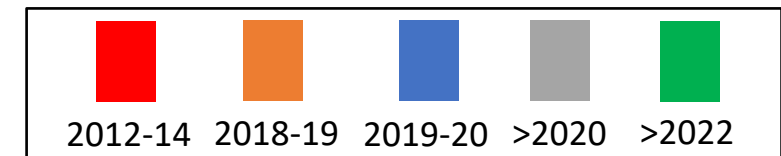
$f = 0.7 \text{ GHz} \Leftrightarrow \lambda = 428 \text{ mm}$

$f = 2.3 \text{ GHz} \Leftrightarrow \lambda = 130 \text{ mm}$

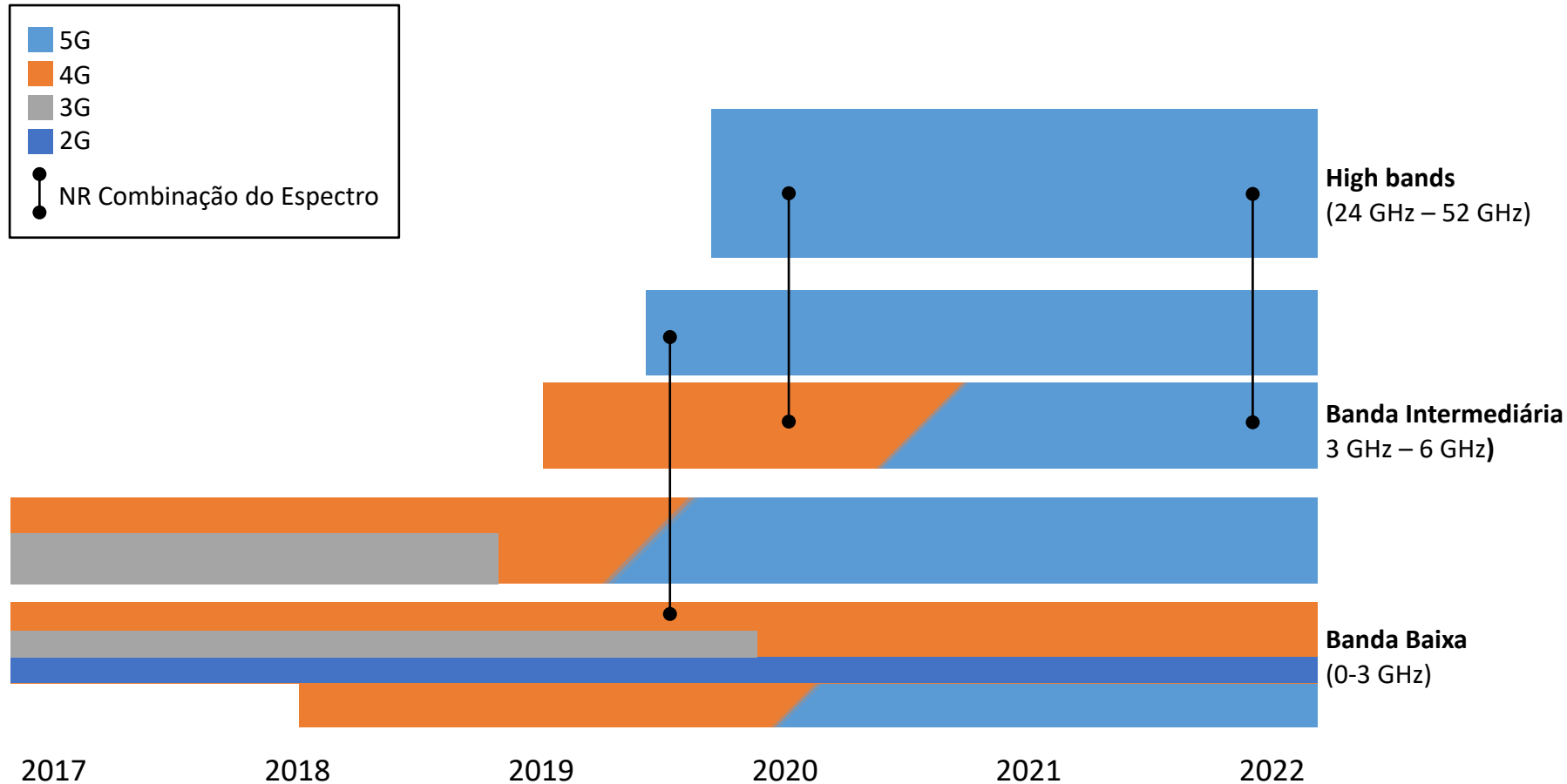
$f = 3.5 \text{ GHz} \Leftrightarrow \lambda = 86 \text{ mm}$

$f = 26 \text{ GHz} \Leftrightarrow \lambda = 11 \text{ mm}$

$f = 1000 \text{ GHz} \Leftrightarrow \lambda = 3 \text{ mm (6G)}$



Visão geral do uso do espectro



Drivers de
Tecnologia

Drivers de
Desenvolvimento

Integração de
Formação
de feixe

Capacidade da
Área Local

MIMO Massivo

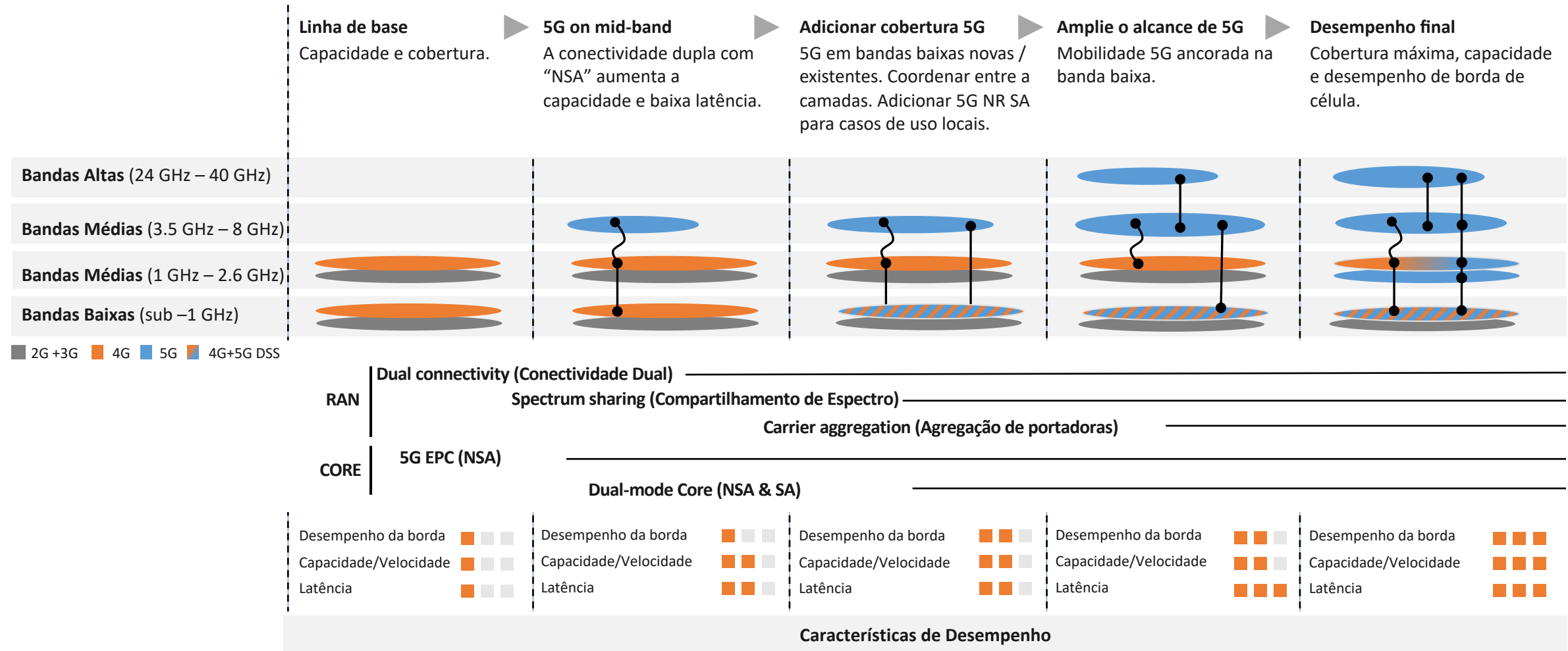
Taxa de
Transferência

Multi-Band

Ampla
Capacidade de
Área

Cobertura

Operator spectrum evolution for MBB



SA: Stand Alone (Estar Sozinho)
NSA: None Stand Alone (Não estar Sozinho)

IoT

Como o 5G contribui para a Internet das Coisas?

Soluções de banda larga IoT

Habilitando casos de uso mais exigentes entre verticais, aproveitando 4G e 5G

Latência reduzida

- Acesso UL Instantâneo LTE (latência e2e 10 ms ou menos)



Carro conectado, RA / RV, drones, vigilância por câmera, controle remoto

Taxa de pico mais alta

- Multi Gigabit LTE com agregação de 7 componentes de portadora



2Gbps

Carro conectado, RA / RV, drones, vigilância por câmera, controle remoto

Soluções de drones

- Detecção de drones (baseada em IA)



Drones - veículos aéreos não tripulados para entrega, inspeção de infraestrutura, agricultura

Fatiamento de rede de acesso de rádio

- QoS
- Particionamento de recursos de rádio



Segurança pública, operação de trens, serviços públicos, redes privadas

Cobertura estendida

- Cobertura estendida para dispositivos de categoria superior



Automotivo, transporte e logística, vestíveis

Diferenciação de assinante

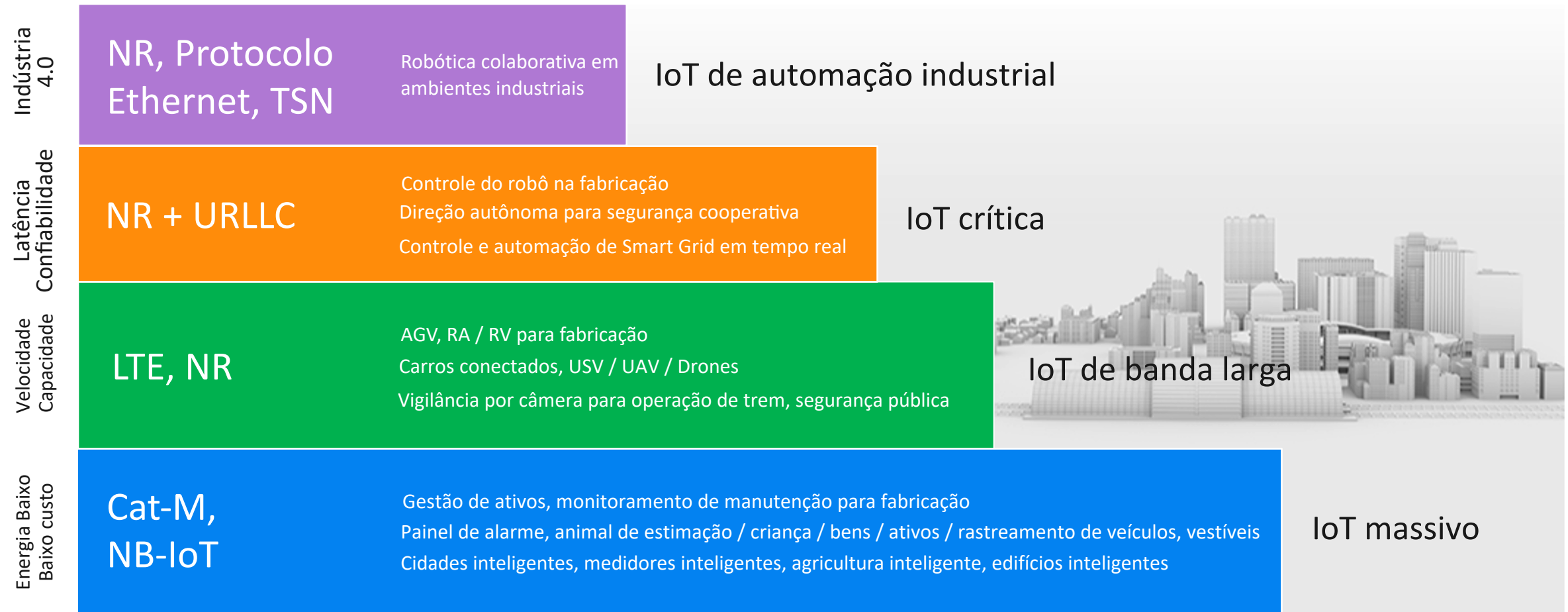
- Tratamento avançado de grupos de assinantes



Carro Conectado, Operação de Trem, Serviços Públicos



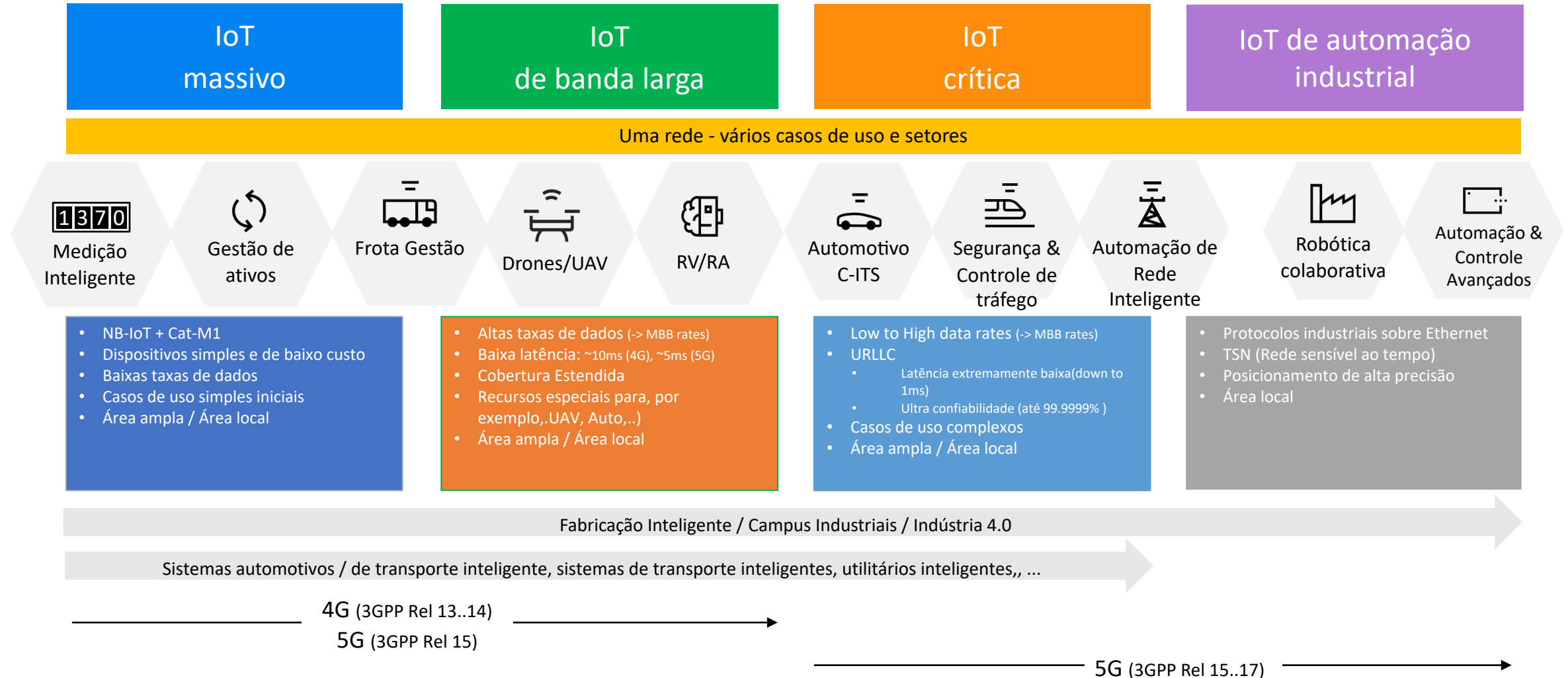
Uma rede - Atendendo a diversos conjuntos de casos



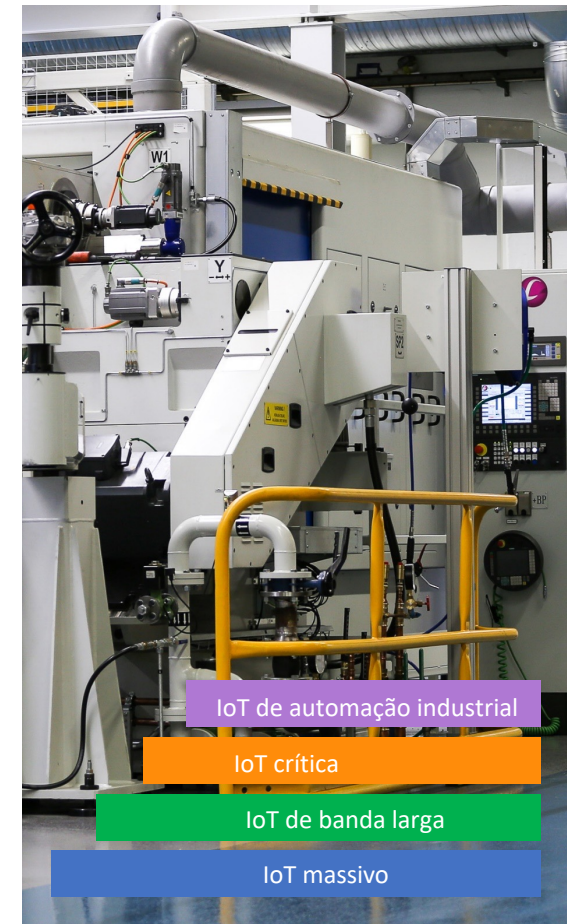
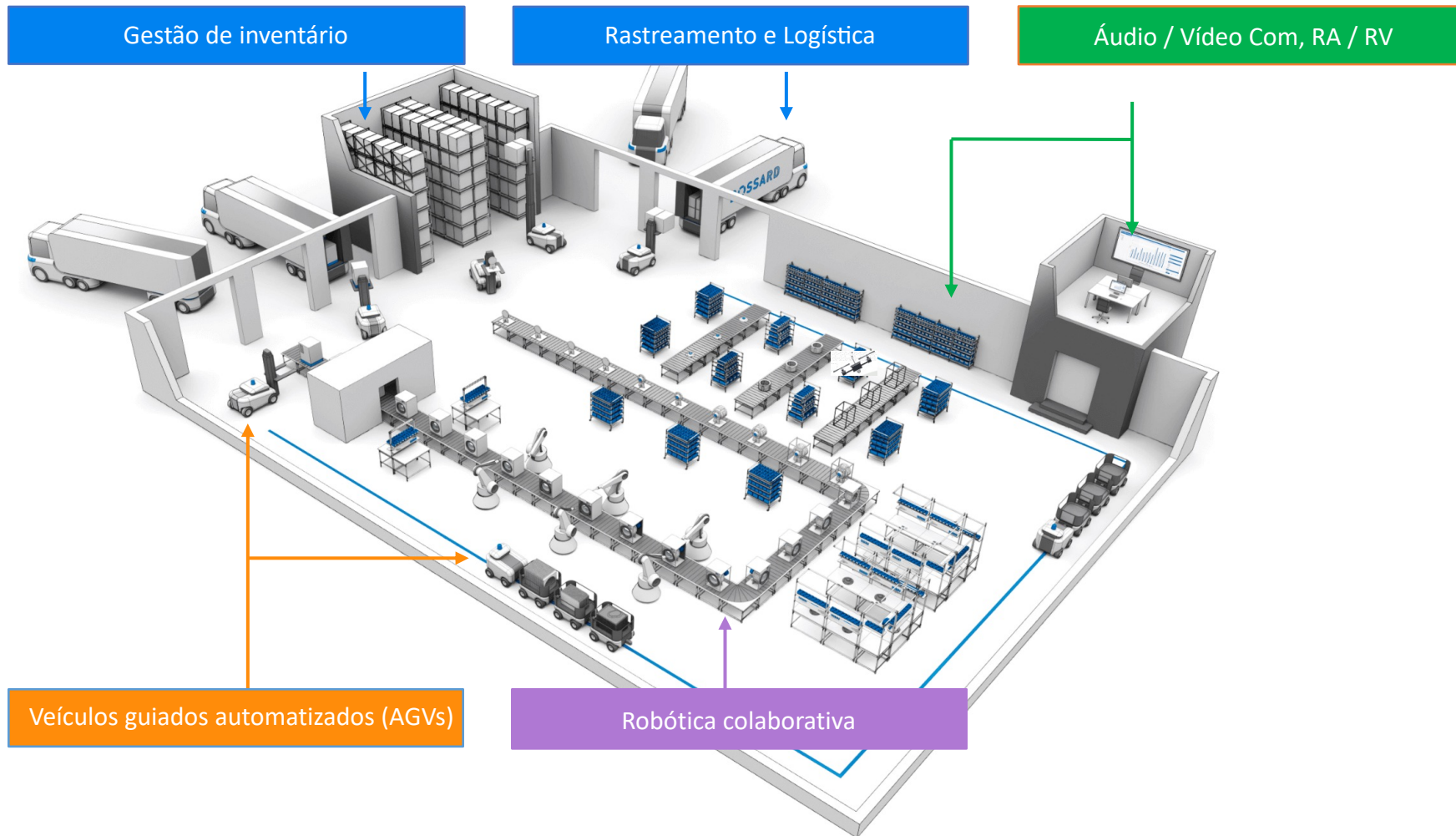
TSN: Time Sensitive Networking (Rede sensível ao tempo)
 URLLC: Ultra-reliable low-latency communication (Comunicação ultraconfiável de baixa latência)
 NB-IoT: Narrow Band IoT (IoT de Banda Estreita)

Casos de uso além do eMBB

Comece com 4G. Evoluir para 5G



Segmentos de IoT celular para fabricação inteligente



5G Privativo

Vale pena?

Como as redes 5G privadas podem transformando todas as indústrias

Em termos de implantação física, o termo “**Rede Privada**” refere-se a **redes com recursos de rádio, núcleo e transmissão dedicados à empresa** e - o que é crucial - sob o controle da empresa.

Isso geralmente significa que o equipamento de rede será implantado nas instalações do cliente, independentemente de qual parte o gerência no dia-a-dia

Mineração



Energia



Indústria 4.0



Aeroportos

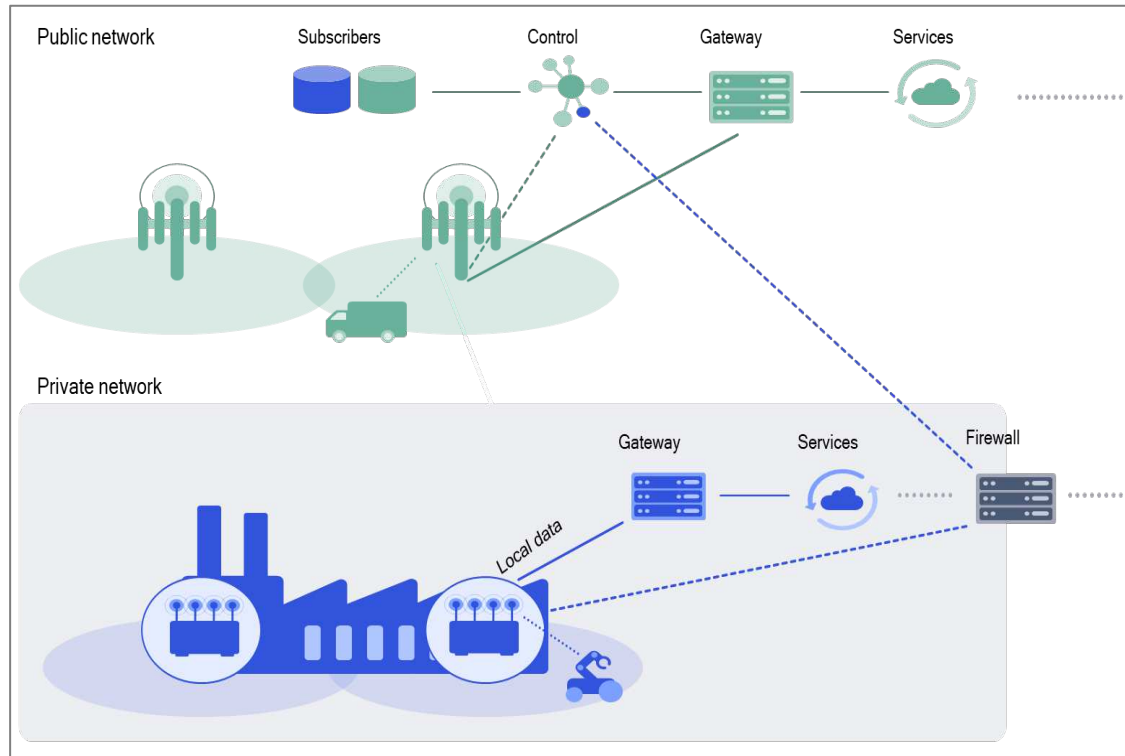


Portos



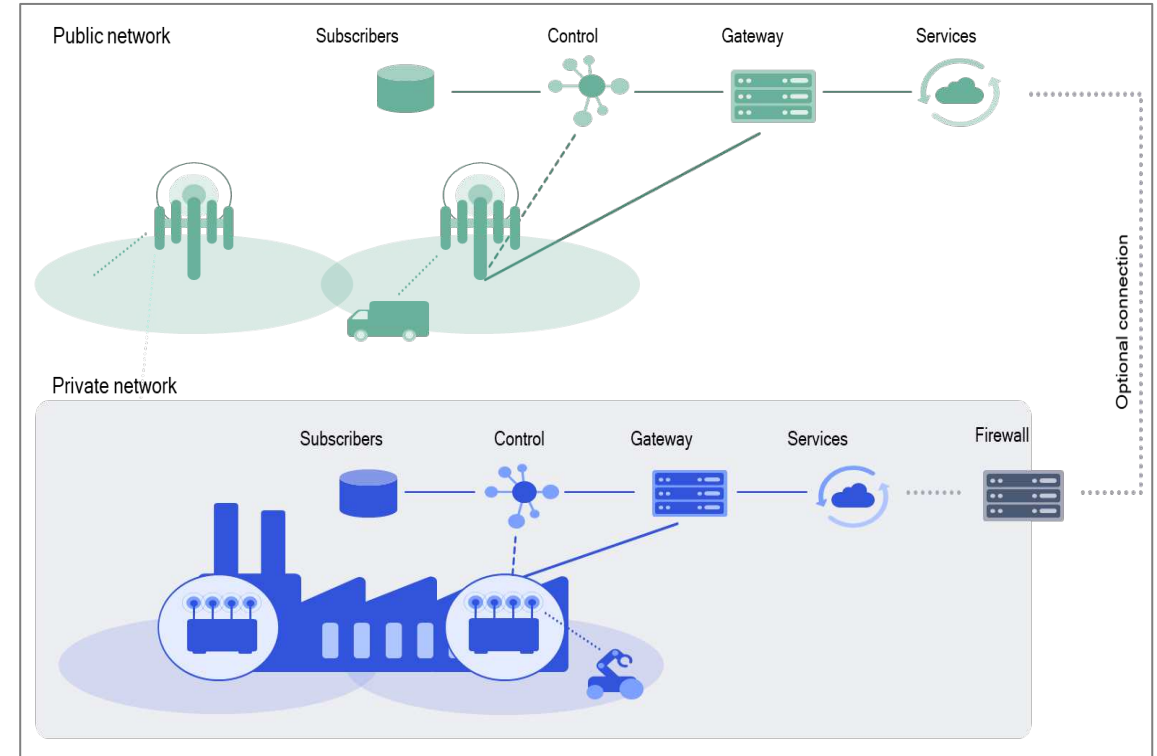
Modelos de Implementação de rede Privada

Rede integrada com a rede da operadora



Redes privadas implantadas em conjunto com uma rede pública. Vários níveis de integração são possíveis.

Rede 5G privada independente



Redes privadas independentes, sem dependências de um operador público licenciado ou de uma rede de longa distância. A integração com a rede pública é possível, mas opcional.

Modelos de Implementação de rede Privada

Opções de espectro para IoT industrial

Tipo de espectro	Descrição
Espectro licenciado pertencente a operadores	• Continuação do modelo clássico de licenciamento de espectro • O uso protegido torna este espectro atraente para usuários com preocupações de confiabilidade • Mecanismos para alugar / compartilhar espectro para redes privadas estão em desenvolvimento
Espectro Corporativo Dedicado	• Modelo perseguido em vários mercados Por exemplo, a Alemanha deve alocar 100 MHz (3,7-3,8 GHz) para usuários industriais • Atraente onde disponível; no entanto, há algum risco de ser um ecossistema de nicho
<i>Espectro não licenciado (com compartilhamento assíncrono)*</i>	• <i>5 GHz é a banda principal; EUA abrirão 6 GHz, com Europa a seguir</i> • <i>Regulamentos para ouvir antes de falar já incorporados em 5 GHz</i> • <i>Mais útil para redes 5G privadas que não requerem URLLC</i>
<i>Espectro não licenciado com compartilhamento sincronizado*</i>	• <i>Em novas alocações não licenciadas (por exemplo, 6 GHz), há uma oportunidade de introduzir novos mecanismos de compartilhamento</i> • <i>A sincronização pelo ar é uma maneira leve de melhorar o compartilhamento</i> • <i>Permite um desempenho mais confiável em implantações co-localizadas; torna o espectro não licenciado adequado para aplicações URLLC</i>

URLLC: Ultra-reliable low-latency communication (Comunicação ultraconfiável de baixa latência)

* 6 GHz no Brasil seria para WiFi-6 e 100% não licenciado

Players da cadeia de valor

Fornecedores de equipamentos x Potenciais players de infraestrutura para o 5G privado e suas variações.

Provedores de rede 5G

Provedores tradicionais:

- Ericsson
- Huawei
- Nokia Siemens
- ZTE



“Novos” Provedores:

- Altistar
- Cisco Systems
- Datang Telecom
- Qualcomm
- Samsung



Tendências

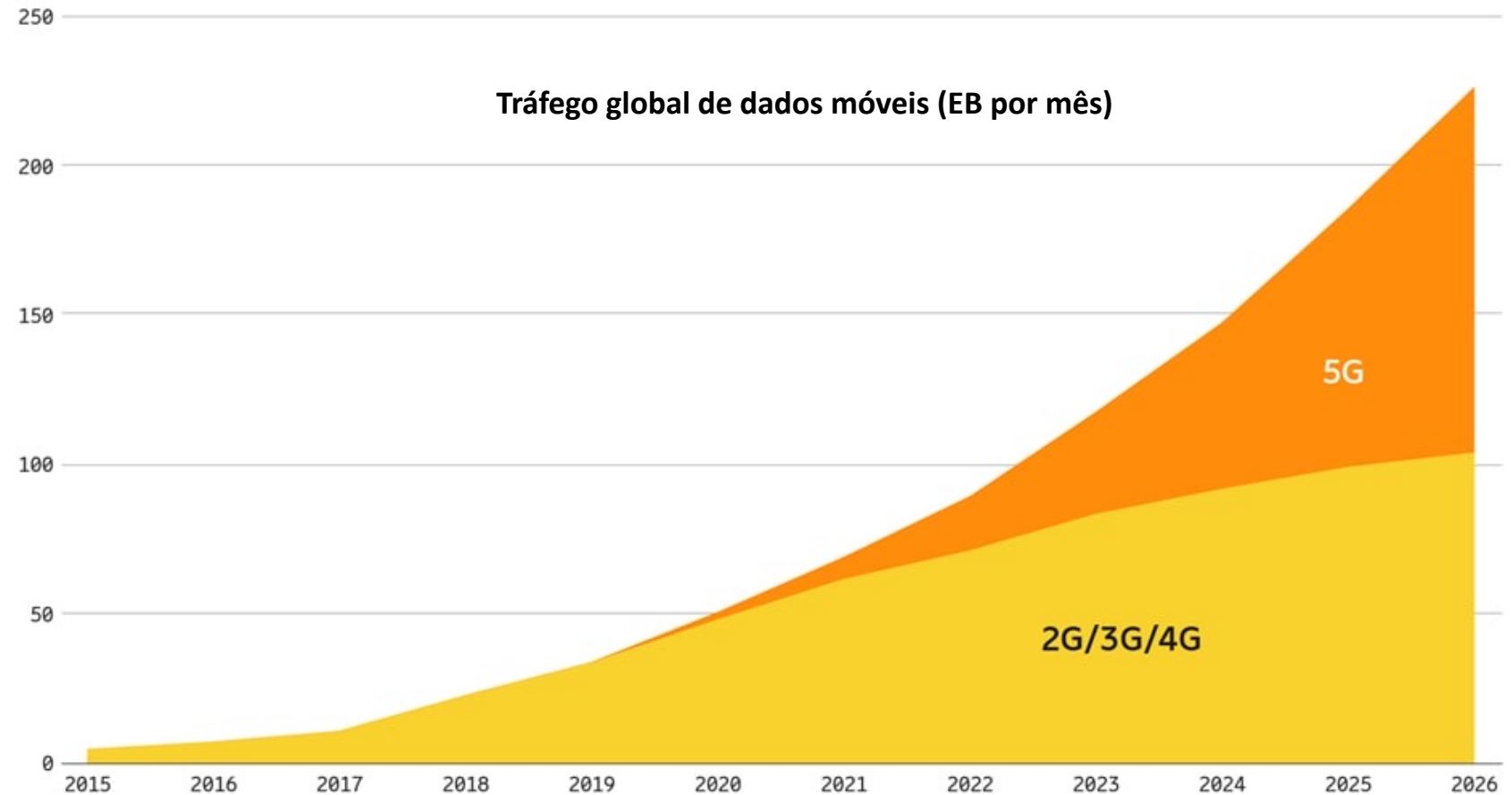
O que as operadoras do mundo planejam com o 5G e como fica o Brasil?

As redes 5G preveem transportar 54% do tráfego de todos os dados móveis em 2026

Os smartphones continuam a gerar a maior parte do tráfego de dados móveis - quase 90% hoje e projetados para atingir 95% no final de 2026

226EB

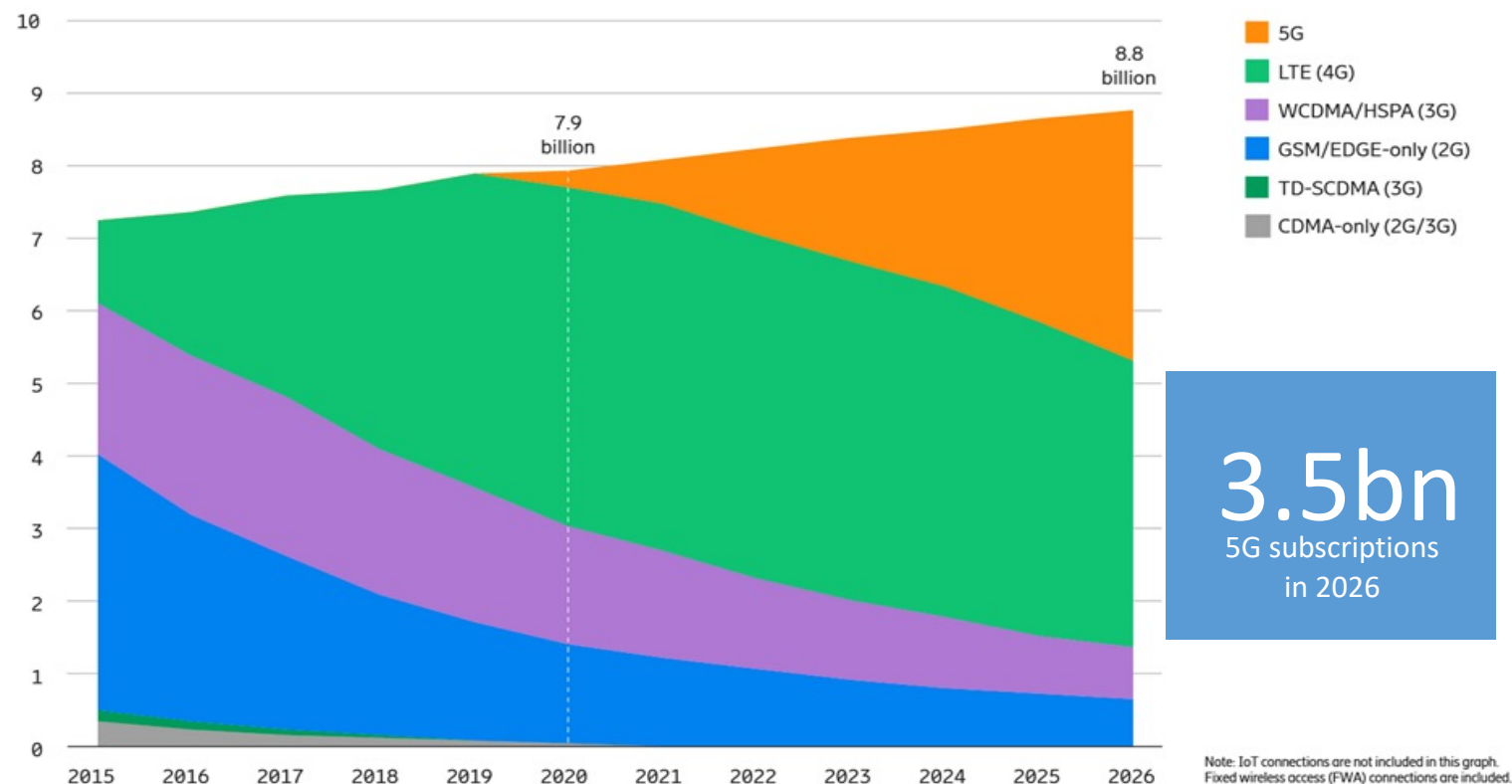
O tráfego total previsto para atingir 226 Exabytes por mês em 2026



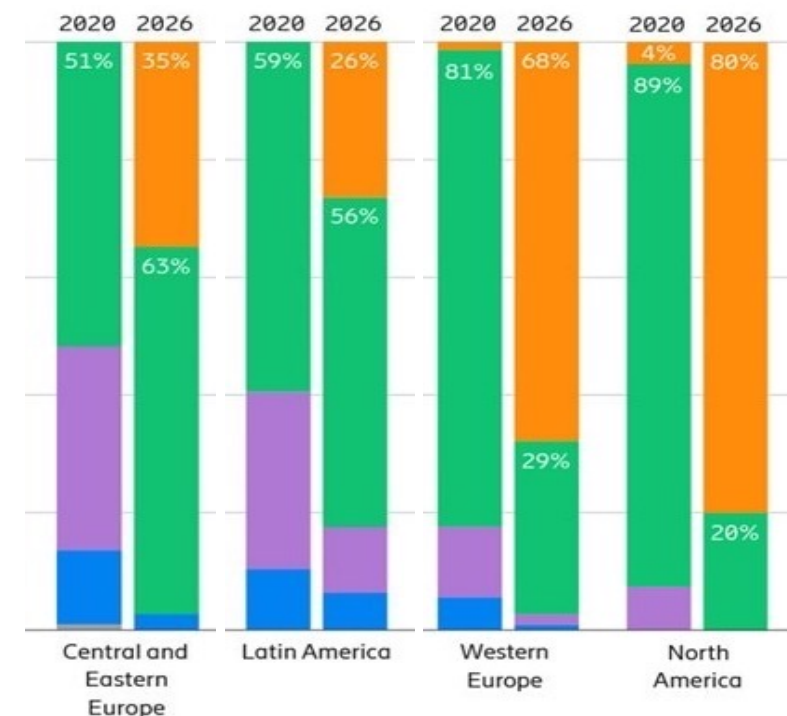
Note: This graph does not include traffic generated by fixed wireless access (FWA) services.

O forte momento para 5G- Previsão em 2020

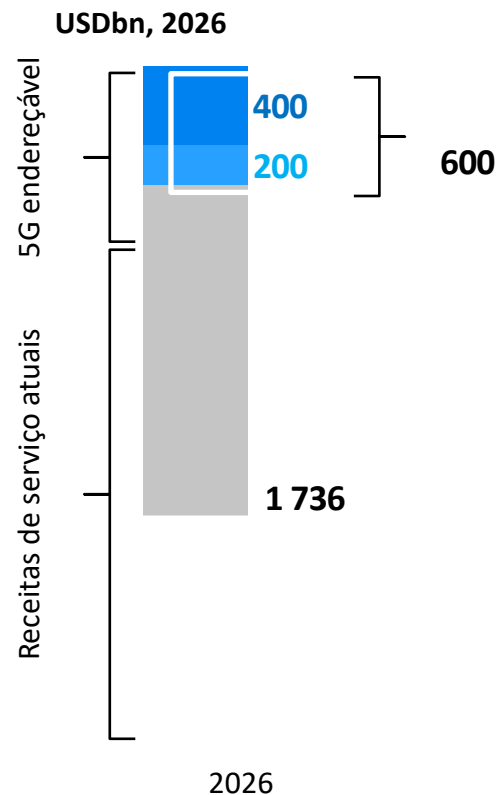
Assinaturas móveis por tecnologia (bilhões)



Assinatura para celular (porcentagem)



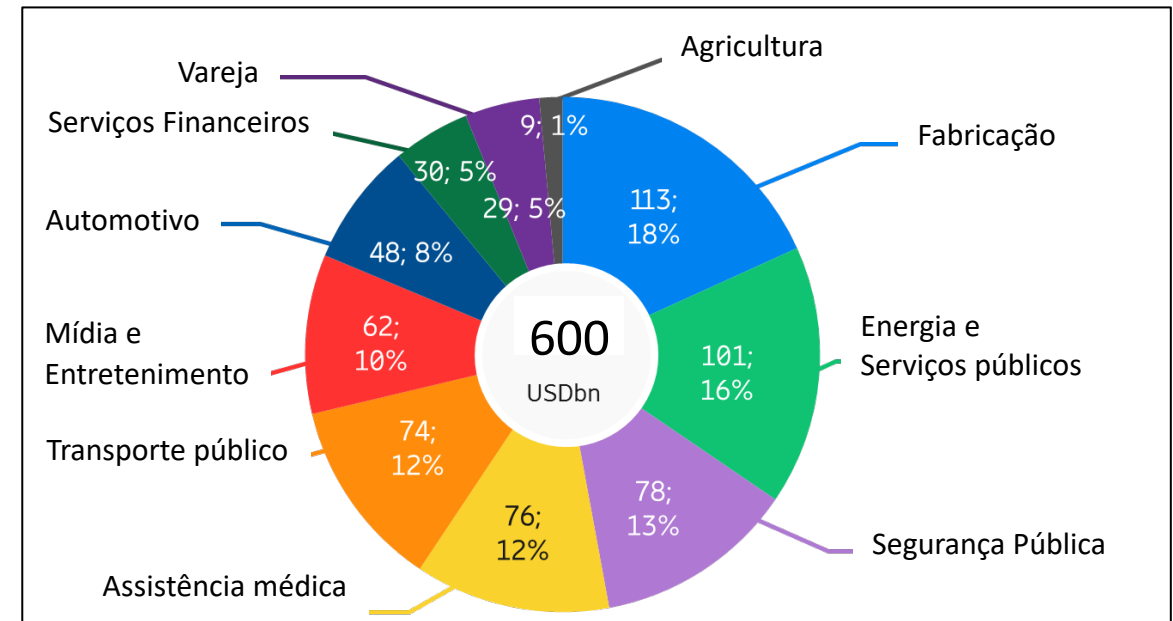
Potencial de receita 5G para operadoras que abordam a digitalização da indústria



Adicionando um endereçável

35%

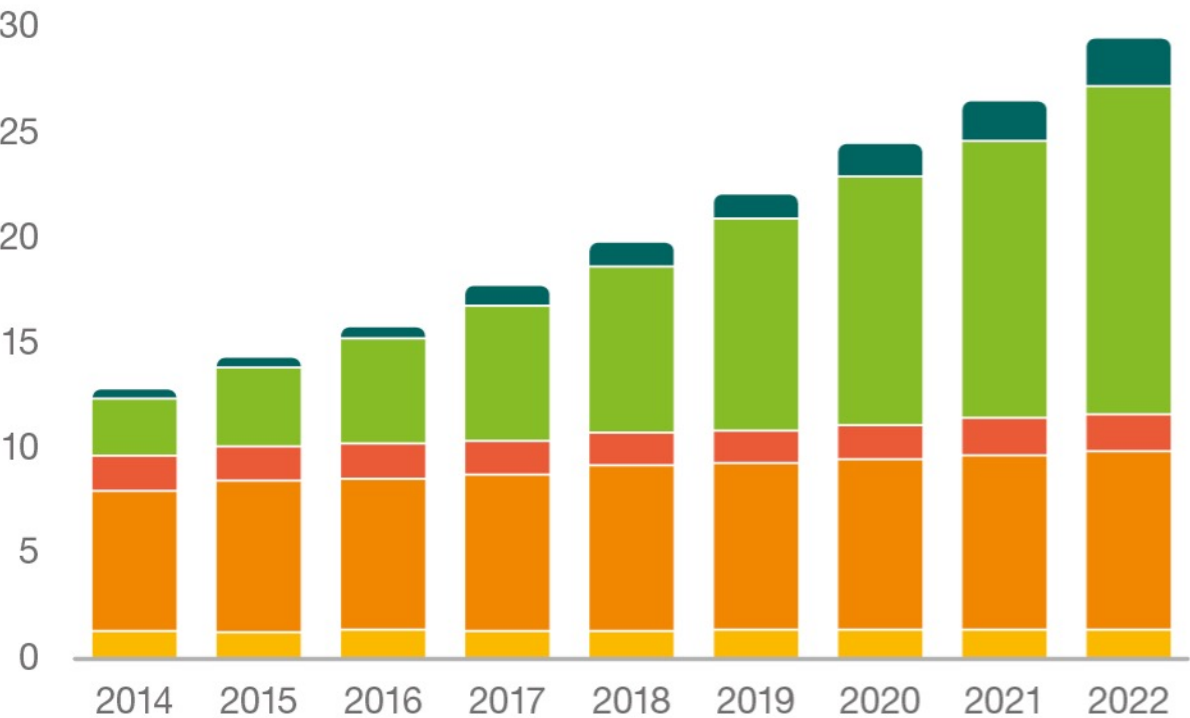
potencial de crescimento de receita



- Capacitador de serviço e potencial de receita do criador de serviço
- Potencial de receita do desenvolvedor de rede

70% dos dispositivos IoT de áreas amplas usarão tecnologia celular em 2022

Dispositivos Conectados (bilhões)



	2016	2022	CAGR
 Wide-area IoT	0.4	2.1	30%
 Short-range IoT	5.2	16	20%
 PC/laptop/tablet	1.6	1.7	0%
 Mobile phones	7.3	8.6	3%
 Fixed phones	1.4	1.3	0%
	16	29	10%



Bilhões

CAGR: Compound annual growth rate (Taxa composta de crescimento anual)

Negócios

Consumidores, novos produtos e serviços: o que podemos esperar e como se antecipar?



BANDA LARGA E MÍDIAS
EM TODA PARTE



VEÍCULOS INTELIGENTES,
TRANSPORTE



SERVIÇOS CRÍTICOS E CONTROLE
DE INFRAESTRUTURAS



CONTROLE CRÍTICO DE
DISPOSITIVOS REMOTOS



INTERAÇÃO
MÁQUINA-HUMANO



REDES DE SENSORES

5G

CASOS DE USO

CASO DE USO 1



BANDA LARGA E MÍDIAS EM TODA PARTE

Áreas de oportunidade

- Evolução da banda larga móvel
- Qualquer coisa sob demanda
- Plataforma de eventos
- TV ao vivo em grande escala

Benefícios

- Maximize a experiência do cliente em ambientes internos e externos
- Permite a transformação da indústria
- Atende às demandas dos consumidores por TV em seus termos

A tecnologia 5G traz

- › Banda larga móvel em áreas lotadas
- › Consumo de mídia nos termos dos consumidores
- › TV para telas domésticas e dispositivos móveis
- › Serviços de colaboração empresarial móvel evoluídos

Usuários-alvo

- › Operadoras móveis
- › Operadoras de TV a cabo
- › Radiodifusoras
- › Provedores “Over The Top”

CASO DE USO 2



VEÍCULOS INTELIGENTES, E TRANSPORTE

Áreas de oportunidade

- Veículos autônomos
- Paradas de ônibus conectadas
- Caminhões conectados
- Carros conectados

Benefícios

Sistemas de **transporte inteligentes e comunicação massiva do tipo máquina**

Novos serviços e modelos de negócios podem ser suportados com **sensores** embutidos em estradas, **ferrovias** e **aeroportos** para se comunicarem entre si e / ou com **veículos inteligentes**

A tecnologia 5G traz

- › Sustentabilidade
- › Segurança
- › Monitoramento de frota
- › Navegação e realidade aumentada
- › Escala e diversidade do ecossistema

Usuários-alvo

- › Automotor
- › Segurança & Seguros
- › Empresas de transporte & infraestrutura
- › Administração / Governos

CASO DE USO 3



SERVIÇOS CRÍTICOS E CONTROLE DE INFRAESTRUTURAS

Áreas de oportunidade

- Segurança Pública
- Utilitários de missão crítica
- Rede ativa de energia
- Utilitários de missão crítica
- Rede ativa de água

Benefícios

- Gerencia um **grande número de conexões**
- Utilitários de energia e água que se conectam a **milhões de dispositivos** em rede, permitindo decisões inteligentes e **autônomas em tempo real**

A tecnologia 5G traz

- › Segurança
- › Permite decisões em tempo real, inteligentes e autônomas
- › Cobertura robusta
- › Confiabilidade
- › Sustentabilidade

Usuários-alvo

- › Serviços de polícia e segurança
- › Cuidados de saúde
- › Agricultura
- › Serviços de energia
- › Utilidades da água

CASO DE USO 4



Áreas de oportunidade

- Controle remoto de máquinas pesadas
- Controle de processo em tempo real
- Automatização da fábrica
- Cirurgia remota

Benefícios

- Controle remoto de máquinas pesadas para reduzir riscos em ambientes perigosos
- Aumente a eficiência e reduza custos. Substitua o barramento de comunicação por links sem fio

A tecnologia 5G traz

- › Características exclusivas de desempenho e latência necessárias para essas tarefas críticas
- › Mobilidade
- › Segurança

Usuários-alvo

- › Fabricação
- › Usina de óleo
- › Minas
- › Cuidados de saúde

CASO DE USO 5



INTERAÇÃO MÁQUINA-HUMAN^o

Áreas de oportunidade

- Realidade aumentada imersiva
- Jogos imersivos
- Vigilância
- Internet Tátil
- Capacetes inteligentes
- Monitoramento infantil
- Casas inteligentes
- Envio / postagem inteligente

Benefícios

- Internet tátil e interação inteligente entre **humanos e máquinas**
- Novas oportunidades de negócios baseadas na **conscientização do contexto** como a principal diferença do M2M

A tecnologia 5G traz

- › Confiável e preciso
- › Não Intrusividade
- › Privacidade
- › Tempo real
- › Sustentabilidade

Usuários-alvo

- › Assistência médica - controle remoto
- › Universidades e pesquisadores
- › Municípios
- › Fitness

CASO DE USO 6



REDES DE SENSORES

Áreas de oportunidade

- Agricultura e Meio Ambiente
- Edifícios e cidades inteligentes
- Consumidores e Utilitários

Benefícios

- **Maximiza a produtividade** em ambientes internos e externos
- **Expanda oportunidades de negócios** e modelos de negócios por meio de recursos de monitoramento, rastreamento e automação em larga escala

A tecnologia 5G traz

- › Eficiência - rede inteligente, rastreamento de ativos
- › Escalabilidade do sistema ecológico
- › Segurança
- › Business Intelligence
- › Sustentabilidade

Usuários-alvo

- › Municípios
- › Fazenda
- › Agricultura
- › Distribuidores de água e eletricidade

Resultados

Quando o 5G se torna real, onde é real,
investimentos e como faturar com essa tecnologia?

Quando?

Anatel Leilão de espectro 700 MHz, 2,3GHz, 3,5GHz e 26GHz

- Quando: **Julho 2022** (Leilão Q1 2020 -> Q3 2021?>)
- Licenças Preço: ? (Pelo menos R\$ 40 Bilhões)
- Dinheiro para investimento: (Infra necessário Divisão da Oi)?
- Ofertar sinal de internet **4G em aproximadamente 27 mil quilômetros** de rodovias federais. O prazo é até 2029, com 50% dos trechos indicados no edital cobertos até 2025.
- Levar 5G para as **26 capitais do Brasil** e no Distrito Federal até **julho de 2022**.
- Para todas as cidades do Brasil com mais de **30 mil habitantes, o prazo é julho de 2029;**
- Levar internet 4G ou superior a todas as localidades com mais de **600 habitantes até 2028;**
- Construir uma rede de **fibra ótica, com cerca de 13 mil km**, para beneficiar a região Norte;
- **Migrar a TV aberta da faixa de 3,5GHz**, que será usada no 5G, para a banda Ku. Bandas são faixas de frequência no ar utilizadas para transmissão de dados; e
- Construir uma rede privativa de comunicação para o governo.
- E a Huawei?



“A lei das Antenas”

- Municipal (5570) **2 meses a 2 anos para instalar antenas**
- 5G terá **10x mais antenas que 4G** (~20 000 -> ~200 000 / Operadora)

Desafios

Operadores

Rede

- Preparar & Planejar a cobertura
- Preparar & Planejar a capacidade
- Desempenho da rede – latência - sincronismo



Aprender novas tecnologias

- 5G
- Dispositivos IoT
- Inteligência Artificial
- Sistemas em nuvem



Operação de Rede

- Baseado em regras -> Inteligência Artificial
- Rede própria e rede privadas

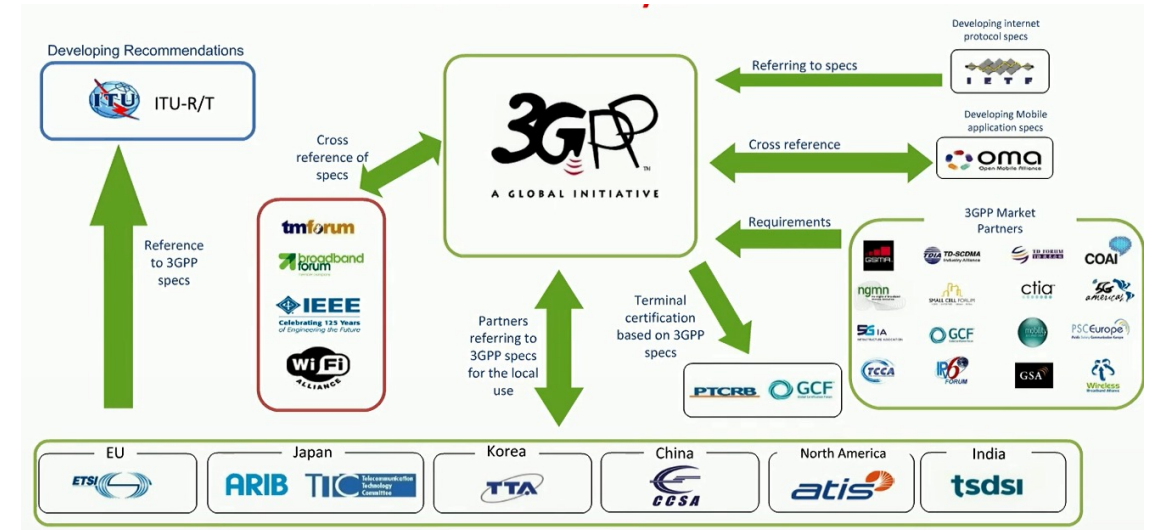


Desafios e Oportunidades

Tecnologia

Padronização e regulação

- Organizações em desenvolvimento de padrões
- Fóruns da indústria
- Órgãos reguladores e administrações
- 5G para 6G (Tbits/s, 100GHz, $\lambda = 3 \text{ mm}$, 2030)

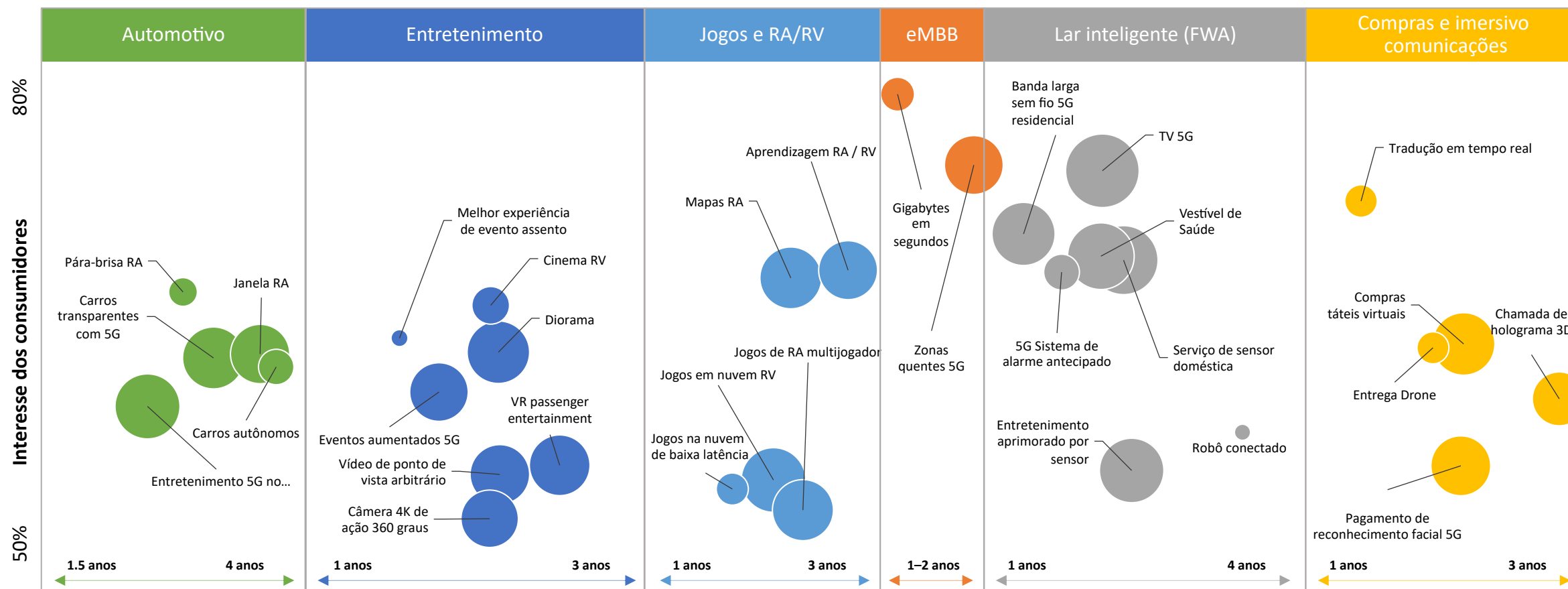


A tempestade tecnológica perfeita para a sociedade 5.0

- 5G (Velocidade + Baixa Latência)
- Inteligência Artificial e Automação
- Sistemas em nuvem
- Revolução do dispositivo para Realidade Aumentada / Virtual
- Computação quântica / computadores quânticos
- Virtualização de funções de rede
- Indústrias verticais sem fio



Roteiro de caso de uso do consumidor 5G



Cronograma para se tornar popular desde o lançamento do 5G

Base: Usuários de smartphones com idade 15–69 na Austrália, Argentina, Brazil, Belgium, China, Canada, Chile, France, Finland, Germany, India, Indonesia, Ireland, Italy, KSA, South Korea, Singapore, Thailand, Uruguay, the UAE, the UK and the US

Source: Ericsson Consumer & IndustryLab, 5G consumer potential (May 2019)

Vontade de pagar

Mais Baixo (47%) → Mais Alto (79%)

Masterthings

Interação e troca de experiência com os experts do “Tudo Sobre IoT”.

Seis principais tecnologias de rede IoT comparadas

Vantagens

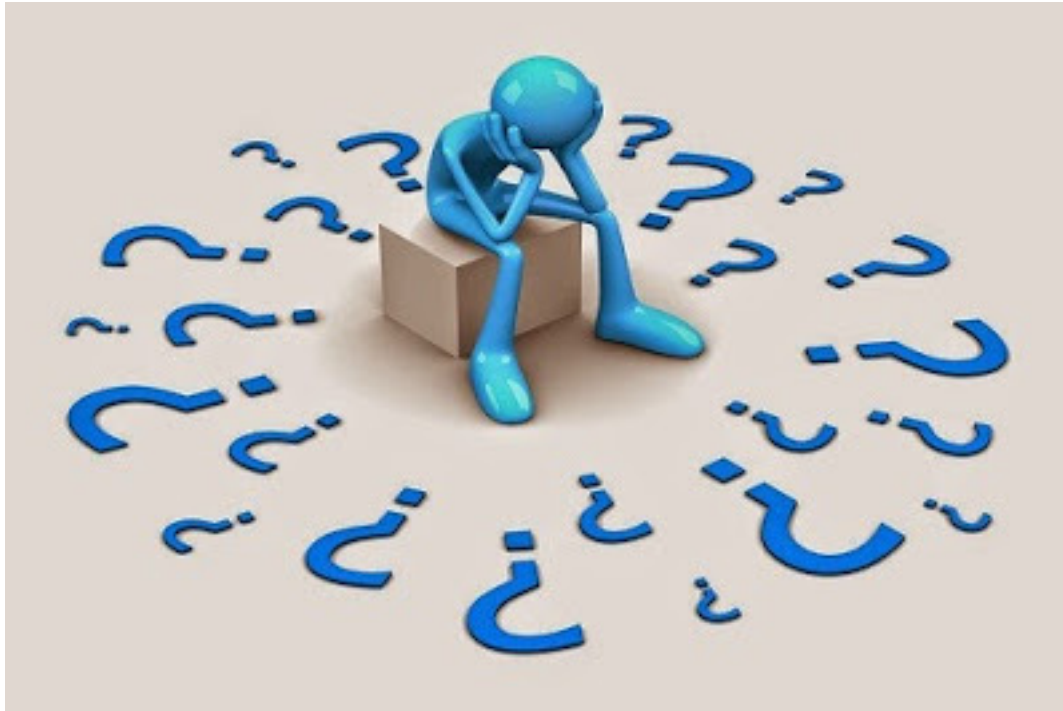
5G	LoRa/LoRaWAN	NB-IoT/LTE-M	Wi-Fi	BLE	Zigbee
• Maior capacidade • Maior Taxa de Dados • Latência mais baixa	• Baixo consumo de bateria • Implementação econômica	• Aproveite a cobertura 4G existente • Grande volume de dados • Capacidade de download no espectro licenciado	• Implantação simplificada e econômica • Alternativa para 5G (Wi-Fi6) • Mobilidade ubíqua	• Baixo custo • Configuração simples • Nenhum hardware necessário	• Segurança do dispositivo • Melhores capacidades de malha quando comparadas com Wi-Fi • Flexibilidade para usuários e desenvolvedores

Seis principais tecnologias de rede IoT comparadas

Desvantagens

5G	LoRa/LoRaWAN	NB-IoT/LTE-M	Wi-Fi	BLE	Zigbee
- Alto custo e infraestrutura complexa - Ecossistema de liberação de SW complexo - Curto alcance nas ondas mm	- Não é ideal para aplicativos que exigem altas taxas de dados - Não é ideal para aplicativos que exigem latência mais baixa - Segurança limitada	- Alto consumo de bateria - Ecossistema de liberação de SW complexo - Implementação de LTE de alto custo apenas para casos de uso massivos de IoT	- Faixa de cobertura limitada - Segurança limitada - Requisitos de alta energia	- Tempo curto de conexão - Curto alcance - Baixa largura de banda	- Baixa transmissão e estabilidade da rede - Curto alcance - Alto custo de manutenção

Qual é o melhor tecnologia para meu IoT?



5G?

LoRa/LoRaWAN?

NB-IoT?

LTE-M?

Wi-Fi?

BLE?

Zigbee?

Outro...?



TUDO SOBRE iot

Sigurd Goran Lennart Formiga Johnsson
goran_formiga@icloud.com
www.formigajohnsson.com
+55 21 99144 5439