

# Internet das Coisas e Redes Veiculares (TP-546)

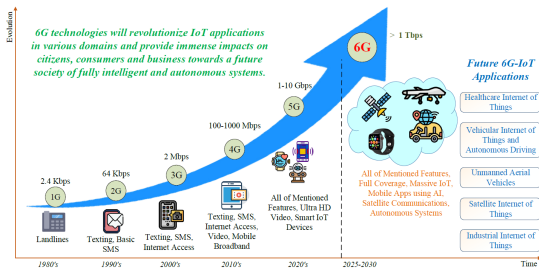
Prof. Samuel Baraldi Mafra



IoT e 6G:



# IoT e 6G:





- As eras 2G e 3G centraram-se na comunicação entre humanos através de voz e texto. 4G anunciou uma mudança fundamental para o consumo massivo de dados;
- A era 5G mudou seu foco para conectar a Internet das Coisas (IoT) e sistemas de automação industrial;

- Devido à popularidade de aplicativos de vídeo, resolução de tela aprimorada, comunicações máquina a máquina (M2M), serviços de borda móvel, etc;
- É previsto que as redes 5G não serão capazes de acomodar o enorme volume de tráfego móvel em 2030 e além;
- O tráfego móvel global crescerá exponencialmente, até 5.016 exabyte (EB) por mês no ano de 2030 em comparação com 62 EB por mês em 2020.

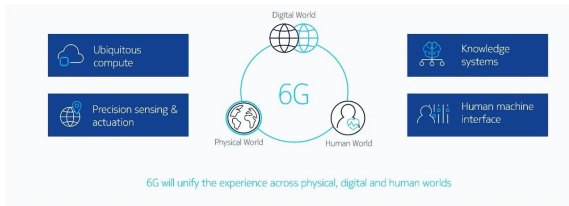
- O rápido desenvolvimento de sistemas inteligentes centrados em dados expõe novas limitações de latência de sistemas sem fio 5G.
- Por exemplo, o atraso do 5G de menos de 1 milissegundo é inadequado para suportar aplicações como direção autônoma ou assistência médica em tempo real, porque o atraso necessário é inferior a 0,1 milissegundo.

- Nos futuros sistemas de transporte autônomo, onde os veículos são autocontrolados e navegados em tempo real, comunicação ultra confiável é altamente necessária para transportar feeds de vídeo de câmeras para veículos e coordenação do veículo oportuno sinalização nas estradas de forma automatizada e segura.
- No futuro, a oportunidade de entrega de informações será uma característica significativa para a sociedade interconectada inteligente, onde o a internet tátil dominará para oferecer comunicações táteis para serviços IoT de missão crítica com toque e atuação em tempo real



- Na era 6G, o mundo digital, físico e humano se fundirão perfeitamente para desencadear experiências extra-sensoriais.

”O papel das redes de próxima geração é a unificação de nossa experiência no mundo físico, digital e humano”, Harish Viswanathan, chefe de pesquisa de sistemas de rádio do Nokia Bell Labs .



- Conectar o mundo físico ao nosso próprio mundo humano, graças à implantação em grande escala de sensores, inteligência artificial e aprendizado de máquina (AI / ML) com modelos de gêmeos digitais e atualizações síncronas em tempo real.

- Gêmeos digitais serão encontrados não apenas em fábricas, mas também em redes de áreas amplas de cidades e até mesmo gêmeos digitais de humanos, o que terá um grande impacto na arquitetura da rede.

- As novas interfaces homem-máquina o tornarão mais conveniente para consumir e controlar as informações;
- A digitação na tela sensível ao toque será gradualmente substituída por gestos e controle de voz;
- Os dispositivos virão embutidos nas roupas e até mesmo se transformarão em adesivos de pele.

- Os sistemas de comunicação 6G são capazes de evoluir em direção a um ecossistema de IoT mais poderoso, bem como construir um mundo digital totalmente conectado e inteligente em direção aos ecossistemas econômicos, sociais e ambientais previstos para a era de 2030.

6G será capaz de trazer um novo nível de qualidades de rede com os recursos pendentes da seguinte forma:

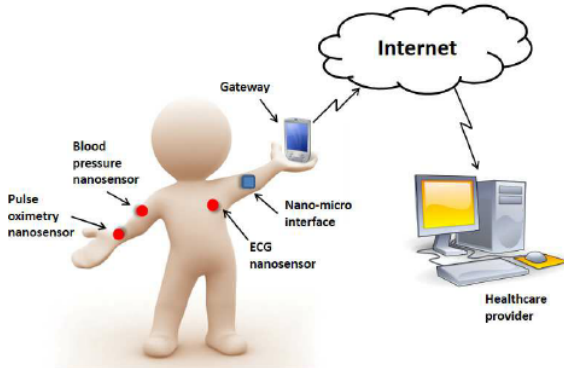
- Atingir uma alta taxa de dados de 1 Tb / s para endereçar a conectividade IoT em grande escala, onde a perfeita mobilidade, disponibilidade de espectro e tráfego móvel coexistem.
- Aumentar a capacidade de tráfego móvel em até 1 Gb/s/m<sup>2</sup> para satisfazer os requisitos de alto rendimento e IoT densidade do dispositivo.
- Atingir uma densidade de conectividade de dispositivo extremamente alta de 10<sup>7</sup> dispositivos / km<sup>2</sup>, que suporta bem para densas Implementações de rede IoT
- Atingir latências de rede ultrabaixas (10-100 μs) para cumprir os requisitos de aplicações táteis, como e-health e direção autônoma.

	5G-IoT	6G-IoT
Network Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Rate of 20 Gb/s</li> <li>• Mobile Traffic Capability: 10 Mb/s/m<sup>2</sup></li> <li>• Connectivity Density: 10<sup>6</sup> devices/km<sup>2</sup></li> <li>• Network Latency: 1 ms</li> <li>• Coverage Percentage: about 70 %</li> <li>• Energy Efficiency: 1000x relative to 4G</li> <li>• Spectrum Efficiency: 3-5x relative to 4G</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Rate from 1 Tb/s</li> <li>• Mobile Traffic Capability: 1 Gb/s/m<sup>2</sup></li> <li>• Connectivity Density: 10<sup>7</sup> devices/km<sup>2</sup></li> <li>• Network Latency: 10-100 μs</li> <li>• Coverage Percentage: &gt; 99 %</li> <li>• Energy Efficiency: 10x relative to 5G</li> <li>• Spectrum Efficiency: &gt; 3x relative to 5G</li> </ul>
Enabling Technologies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mm-Wave Communications</li> <li>• URLLC</li> <li>• NOMA</li> <li>• Artificial Intelligence</li> <li>• Cloud/Edge Computing</li> <li>• Software-Defined Networking/ Network Slicing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• THz Communications</li> <li>• Massive URLLC</li> <li>• Space-air-ground-underwater Communications</li> <li>• Edge Intelligence</li> <li>• RIS</li> <li>• Blockchain</li> </ul>

- De acordo com a Cisco, espera-se que até 500 bilhões de dispositivos IoT estejam conectados à Internet até 2030, contra apenas 26 bilhões de dispositivos em 2020.



- A Internet das Nano-Coisas também é importante para construir o futuro ecossistemas IoT avançados, onde a rede de objetos (nanodispositivos e coisas) podem sentir, transmitir, processar e armazenar dados com base em unidades nano (por exemplo, um nanocontrolador) para apoiar serviços ao cliente, como monitoramento de saúde.



- Interconectividade perfeita entre nano-redes por meio do redes de comunicação disponíveis e a Internet requer desenvolver novas arquiteturas de rede e novos paradigmas de comunicação.

- Prevê-se que o volume de tráfego móvel global crescerá exponencialmente com mais de 5.000 exabytes no ano de 2030 e aumentará 80 vezes em comparação com o tráfego móvel em 2020.
- Plataformas de acesso de banda larga junto com redes de satélite habilitadas usando os satélites de baixa órbita terrestre (LEO) serão os principais capacitadores para o suporte de comunicações em larga escala de futuros dispositivos inteligentes.

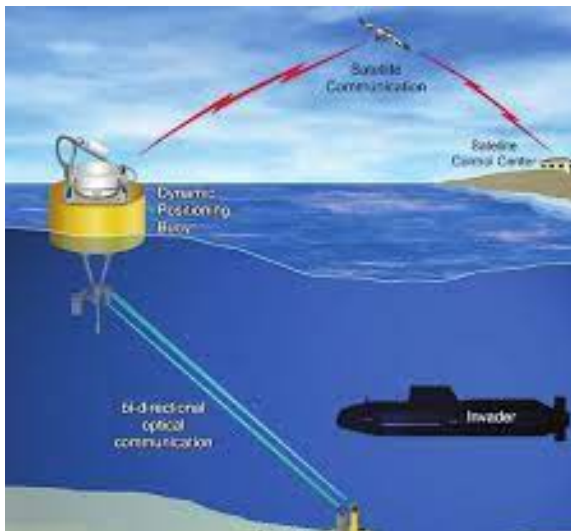


O uso de plataformas voadoras como veículos aéreos não tripulados (VANTs) também são necessários para oferecer suporte à conectividade contínua nas futuras redes de IoT em grande escala, onde as estações base fixas não conseguem garantir comunicações estáveis e confiáveis de dispositivos em redes IoT em movimento

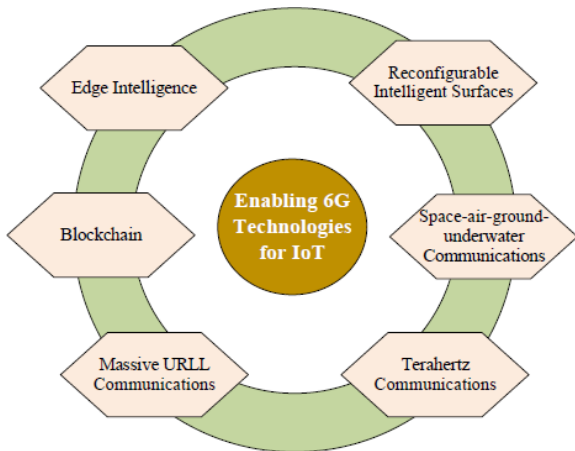


## Comunicação terra-ar-submarina

- Na futura sociedade baseada em IoT, é desejável alcançar uma cobertura total além das redes terrestres, usando redes de grande dimensão espaço-ar-solo-subaquáticas



## Tecnologias

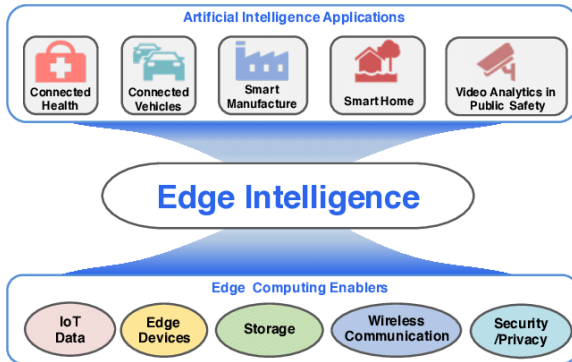


- Edge intelligence e VANTs são as chaves para alcançar cobertura sem fio completa, onde o primeiro é capaz de fornecer soluções autônomas e inteligentes na extremidade da rede;
- Enquanto o último pode ser usado para construir estações base voadoras para estender a cobertura das redes móveis atuais de apenas 2D em redes terrestres existentes para 3D em um sistema integrado terrestre-satélite-aéreo

- Na era 6G, cada dispositivo inteligente IoT pode atuar como um terminal de usuário final que pode fornecer conectividade e serviços (por exemplo, controle inteligente, armazenamento em cache e sinalização de rede) para outros dispositivos na extremidade da rede sem a necessidade de um controlador centralizado

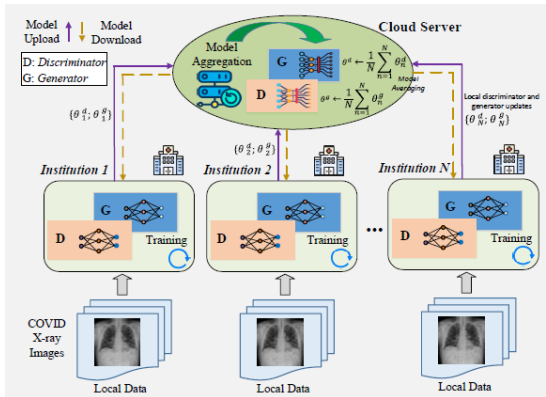


- Em sistemas 6G inteligentes, as funções AI são estendidas para a borda da rede graças às capacidades computacionais de nós de borda

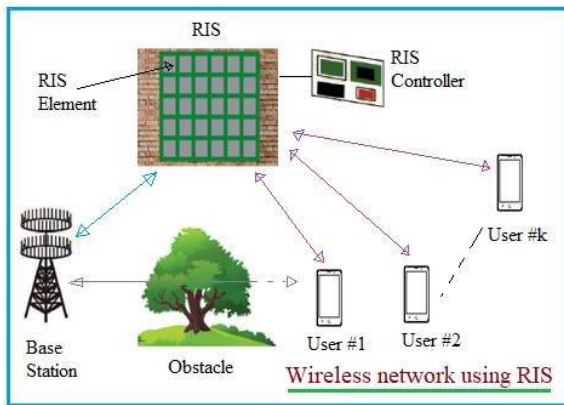


- A inteligência de borda é prevista como um habilitador chave para o acesso ao espectro dinâmico para fornecer processamento de dados baseado em IA rápido e confiável nos dispositivos de borda, por exemplo, redes platoon, veículos na rua e unidades ao lado da estrada.
- Os benefícios da inteligência de borda também são considerados para robôs colaborativos (ou cobots) na manufatura inteligente, com possíveis domínios aplicados como monitoramento automático das propriedades de integridade da máquina, navegação autônoma ou semiautônoma e controle refinado de cobots.

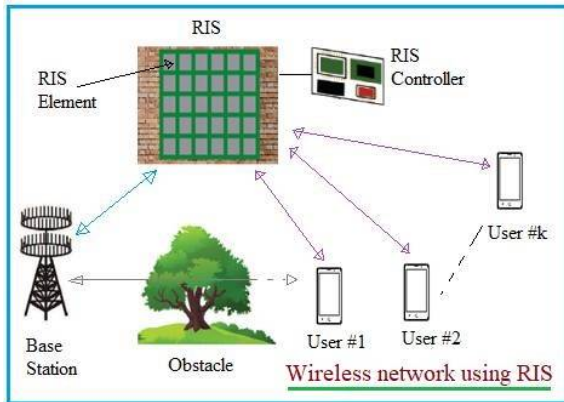
- Aprendizagem federada (FL) como uma abordagem de IA colaborativa distribuída está surgindo para transformar arquiteturas de inteligência de borda / névoa.
- Conceitualmente, FL é uma abordagem de IA distribuída que permite o treinamento de modelos de IA de alta qualidade, calculando a média de atualizações locais agregadas de vários clientes de ponta de aprendizagem, sem a necessidade de acesso direto aos dados locais



## Superfícies inteligentes



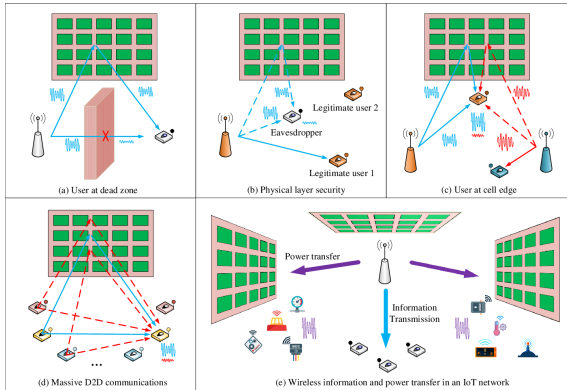
- As superfícies inteligentes reconfiguráveis (RISs) ganharam atenção significativa da pesquisa para as aplicações da tecnologia 6G.
- O RIS consiste em matrizes de elementos de espalhamento passivos com estruturas planas artificiais, onde cada elemento é habilitado por circuitos eletrônicos para refletir a onda eletromagnética de impacto de uma maneira definida por software



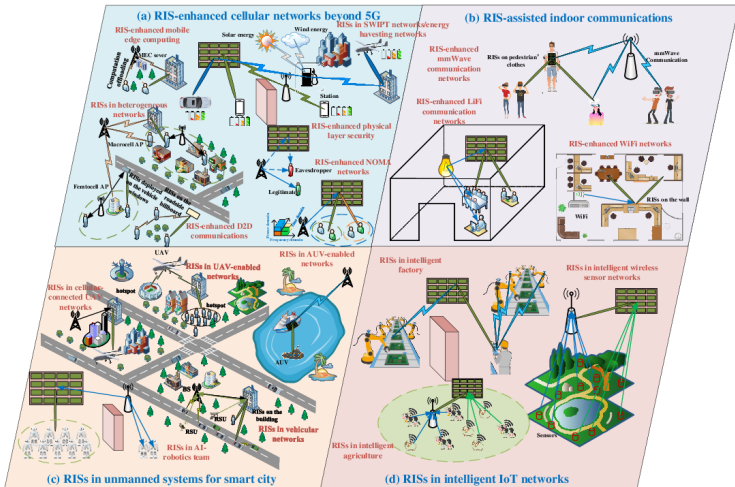
- A reconfigurabilidade torna os RISs uma solução promissora para apoiar o design e otimização do sistema sem fio, facilitando propagação de sinal, modelagem de canal e aquisição que permite ambientes de rádio inteligente benéficos para 6G formulários.



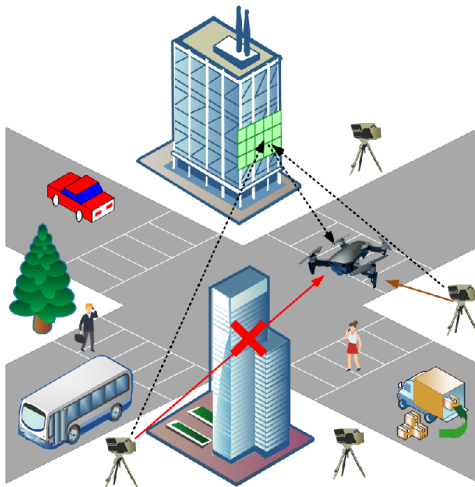
- O RIS é capaz de melhorar simultaneamente o sinal coletado das estações base de serviço em redes IoT multicelulares para reduzir a interferência entre células entre dispositivos IoT massivos



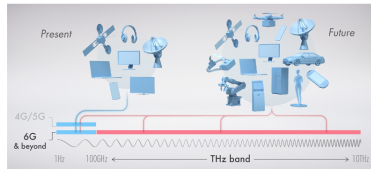
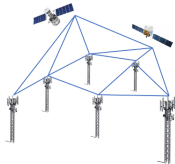
## Aplicações



## Uso em conjunto com VANTs



- As comunicações THz são concebidas como uma tecnologia motriz para 6G.
- O espectro THz é capaz de lidar com o espectro problemas de escassez em comunicações sem fio e aumentar significativamente as capacidades do sistema sem fio em 6G.



- Blockchain é um banco de dados descentralizado, imutável e transparente onde nenhuma autoridade é necessária para gerenciar os dados.
- Blockchain é capaz de oferecer muitas soluções inovadoras para lidar efetivamente com essa privacidade e segurança desafios em redes 6G-IoT;

- Blockchain é particularmente útil para domínios aplicados, como VANTs, rede inteligente e indústria de alimentos.
- Por exemplo, o blockchain é capaz de estabelecer sistemas autônomos seguros onde os VANTs atuam como clientes do blockchain para se comunicarem com as estações base terrestres de maneira segura.

## Aplicação na saúde

- A robótica 6G pode ser aplicada para implementar cirurgia de uma forma que médicos remotos possam gerenciar cirurgia por meio de sistemas robóticos em uma ultra baixa latência e alta confiabilidade.
- Da mesma forma, nano-dispositivos, implantes e sensores corporais podem se comunicar e transmitir dados em tempo real com confiabilidade e disponibilidade extremamente alta para dispositivos de borda ou centros de nuvem para análises médicas de curto e longo prazo.

## Aplicação na saúde

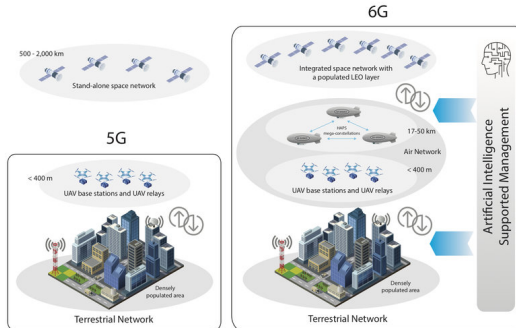
- 6G pode ser explorado para facilitar a ambulância conectada em cuidados de saúde futuros, permitindo streaming de vídeo em tempo real com cores intensas resolução para diagnóstico confiável para médicos e paramédicos equipe do hospital em velocidades moderadamente altas (até 100 km / h)
- Por exemplo, dados de eletroencefalograma de exames clínicos podem ser conduzidos a bordo e por meio de teleconsulta em tempo real, os médicos do hospital são capaz de fornecer indicações urgentes para a equipe paramédica no ambulância.



## 6G para Internet das Coisas por Satélite (SIoT)

- Na era 6G, é altamente essencial integrar o satélite comunicações em redes sem fio atuais para massivas Cobertura IoT;
- Vários satélites podem ser implantados em dezenas de órbitas acima da terra, os sistemas de baixa órbita podem, assim, realizar com autenticidade a cobertura global e obter mais eficiência pela reutilização de frequência.

- Pretende-se estabelecer ligações entre satélites para permitir comunicações inter-satélites baseadas em bandas THz, que pode acomodar mais satélites e alcançar desempenho de link mais alto devido à sua largura de banda muito mais ampla.



# Aplicações

