

3º Workshop Brasil 

AVANÇOS DA PESQUISA RUMO AO 6G: CONNECTIVIDADE DO FUTURO EM CONSTRUÇÃO



Apoio:



Realização:



3º *Workshop Brasil* 

Aplicações de IoT para Redes 6G

Prof. Dr. Richard Demo Souza

Profa. Dra. Victoria Dala Pegorara Souto

Introdução

- **Atividade 3.3: Aplicações de IoT para Redes 6G**

- **Membros da Equipe:**

- Richard Demo Souza – UFSC – richard.demo@ufsc.br
- Lucas Bez Rocha – UFSC – lucasbezrocha@gmail.com
- Aldebaro Klautau – UFPA – aldebaro@ufpa.br
- Felipe Bastos – UFPA – felipe.bastos@itec.ufpa.br
- Pedro Sousa – pedro.sousa@itec.ufpa.br
- Samuel Baraldi Mafra- Inatel- samuelbmafra@inatel.br
- Felipe A. P. de Figueiredo – INATEL – felipe.figueiredo@inatel.br
- Victoria Dala Pegorara Souto – Inatel – victoria.souto@inatel.br
- Kleber Vieira Cardoso – UFG – kleber@ufg.br
- Sand Luz Correa – UFG – sandluz@ufg.br
- Karlla Chaves – UFG – karllachaves@discente.ufg.br
- Elton Vivot – UFG – eltonvivot@discente.ufg.br
- Vanessa M. Rennó – Inatel – vanessarenno@inatel.br
- Daniely Gomes – Inatel – daniely@inatel.br
- Diego Pivoto – Inatel – diego.gabriel@inatel.br



Inatel



Introdução

Internet of Things (IoT)

- Tecnologia-chave para viabilizar aplicações como cidades inteligentes, saúde conectada, automação industrial e agricultura de precisão;
- Requisitos heterogêneos de latência, conectividade, confiabilidade, mobilidade e eficiência energética;
- Requer soluções adaptativas, inteligentes e sensíveis ao contexto.

- Atividade 3.3 da Fase III concentra-se na **proposição e avaliação de soluções tecnológicas voltadas a aplicações de IoT**, as quais desempenham papel central no ecossistema da 6G.



Modelo de Carga de Trabalho para Aplicações de Realidade Aumentada Móvel

Karlla Chaves Rodrigues (UFG), Kleber Vieira Cardoso (UFG), Sand Luz Corrêa (UFG)

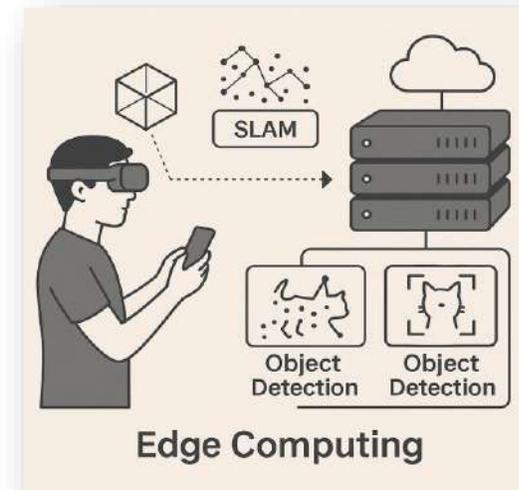
karllachaves@discente.ufg.br; kleber@ufg.br; sandluz@ufg.br

→ **Motivação:**

- O potencial da **Computação de Borda** como habilitador para a implementação e execução fluida de aplicações imersivas em dispositivos móveis.

→ **Objetivos:**

- Analisar duas tarefas utilizadas em realidade aumentada assistida por Computação de Borda: localização e mapeamento simultâneos (SLAM) e detecção de objetos
- Compreender seus perfis de utilização de recursos, principalmente CPU e GPU.
- Oferecer um modelo de carga trabalho que caracterize o uso de recursos dessas tarefas por um usuário móvel.



Modelo de Carga de Trabalho para Aplicações de Realidade Aumentada Móvel

Karlla Chaves Rodrigues (UFG), Kleber Vieira Cardoso (UFG), Sand Luz Corrêa (UFG)

→ Resultados Obtidos:

- A tarefa de SLAM, quando acelerada por GPU, não apresenta ganhos significativos de desempenho em relação a CPU. Já a detecção de objetos atinge níveis de latência e vazão considerados aceitáveis pela literatura apenas quando executada em GPU.
- A configuração que se mostrou mais eficiente é a execução do SLAM na CPU e da detecção de objetos na GPU, atendendo requisitos para aplicações de realidade aumentada móvel.

Transmissão de Vídeo em Redes Sem Fio Utilizando Comunicação Semântica

Elton Vivot (UFG), Kleber Vieira Cardoso (UFG)

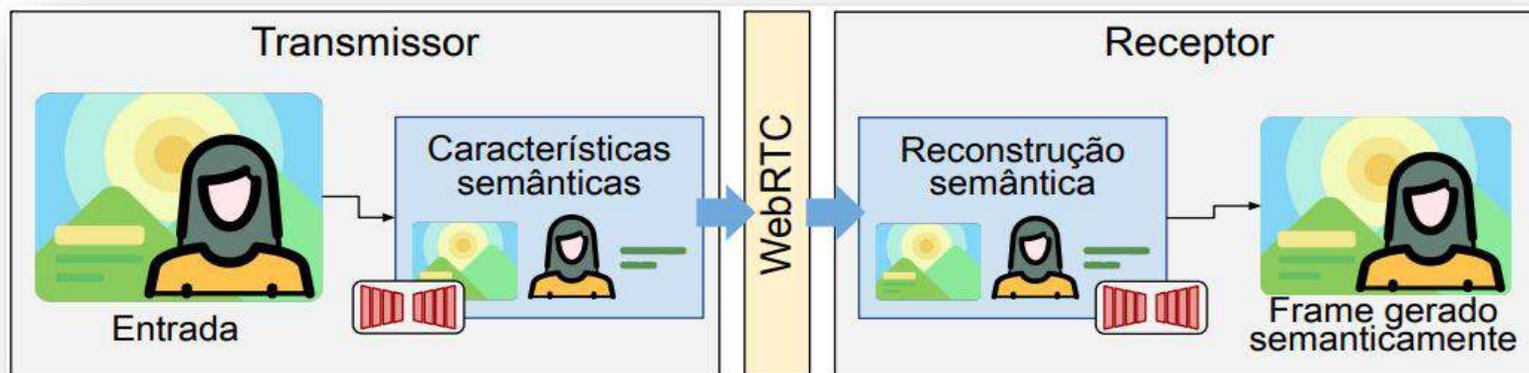
eltonvivot@discente.ufg.br; kleber@ufg.br

→ Motivação:

- Atender à demanda por vídeo em alta resolução, reduzindo o volume de dados transmitidos sem perder qualidade.

→ Objetivos:

- Desenvolver um sistema modular de transmissão de vídeo baseado em comunicação semântica, permitindo avaliar diferentes ferramentas para otimizar o uso da rede.

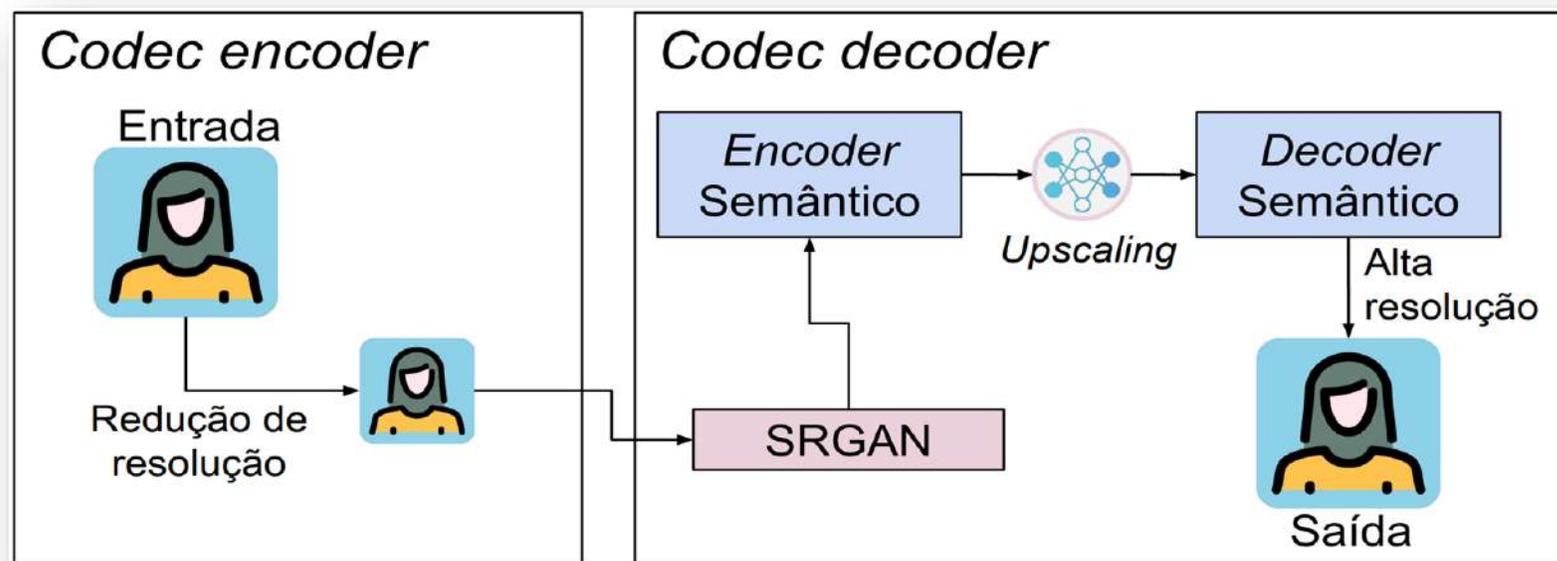


Transmissão de Vídeo em Redes Sem Fio Utilizando Comunicação Semântica

Elton Vivot (UFG), Kleber Vieira Cardoso (UFG)

→ Resultados Obtidos:

- Implementação do sistema com WebRTC, reconstrução dos frames com o *Super Resolution Generative Adversarial Networks* (SRGAN) e métricas integradas.



Transferência de Energia sem Fio Eficiente e Segura

Richard Demo Souza (UFSC)

richard.demo@ufsc.br

→ **Motivação:**

- Carregamento por cabo e troca de baterias são dois fatores que limitam a flexibilidade de aplicações wireless. Transferência de energia sem fio (WET) pode ser uma solução!

→ **Objetivos:**

- Propor abordagens para garantir que o sistema seja eficiente e seguro, sem ultrapassar métricas de exposição a radiação eletromagnética consideradas adequadas.

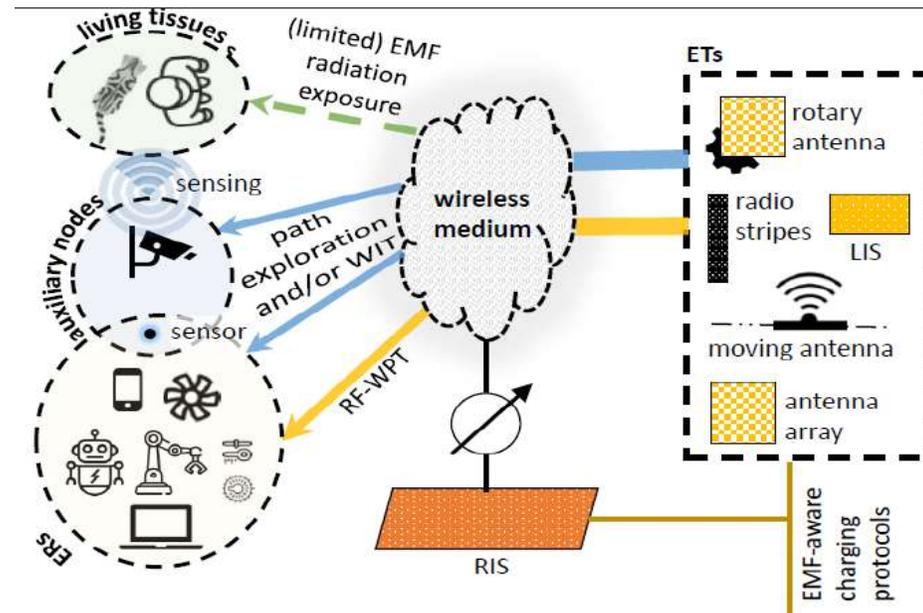


Transferência de Energia sem Fio Eficiente e Segura

Richard Demo Souza (UFSC)

→ Resultados Obtidos:

- Múltiplas antenas, superfícies inteligentes e beamforming são essenciais para aumentar a eficiência fim a fim do sistema.
- Otimização em tempo real baseada em dados é necessária para maximizar a eficiência.
- Infraestrutura de sensoriamento é fundamental para garantir operação segura.



Sistema de Posicionamento BLE com Fusão de AoA e RSSI

Richard Demo Souza (UFSC)

richard.demo@ufsc.br

→ **Motivação:**

Sistemas de posicionamento indoor são essenciais para localização de objetos e pessoas em ambientes sem GPS. Aplicações em segurança, varejo, logística...

→ **Objetivos:**

Melhorar o desempenho de sistemas de localização indoor a partir da fusão de potência de sinal recebido (RSSI) e ângulo de chegada (AoA), com tecnologia BLE 5.1 como estudo de caso.

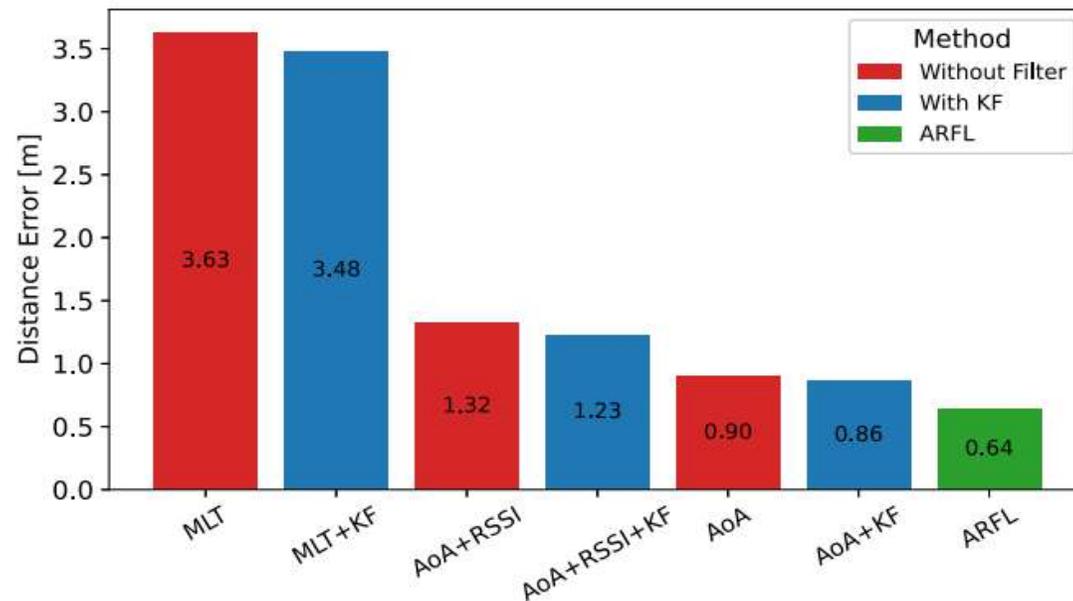


Sistema de Posicionamento BLE com Fusão de AoA e RSSI

Richard Demo Souza (UFSC)

→ Resultados Obtidos:

- Combinação de medidas de localização por RSSI e AoA, utilizando também Filtragem de Kalman.
- Testes com dataset público de medidas de RSSI e AoA usando a tecnologia BLE 5.1.
- O método proposto demonstrou ter acurácia consideravelmente melhor do que outras técnicas, reduzindo o erro de posição estimada em até 80% em relação a casos sem fusão de medidas.



Detecção Inteligente de Incêndios Florestais Usando Modelos de Aprendizado Profundo

Tarciso G. B. de Bello (Inatel) e Samuel B. Mafra (Inatel)
tarciso.gregorio@mtel.inatel.br; samuelbmafra@inatel.br

→ **Motivação:**

- Incêndios florestais no Brasil e seus impactos ambientais e sociais. Busca-se superar as limitações das técnicas tradicionais por meio de visão computacional e IoT, permitindo detecção precoce e resposta rápida em tempo real

→ **Objetivos:**

- O objetivo da pesquisa é desenvolver e avaliar um sistema inteligente de detecção de incêndios florestais baseado em modelos de aprendizado profundo.

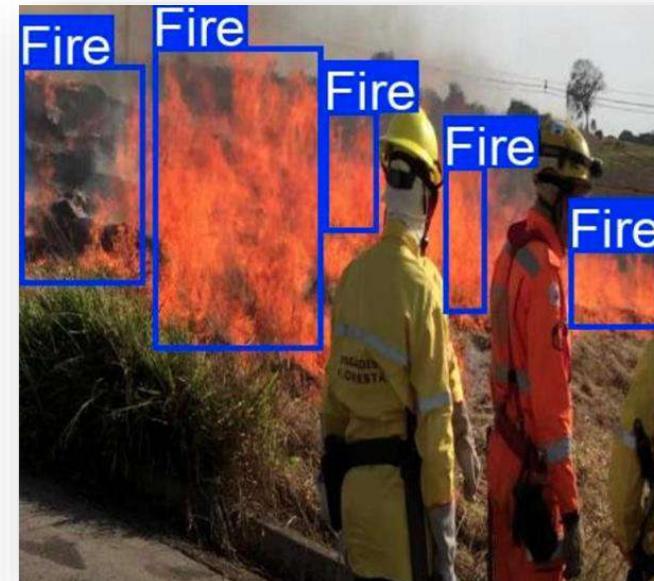
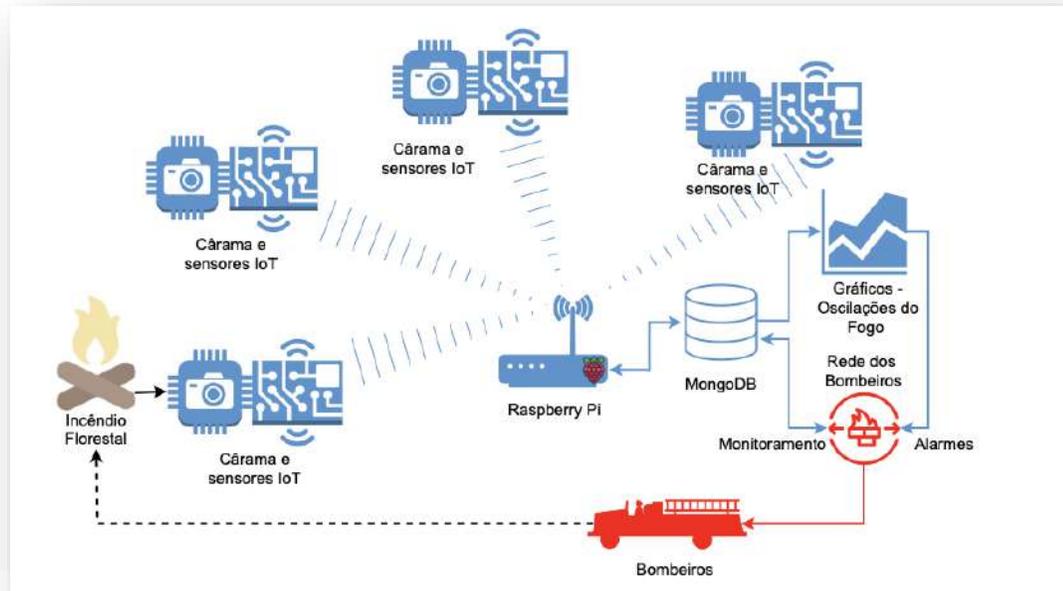


Detecção Inteligente de Incêndios Florestais Usando Modelos de Aprendizado Profundo

Tarciso G. B. de Bello (Inatel) e Samuel B. Mafra (Inatel)

→ Resultados Obtidos:

- Os resultados indicam que o YOLOv11 teve o melhor desempenho em termos de eficiência de detecção em comparação com outros métodos da literatura para detecção em tempo real

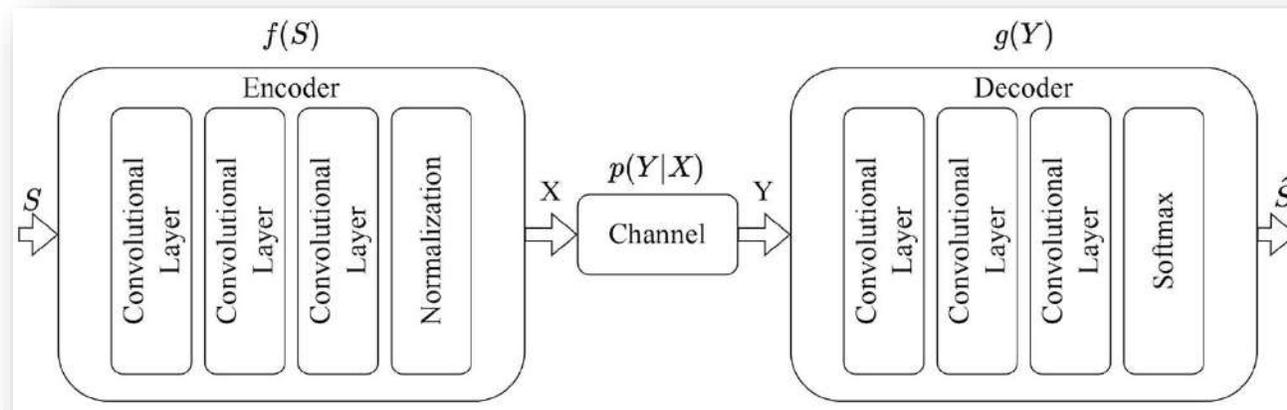


Autoencoders Baseados em CNN para Comunicações IoT: Análise de Desempenho sob Desvanecimento κ - μ

Pedro M. R. Pereira, Felipe A. P. de Figueiredo e Rausley A. A. de Souza (Inatel)
pedro.marcio@inatel.br; felipe.figueiredo@inatel.br; rausley@inatel.br

→ **Motivação:**

- Explorar o potencial de autoencoders baseados em CNNs para otimizar de forma conjunta transmissão e recepção em cenários típicos de ambientes IoT.



Autoencoders Baseados em CNN para Comunicações IoT: Análise de Desempenho sob Desvanecimento κ - μ

Pedro M. R. Pereira, Felipe A. P. de Figueiredo e Rausley A. A. de Souza (Inatel)

→ Objetivos:

- Avaliar o desempenho de um autoencoder com CNNs em comunicações IoT sob diferentes condições de desvanecimento, comparando-o a técnicas tradicionais e verificando sua adaptabilidade a condições variáveis de canal.

→ Resultados Obtidos:

- **Adaptabilidade do autoencoder:**
 - Constelações auto-organizadas similares a QPSK com rotação arbitrária, otimizando mapeamento simbólico sem modelagem explícita do canal.
 - Robustez a condições dinâmicas: Igualou desempenho de modulações clássicas (BPSK/QPSK) em diferentes SNRs.

Co-Simulação de Aplicações IoT em 6G Usando Traçado de Raios e 3D

Pedro Souza, Cláudio Modesto e Aldebaro Klautau (UFPA)

pedro.souza@itec.ufpa.br; claudio.barata@itec.ufpa.br; aldebaro@ufpa.br

→ **Motivação:**

- Algumas aplicações de IoT envolvem a transmissão de vídeo, juntamente com outras informações. Um exemplo é o monitoramento de animais por visão computacional.

→ **Objetivos:**

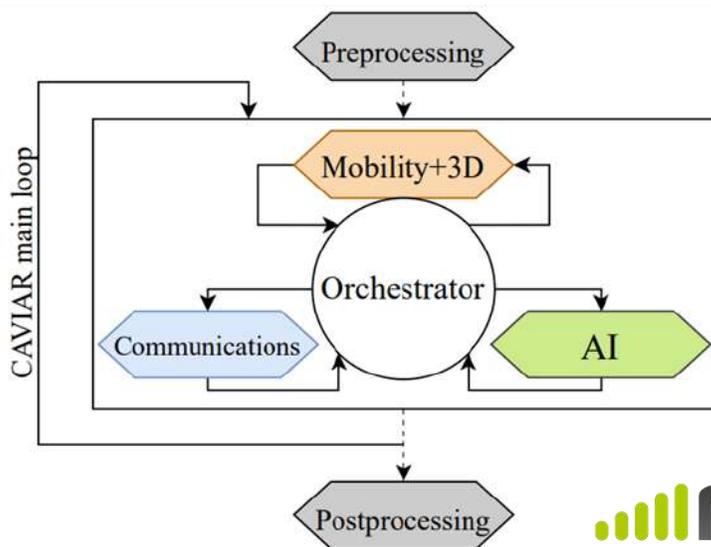
- Desenvolver um ambiente de simulação que permita obter indicadores de desempenho, como taxa de bits e latência, usando técnicas de traçado de raios para modelar o canal wireless de um dado ambiente 3D.

Co-Simulação de Aplicações IoT em 6G Usando Traçado de Raios e 3D

Pedro Souza, Cláudio Modesto e Aldebaro Klautau (UFPA)

→ Resultados Obtidos:

- Resultados para acelerar a estimação dos canais usando traçado de raios, e resultados para mostrar serem viáveis, do ponto de vista computacional, simulações relativamente complexas envolvendo um conjunto de simuladores.



ns-3
NETWORK SIMULATOR

5G-LENA

Wireless
InSite

NVlabs/**sionna**

Sionna: An Open-Source Library for Next-Generation Physical Layer Research

Relevância para as Redes 6G

- As redes 6G exigirão **alta eficiência espectral, suporte a aplicações intensivas em vídeo, sustentabilidade e inteligência ubíqua**.
- **Computação de borda com recursos heterogêneos (CPU/GPU)** pode otimizar tarefas como **SLAM e detecção de objetos**, evitando **subutilização de hardware** ou **sobrecarga da GPU**.
- A **comunicação semântica** com *autoencoders* baseados em CNN permite **transmissão de vídeo otimizada**, viabilizando **IoT crítica** em cenários como **cidades inteligentes**.
- **Transferência de energia sem fio** contribui para **sustentabilidade e flexibilidade**, enquanto a **integração de sensoriamento e comunicação** habilitam aplicações críticas.
- Novas **ferramentas de simulação** serão fundamentais para **testar e validar soluções 6G**, preparando o caminho para redes **AI-native, resilientes e sustentáveis**.



Impactos Esperados para as Redes 6G

- **Otimização de Computação de Borda:** compreensão dos perfis de uso de CPU/GPU orienta **estratégias de offloading** em ambientes heterogêneos, melhorando desempenho e QoS.
- **Transmissão de vídeo eficiente:** exploração de **ferramentas semânticas** para reduzir uso de banda e integrar novas técnicas de compressão inteligente.
- **Camada física baseada em ML:** blocos inteligentes para **enlaces IoT**, com ajuste dinâmico e robustez em cenários de baixa SNR.
- **Avanço da tecnologia WET:** maior adoção em aplicações **industriais e domésticas**, com métodos seguros de localização indoor.
- **Integração visão computacional + IoT:** monitoramento ambiental em tempo real para **aplicações críticas** com **baixa latência** e **alta confiabilidade**.
- **Simulação avançada:** ferramentas que reduzem custos de experimentação e **aceleram o desenvolvimento** de aplicações 6G.



Obrigado pela Atenção!



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DO PARÁ



UFG
UNIVERSIDADE
FEDERAL DE GOIÁS



UFSC

Inatel

- Richard Demo Souza – UFSC – richard.demo@ufsc.br
- Lucas Bez Rocha – UFSC – lucasbezrocha@gmail.com
- Aldebaro Klautau – UFPA – aldebaro@ufpa.br
- Felipe Bastos – UFPA – felipe.bastos@itec.ufpa.br
- Pedro Sousa – pedro.sousa@itec.ufpa.br
- Samuel Baraldi Mafra- Inatel- samuelbmafra@inatel.br
- Felipe A. P. de Figueiredo – INATEL – felipe.figueiredo@inatel.br
- Victoria D. P. Souto – Inatel – victoria.souto@inatel.br
- Kleber Vieira Cardoso – UFG – kleber@ufg.br
- Sand Luz Correa – UFG – sandluz@ufg.br
- Karlla Chaves – UFG – karllachaves@discente.ufg.br
- Elton Vivot – UFG – eltonvivot@discente.ufg.br
- Vanessa M. Rennó – Inatel – vanessarenno@inatel.br
- Daniely Gomes – Inatel – daniely@inatel.br
- Diego Pivoto – Inatel – diego.gabriel@inatel.br

3º Workshop Brasil 

AVANÇOS DA PESQUISA RUMO AO 6G: CONNECTIVIDADE DO FUTURO EM CONSTRUÇÃO



Apoio:



Realização:

