

# **Computação de borda, 5G e 6G**

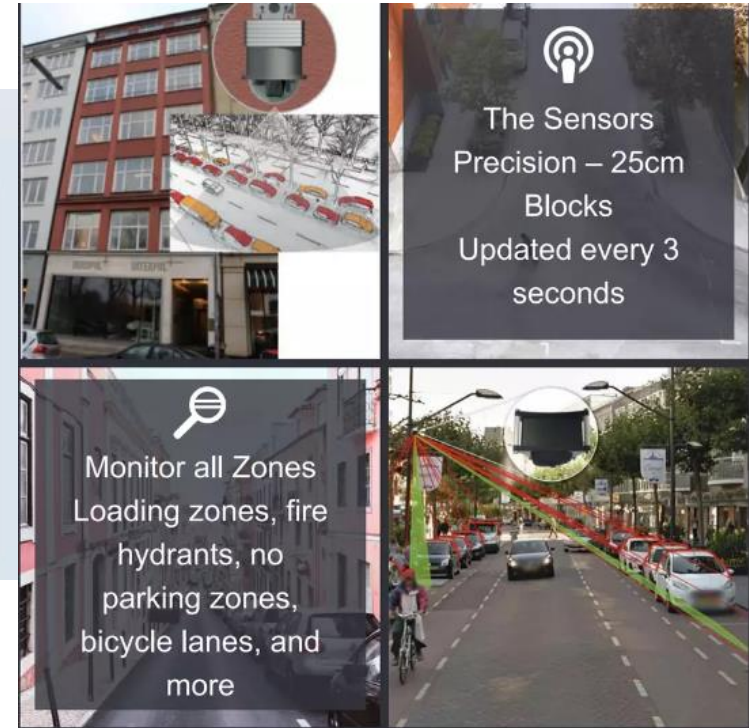
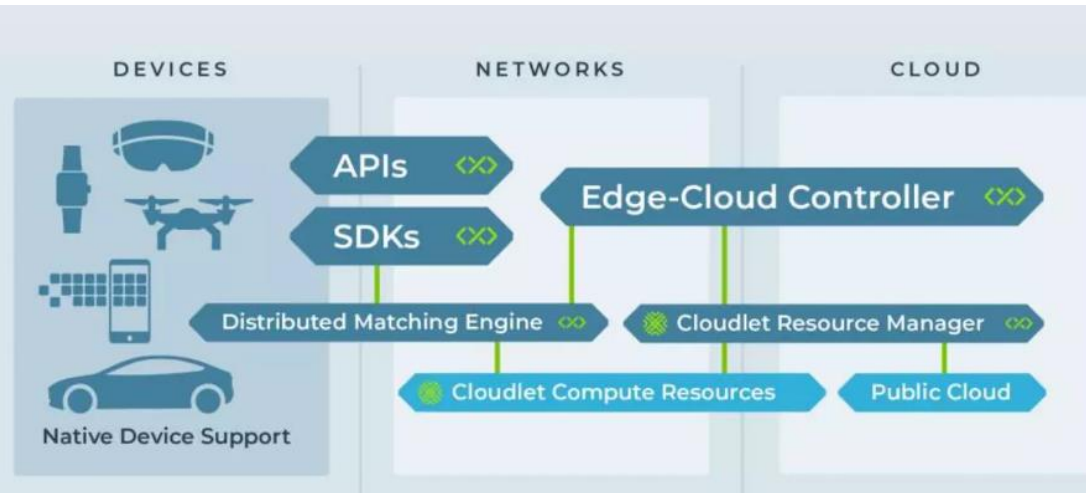
**Mestrado em Engenharia de  
Computadores e Telemática**

**2022/2023**

# Computação Móvel de Borda (MEC)

- Conceito em 5G
- Aproxima a nuvem da borda da rede
- Abre a vantagem para aplicações de 3<sup>terceiro</sup>festas
- Fornece serviços para aprimorar aplicativos com informações de contexto (informações de rede, localização)
- Redirecionamento de tráfego
- Latência ultrabaixa
- Facilita a execução de aplicativos no local certo e na hora certa
- Diferentes soluções de IoT têm diferentes requisitos de rede
  - Veículos autônomos e equipamentos médicos com fortes requisitos de latência com decisões críticas
  - Edge computing para permitir processamento forte e decisões próximas às necessidades das reações

# Visão simplificada do MEC



## • Segurança do iPhone

- Hospedar informações biométricas ou de criptografia confidenciais no dispositivo do usuário e não na nuvem
- Não precisa lidar com informações de segurança do usuário

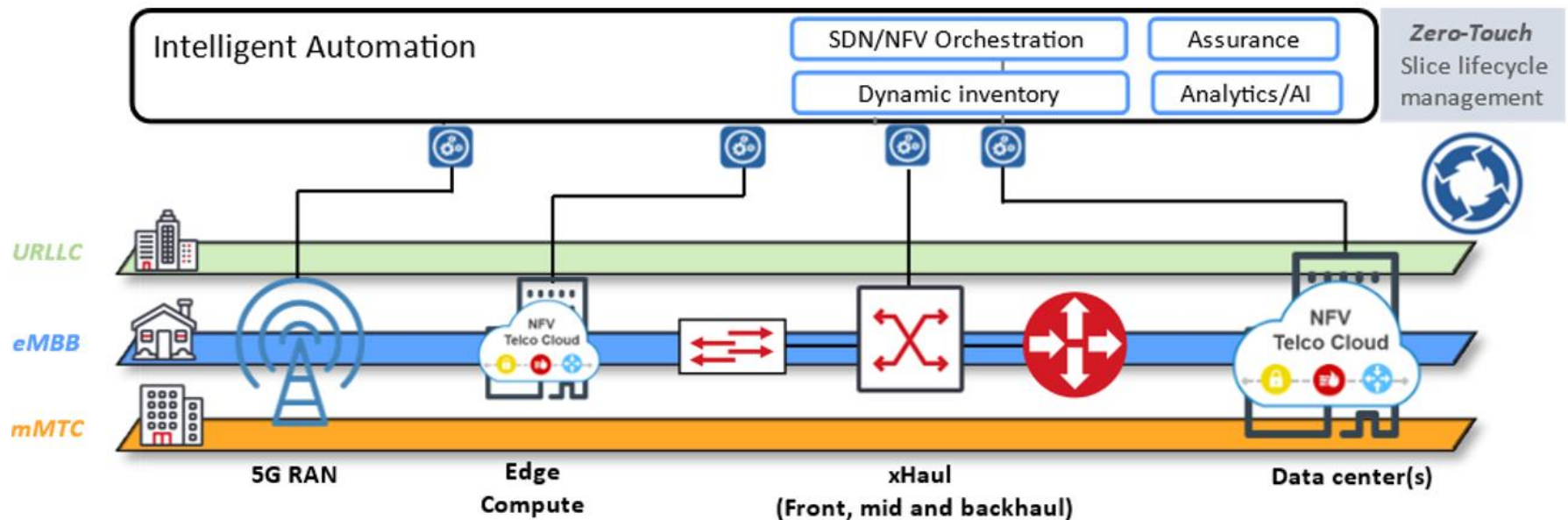
## • AWS DeepLens

- Câmera com sistema operacional Linux, aprendizado de máquina no dispositivo
- Conjunto de ferramentas de inteligência quase instantâneas integradas em APIs

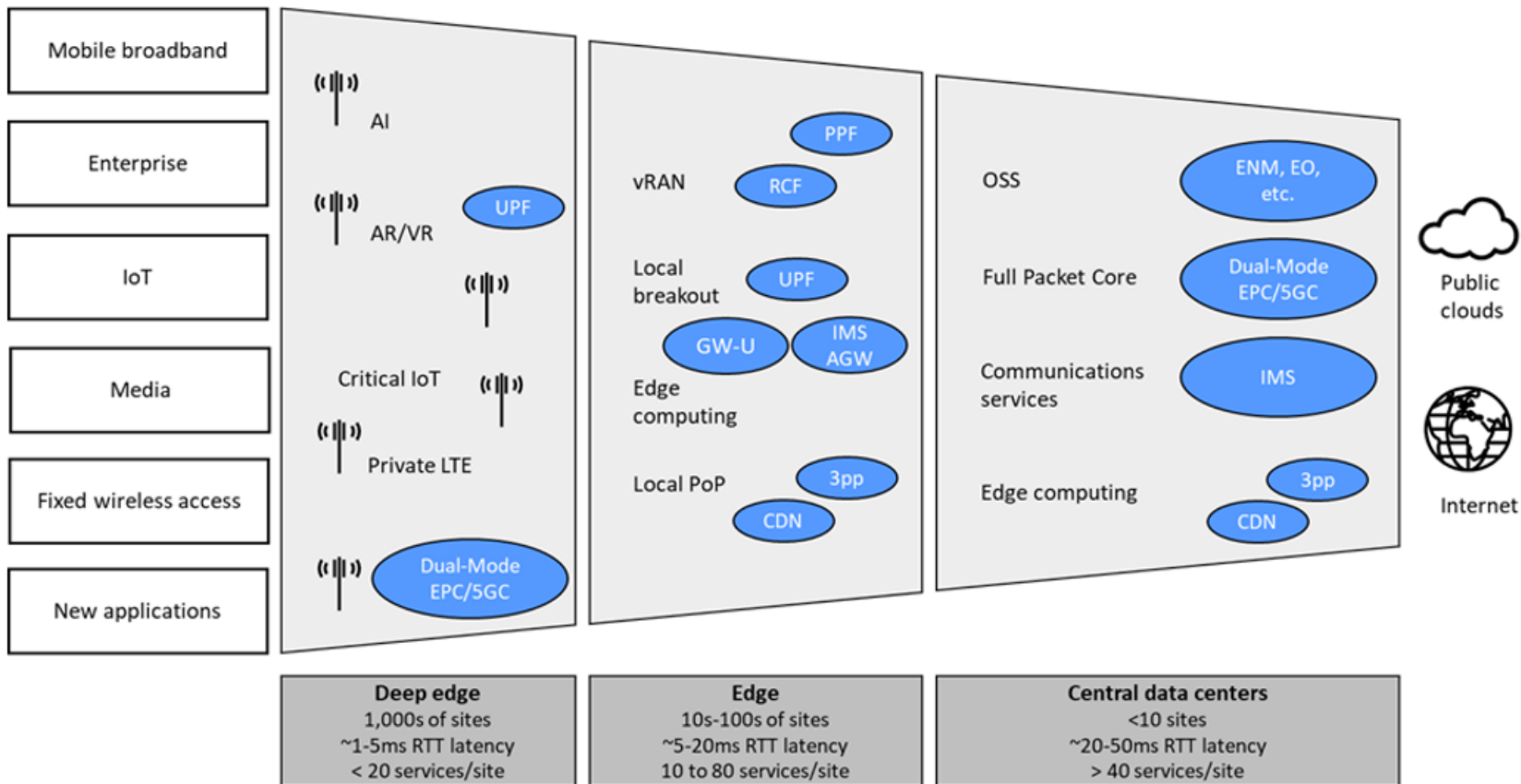
# Borda e nuvem

- Dispositivos de computação de borda dependem do acesso da rede à nuvem para receber aprendizado de máquina e modelos complexos de processamento de eventos
- Eles também precisam enviar sensores e dados de status de volta para a nuvem
- Fortes requisitos de largura de banda → 5G a 6G
- Baixas latências
- Grandes quantidades de nós

# Inteligência distribuída e 5G

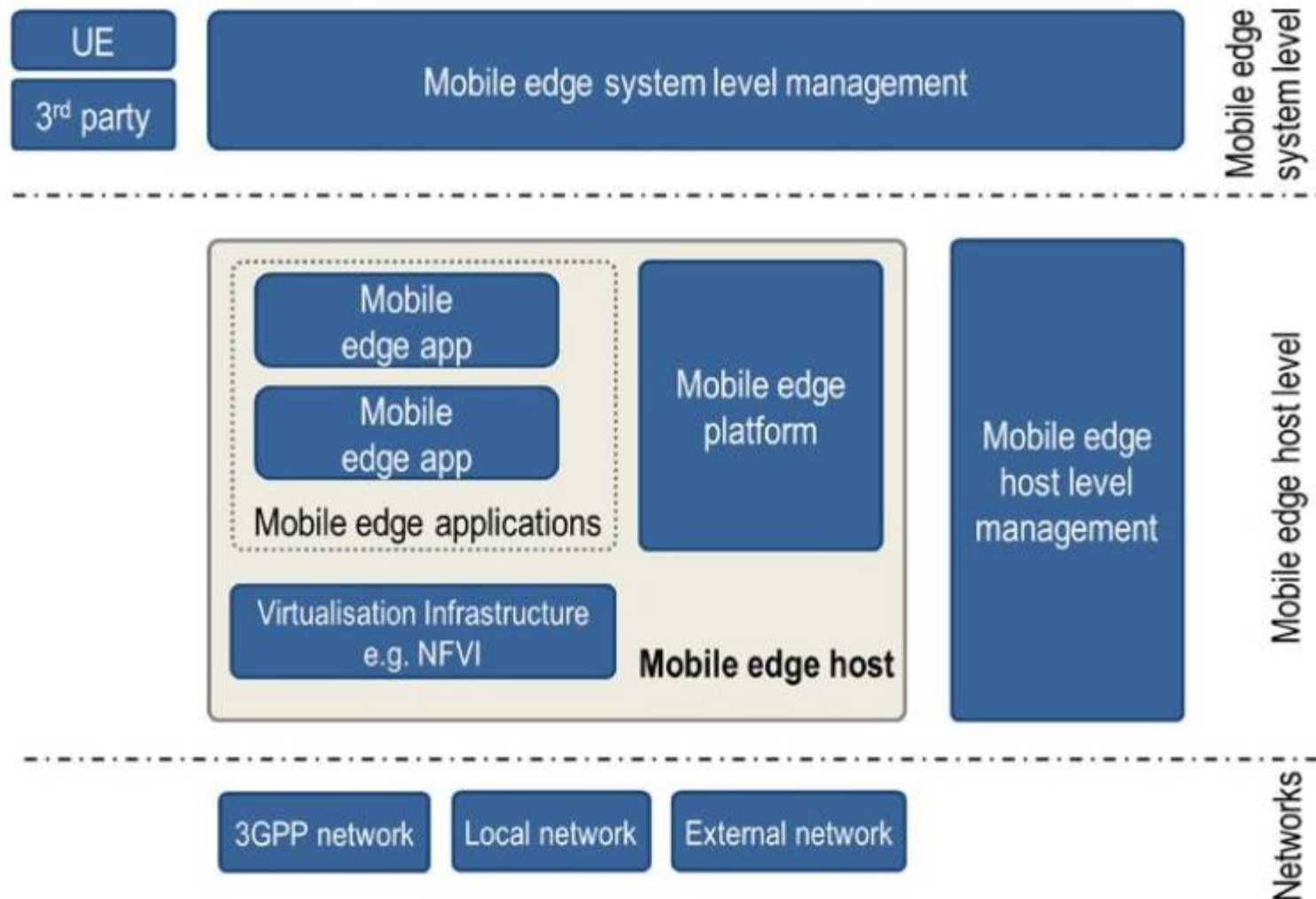


# Borda Distribuída e 5G

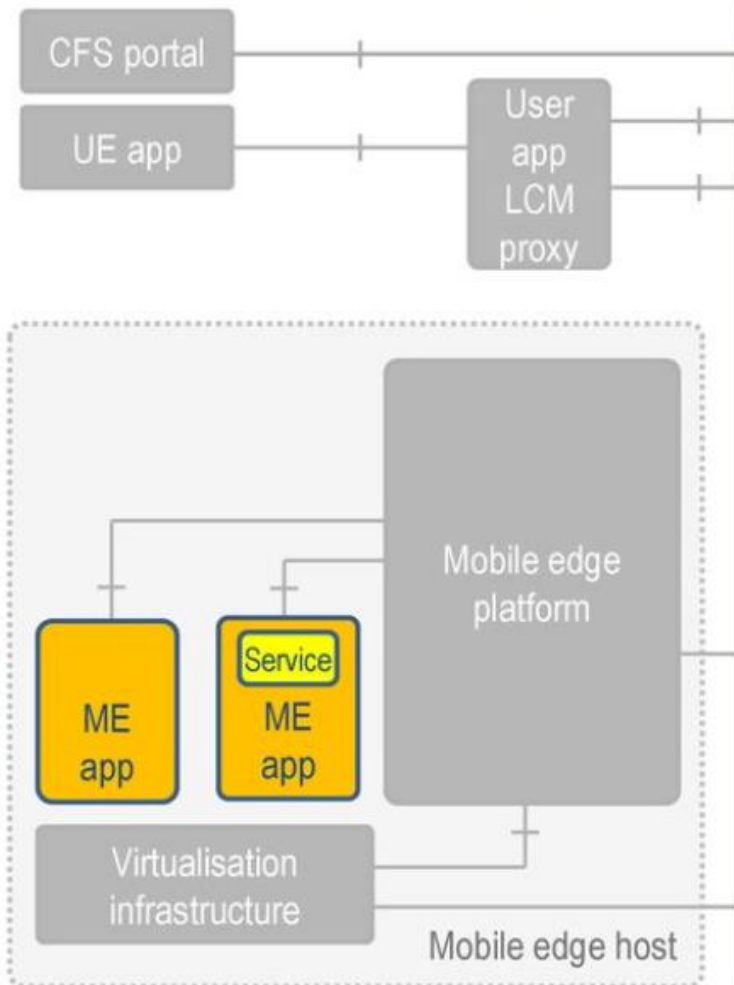


# 7 Computação de borda: ETSI MEC

## Arquitetura de referência



# MEC: aplicativos móveis Edge

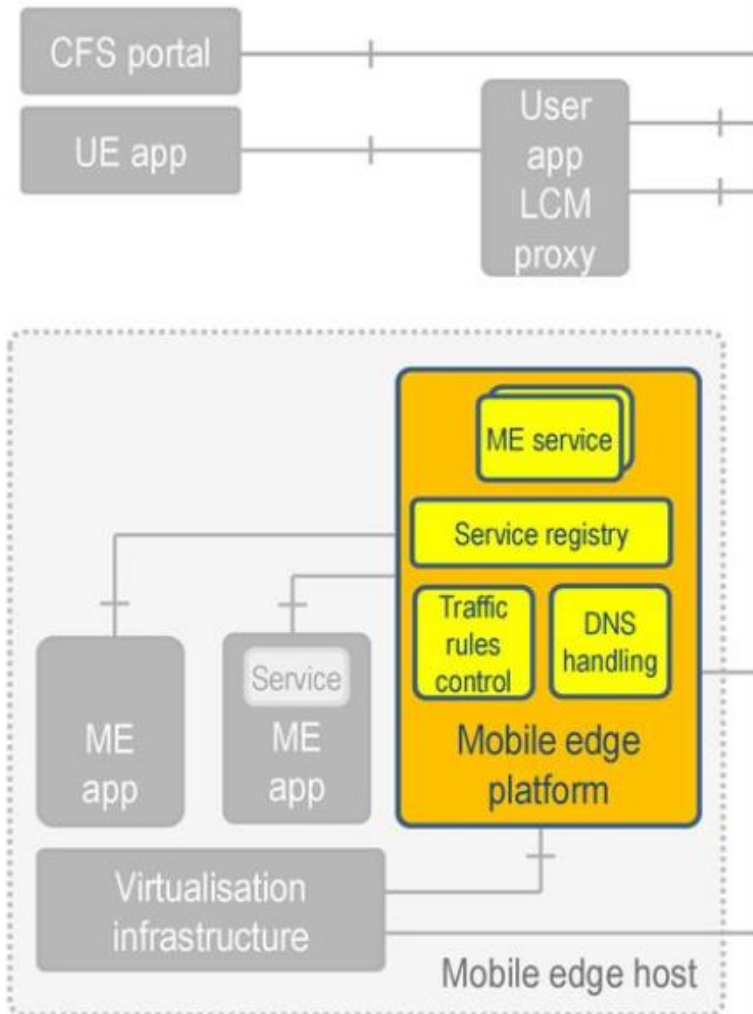


## Mobile edge applications:

- Run as virtual machines
  - Typically consume, but may also provide mobile edge services
  - May provide information to aid the lifecycle management (e.g. indication of availability)
  - Have associated rules and requirements and rules regarding:
    - DNS configuration and traffic redirection (originate/inspect/modify)
    - Compute/ Storage/Networking resources, maximum latency, required services
- The rules and requirements are validated by mobile edge system level management
- Assisted by mobility information may relocate user state
  - If supported, may be relocated to another mobile edge host



# MEC: Plataforma Móvel Edge



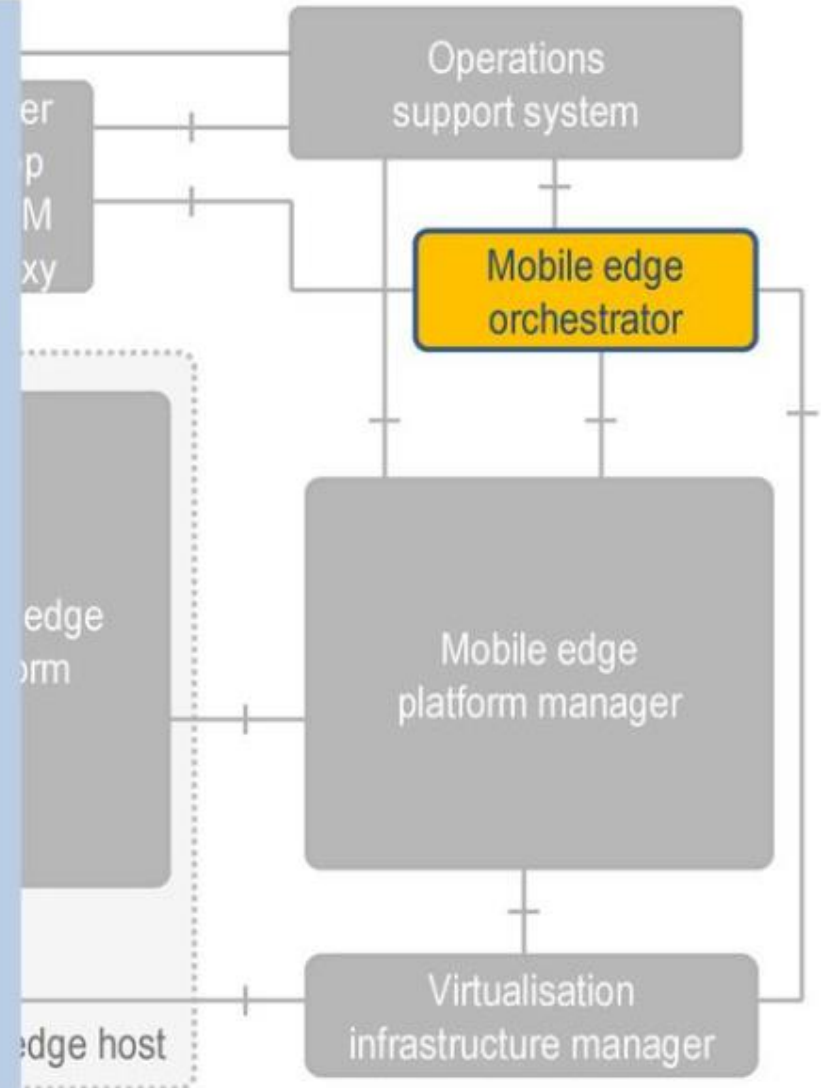
## Mobile edge platform:

- An environment where applications can discover, advertise, consume and offer mobile edge services
- Controls data-plane in the virtualization infrastructure (“SDN”) based on traffic rules
- Configures DNS proxy/server based on DNS records from the mobile edge platform manager
- Provides mobile edge services. May also consume mobile edge services provided by the applications
- Provides access to persistent storage and time of day information

# MEC: orquestrador de borda móvel

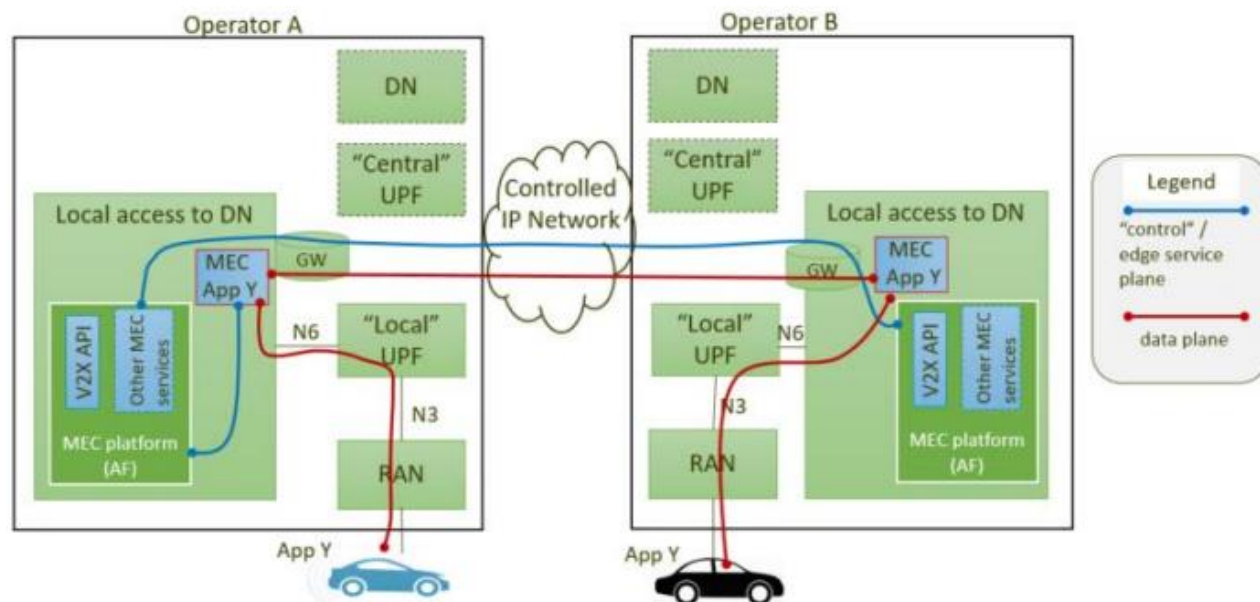
## Orchestrator:

- Maintains an overall view of the system and mobile edge hosts, available resources, available services and topology
- On-boards application packages, including
  - an integrity check and authenticity
  - validation of the application rules and requirements; if necessary adjusts them to comply with operator policies
  - Maintenance of a record of on-boarded packages
  - Preparation of the virtualization infrastructure manager(s) to handle the apps
  - Selection of the appropriate host for the application, satisfying its rules and requirements
- Triggers application instantiation and termination
- Optionally, triggers application relocation



# Exemplos usando Edge Informática

- Uma instância de aplicação V2X pode estar rodando em um carro conectado ao MNO 1 que esteja equipado com um sistema MEC do fornecedor 1, e se comunicando com outra instância de aplicação V2X, rodando em um segundo carro conectado ao MNO 2, que, por sua vez, está equipado com um sistema MEC do fornecedor 2.
- O serviço V2X é implementado com duas instâncias do “MEC App Y”, cada uma das quais se comunica com seu App Cliente correspondente, ou seja, “App Y”, e também está conectada a uma plataforma MEC em cada respectivo sistema MEC (domínio).

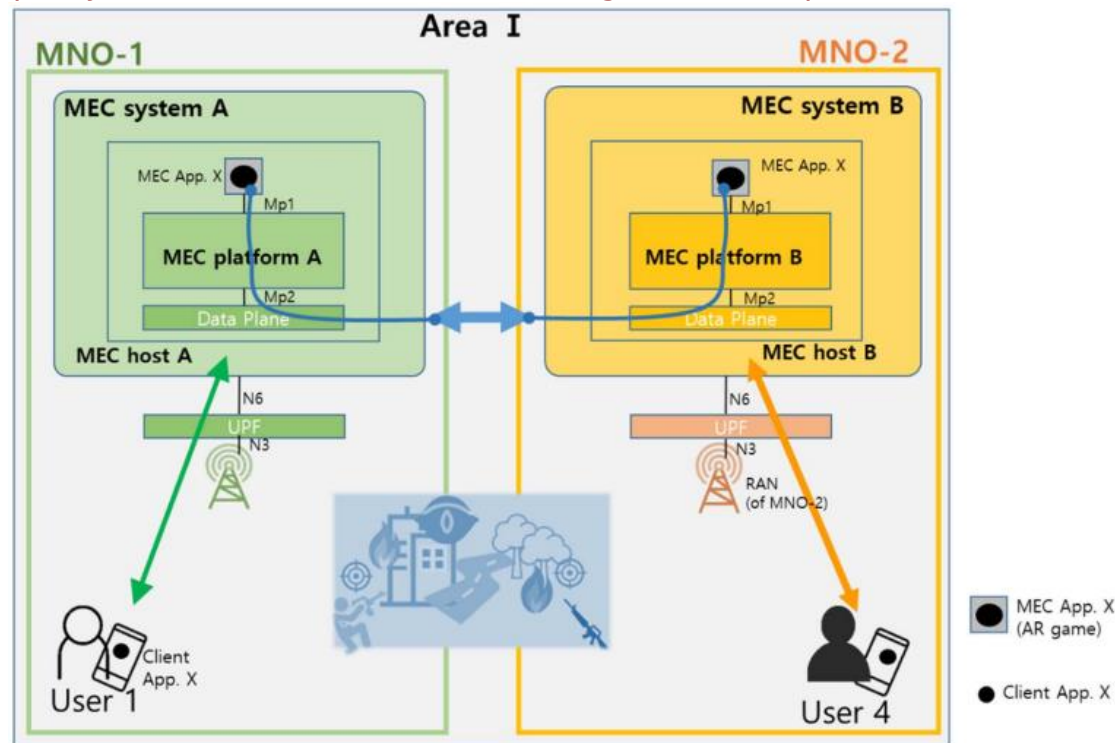


# Exemplos usando Edge Informática

- O MEC é visto como um meio promissor de oferecer melhor qualidade de experiência (QoE) para aplicações imersivas de AR
  - Reduz o atraso
  - Aborda tarefas que exigem muita computação e consomem bateria, descarregadas dos dispositivos móveis.

2 aplicativos MEC Xs, instanciados em hosts MEC do sistema MEC A e do sistema MEC B, respectivamente, comunicar e coordenar juntos para sincronizar o cenário do jogo. Informações a serem trocadas entre os dois aplicativos do MEC para a coordenação inclui principalmente ações de jogo dos usuários, como

como posição dos jogadores, movimento, direção, controle do jogo e o status do conteúdo do jogo criado virtualmente.

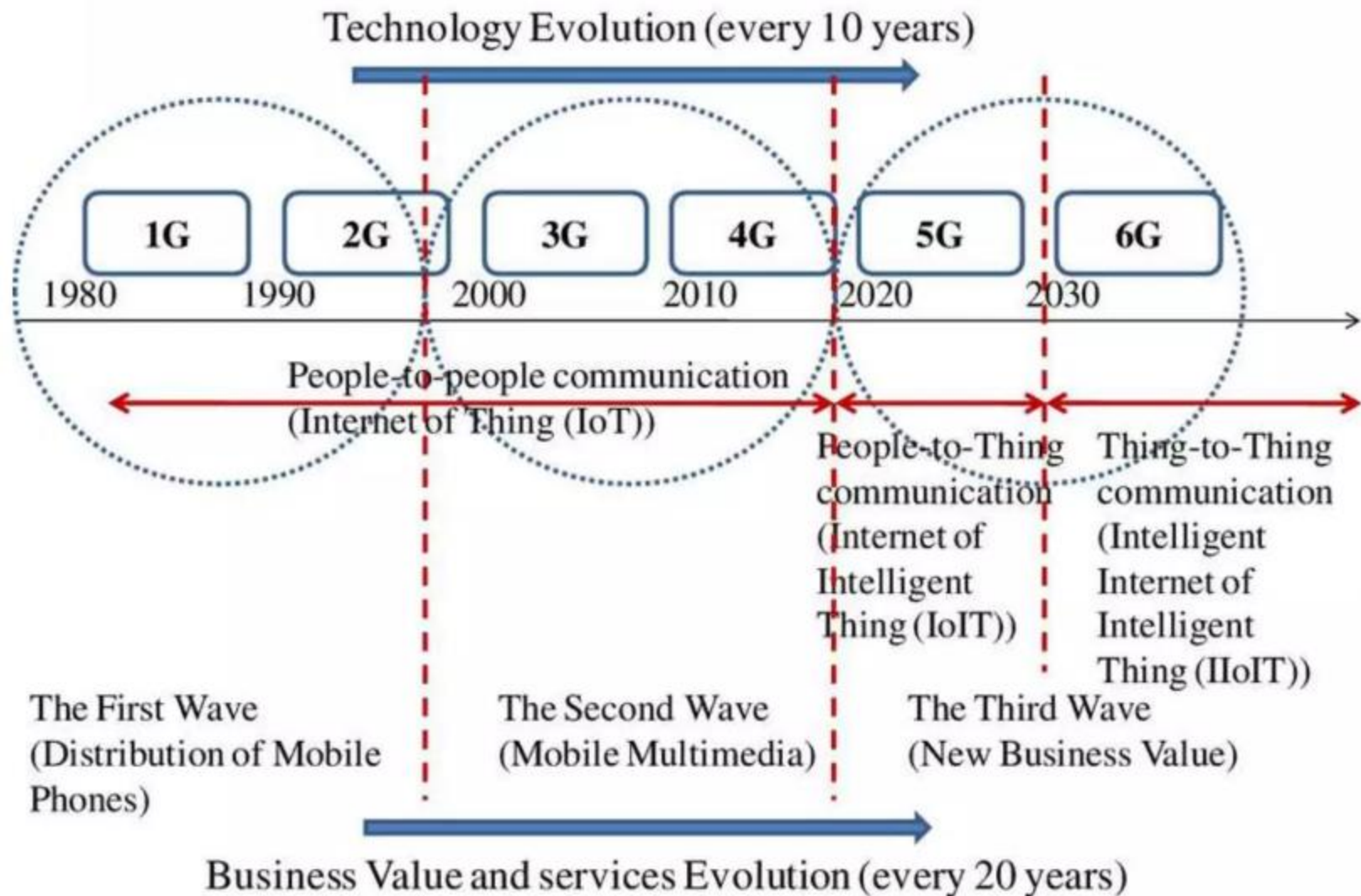


# Futuro do MEC

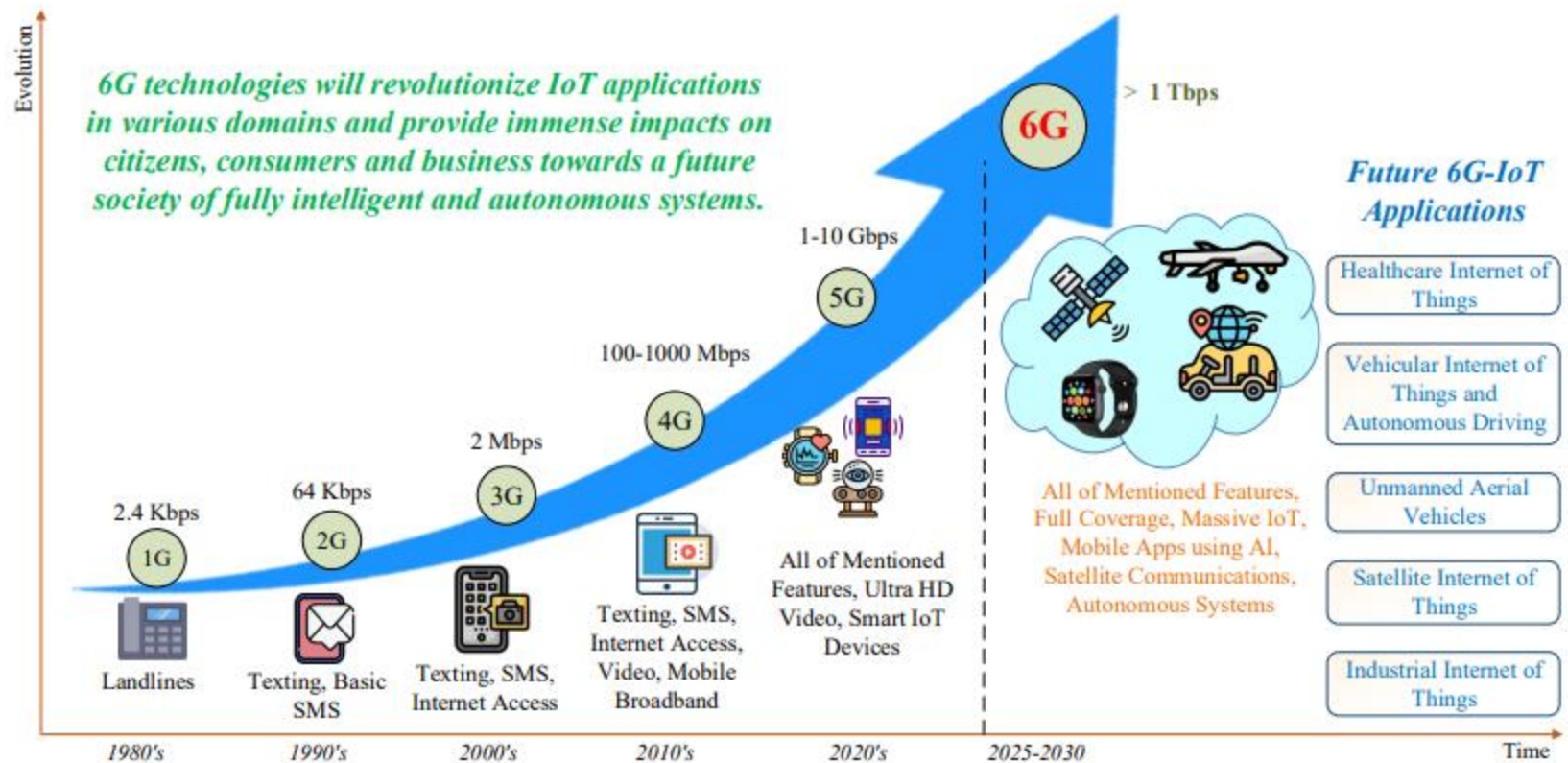
- MEC é identificado como um facilitador chave para IoT e soluções verticais de missão crítica
- Conceito arquitetônico e tecnologia chave para 5G
- Permite que aplicativos sejam implantados e executados em um ambiente virtualizado
  - Serviços orquestrados e instanciados sob demanda quando necessário
- Uma miríade de cenários diferentes: saúde, indústria, IoT, automotivo, meio ambiente, etc.
  - Alterar a implantação do aplicativo
- Redes e sistemas autônomos habilitados!



# E quanto ao 6G?



# E quanto ao 6G?



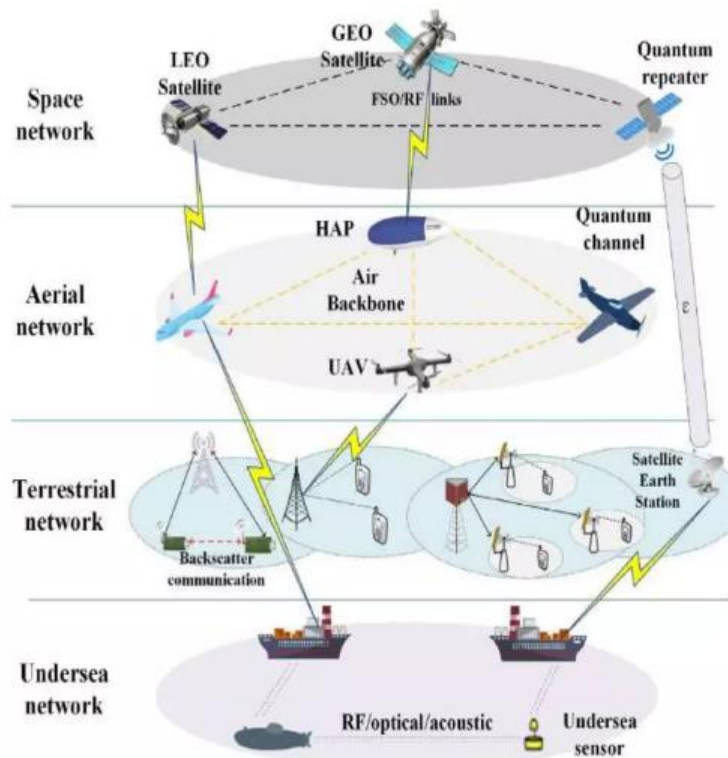
# 16 6G: auto-organização, p2p relacionamentos

## 6G networking and connectivity

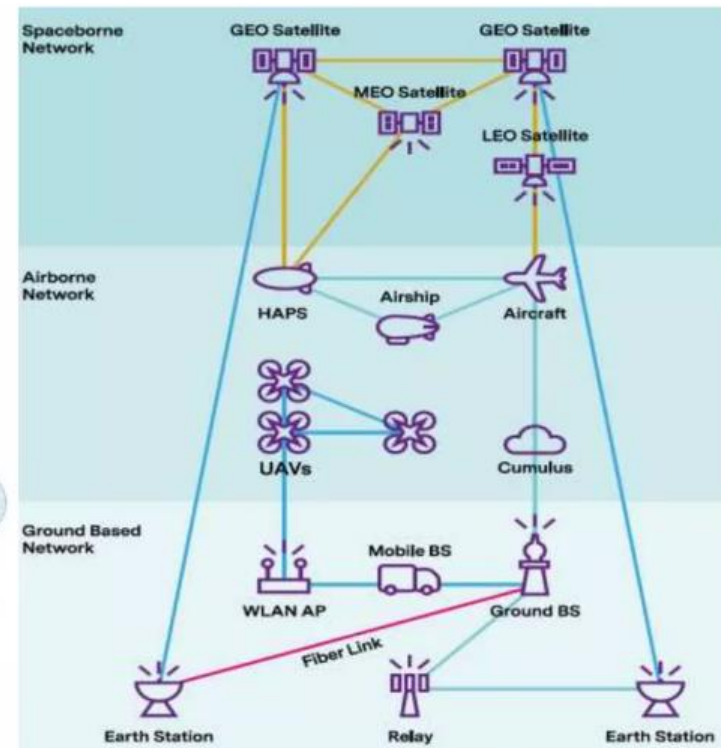
### Integrated Space Aerial, Terrestrial and Undersea Network

Ubiquitous 3d coverage

LEO- Low Earth Orbit  
MEO- Medium Earth Orbit  
GEO- Geostationary Earth Orbit  
HAP- High Altitude Platforms  
UAV- Unmanned Aerial Vehicle



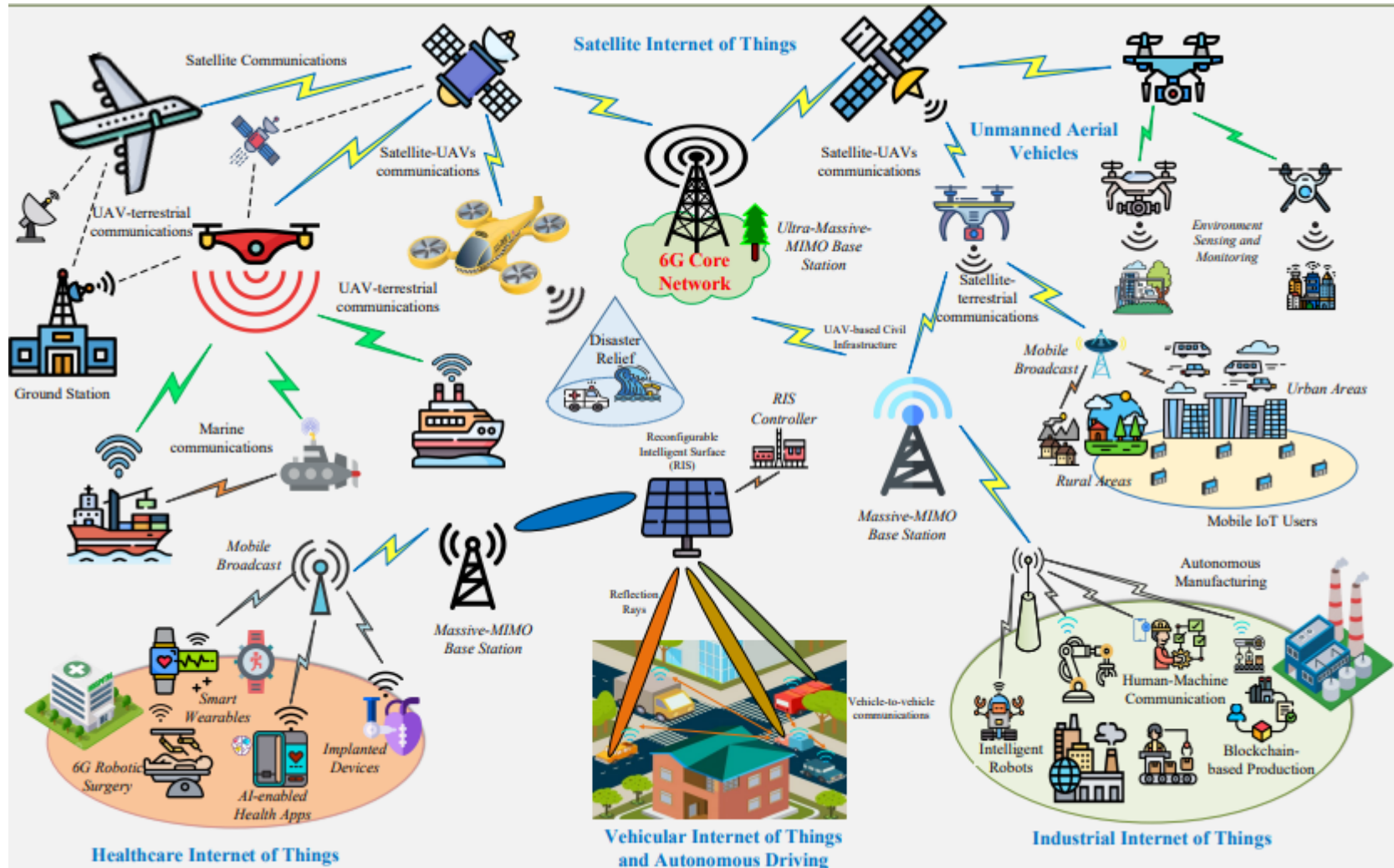
Source: T.Huang, et al., "A Survey on Green 6G Network: Architecture and Technologies", IEEE Access, VOLUME 7, 2019, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8922617>



Source: 6G FlagShip, "WHITE PAPER ON BROADBAND CONNECTIVITY IN 6G", 6G Research Visions, No. 10 June 2020, Univ. of Oulu



# 6G em um espaço 3D



- [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_gr/MEC/001\\_099/035/03.01.01\\_60/gr\\_mec035v030101p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_gr/MEC/001_099/035/03.01.01_60/gr_mec035v030101p.pdf)
- [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_gs/MEC/001\\_099/003/02.02.01\\_60/gs\\_MEC003v020201p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC/001_099/003/02.02.01_60/gs_MEC003v020201p.pdf)
- [https://5gaa.org/wp-content/uploads/2017/12/5GAA\\_T-170219-whitepaper-EdgeComputing\\_5GAA.pdf](https://5gaa.org/wp-content/uploads/2017/12/5GAA_T-170219-whitepaper-EdgeComputing_5GAA.pdf)
- <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-83944-4.pdf>