

3º Workshop Brasil 

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



Apoio:



Realização:



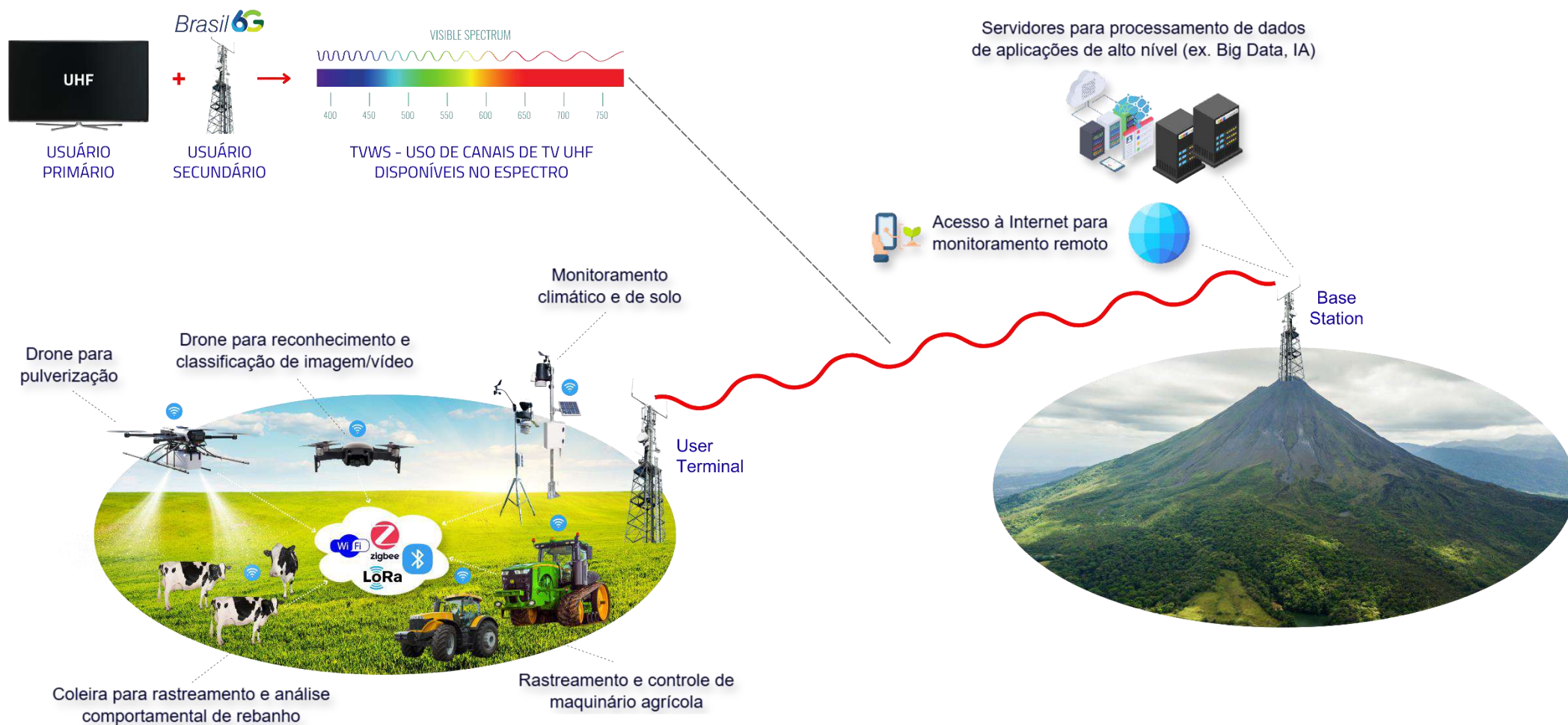
3º Workshop Brasil 

Implementação de Tecnologias para Testes de Campo

Diego Gabriel Soares Pivoto

Jorge Ricardo Mejia Salazar

Introdução



Contextualização do Problema de Uso de TVWS na Rede de Acesso Brasil 6G

- **Problemática 1:** Detecção otimizada de canais de TV disponíveis no espectro para transmissão.
 - **Proposta de solução:** Sensoriamento (local/remoto) e gerenciamento espectral com suporte à base de dados TVWS para otimização do uso compartilhado com canais de TV;
- **Problemática 2:** Limitação de potência de transmissão de 1W de pico (regulamentação ANATEL).
 - **Proposta de solução:** Técnicas de redução de PAPR para otimização do nível de potência de transmissão da rede de acesso Brasil 6G.



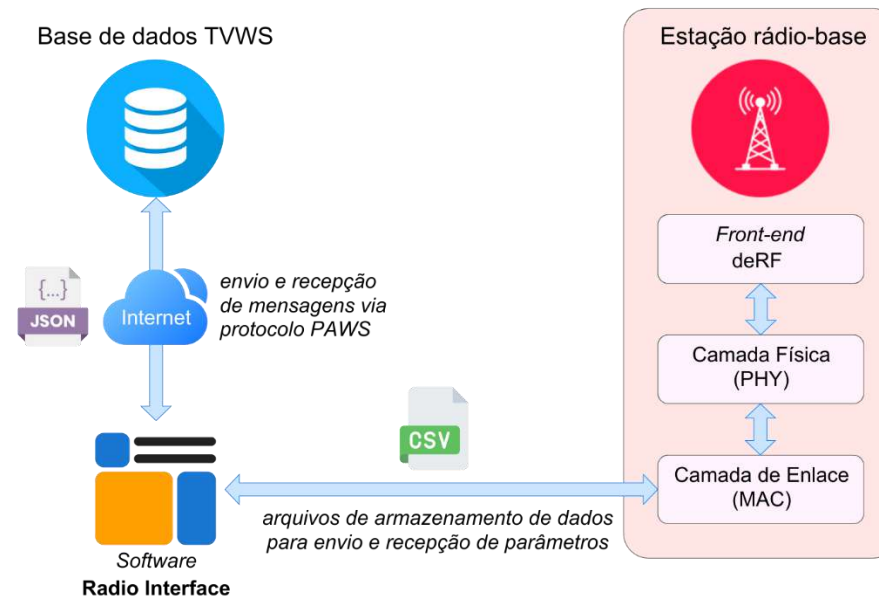
Integração da Rede de Acesso Brasil 6G com Base de Dados de TVWS

- **Protocolo PAWS:**

- *Protocol to Access White-Space Databases*: definido pela RFC 7545 e usado para troca de mensagens entre dispositivos de TVWS e bancos de dados de espectro para obter informações de canais disponíveis;

- **Software *Radio Interface*:**

- Módulo para configuração de parâmetros essenciais, inicialização e testes de conectividade entre os elementos da rede;
- Interface de comunicação entre BS e base de dados para consulta de disponibilidade espectral e configuração dinâmica da rede.



Radio Interface: Configuração Inicial

- **Abas do módulo de configuração inicial dos transceptores:**
 - **Initial Settings:** configuração de parâmetros operacionais fundamentais;
 - **UE Settings:** definição das características técnicas do terminal de usuário;
 - **Network:** configuração da infraestrutura de rede local vinculada ao terminal de usuário, quando este atua como ponto de distribuição de conectividade.

The image displays three screenshots of the 'IRI - Intel Radio Interface' configuration tool, showing different tabs of the initial configuration module.

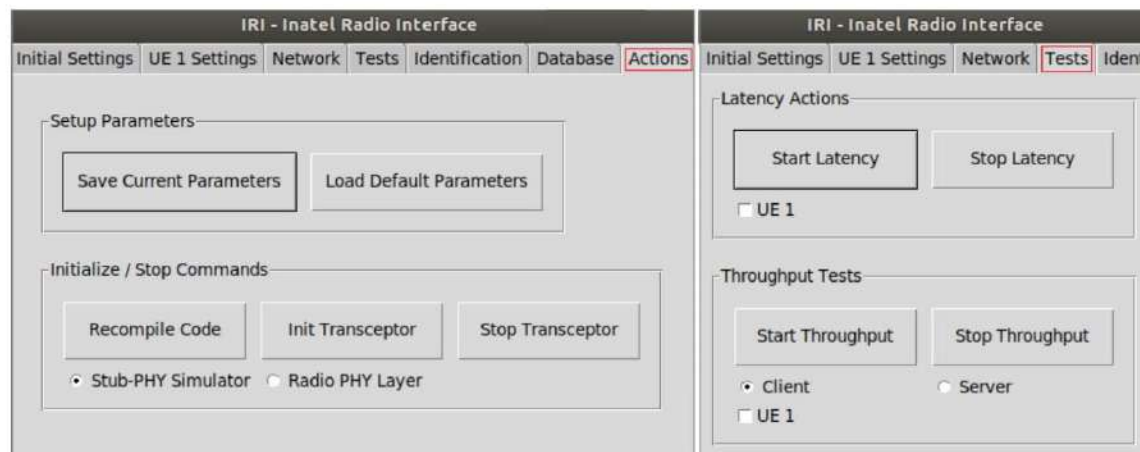
Top Left Screenshot (Initial Settings tab): The 'Initial Settings' tab is selected. It contains fields for 'Operation Mode' (BS selected), 'Number of UEs' (1), 'Numerology' (0), 'Multiplexing Mode' (OFDM selected), 'Flut Matrix (XXXX) - Free (1) or Busy (0):' (15), 'RxMetrics Periodicity' (7), 'MTU' (1500), 'IP Timeout' (500), 'SS Report Timeout' (10), and 'ACK Timeout' (10).

Top Right Screenshot (UE 1 Settings tab): The 'UE 1 Settings' tab is selected. It contains fields for 'RB Allocation Parameters' (Identification: 1, RB Start: 0, Number of RBs: 33), 'MCS Parameters' (MCS Downlink: 3, MCS Uplink: 3), and 'MIMO Parameters' (MIMO Activation: ON selected, MIMO Mode: Diversity selected, Number of Tx Antennas: 2, Precoding Matrix Index: 15, Transmission Power Control: 39).

Bottom Screenshot (Network tab): The 'Network' tab is selected. It contains fields for 'Network Interface' and 'Network IP', and an 'Update UE Network' button.

Radio Interface: Inicialização e Testes

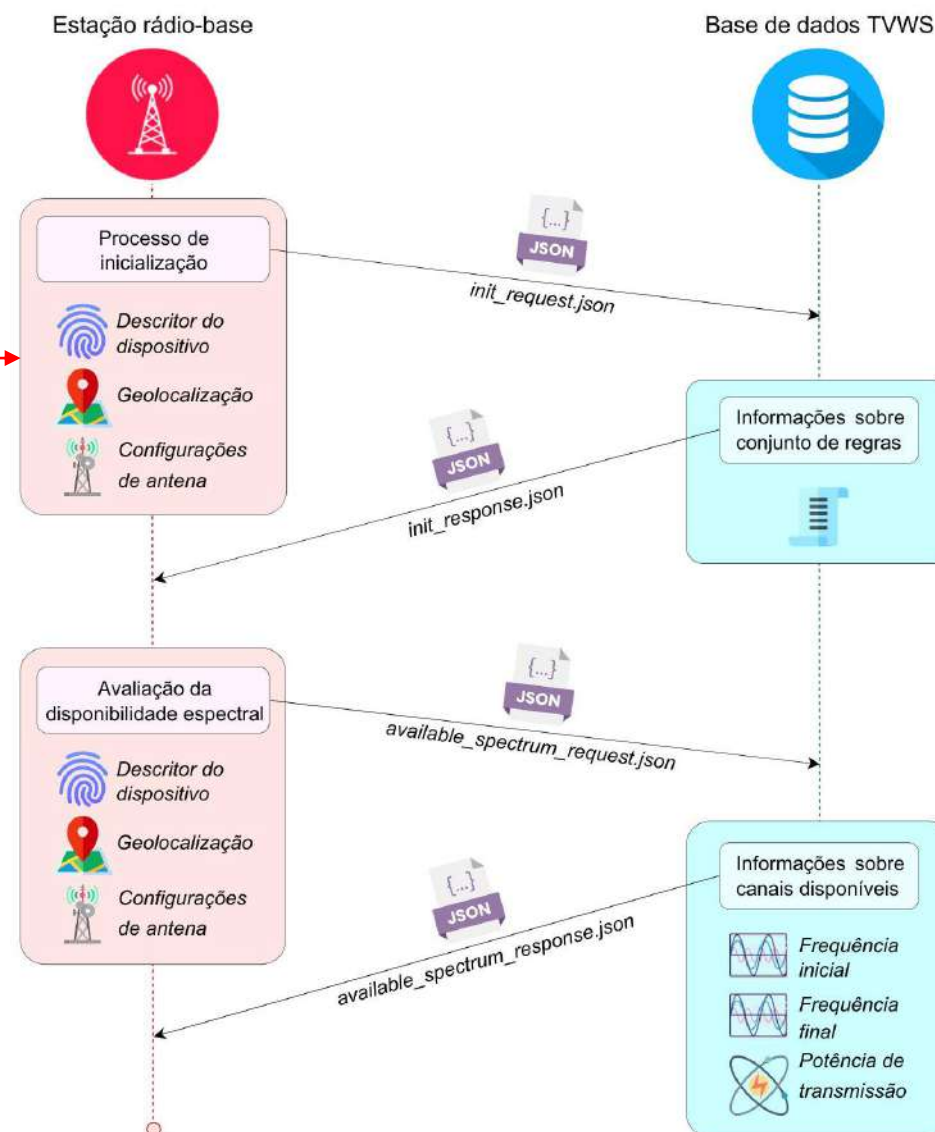
- **Abas do módulo de inicialização e testes de conectividade:**
 - **Actions:** execução automatizada de scripts essenciais para o funcionamento do sistema, como:
 1. recompilação do código da camada MAC;
 2. inicialização e interrupção do transceptor (simulação/real) dada a frequência de operação;
 3. gerenciamento de estado (carregar/salvar parâmetros).
 - **Tests:** execução de comandos de testes de conectividade da rede, incluindo:
 1. Teste de *ping* para aferição da latência do enlace de rádio;
 2. Teste de *iperf3* para medição de vazão (*throughput*) considerando tráfego de *uplink* e *downlink*.



Comunicação entre BS e Base de Dados TVWS

The screenshot shows the 'IRI - Intel Radio Interface' window with the 'Identification' tab selected. It contains two main sections: 'BS Identification/Localization' and 'UE 1 Identification/Localization'. Each section has fields for 'Identification' (Serial Number, fccid), 'Antenna Settings' (Height, Height Type), and 'Localization' (Latitude, Longitude). There is also a 'Radiation Pattern' section with a 'Load File' button. An 'Update Device Information' button is at the bottom.

- A aba **Identification** é responsável pela inserção de informações de identificação e localização dos dispositivos (BS e UEs), além de configurações e características relacionadas à antena.



Radio Interface: Integração entre BS e Base de Dados via Software

O botão **Update Frequency Parameters** atualiza a frequência de operação do rádio, via modo:

- **Manual:** as faixas de frequência de canais de DL e UL são definidas pelo usuário;
- **Automático:** as faixas de frequência de canais de DL e UL são definidas pela base de dados TVWS via protocolo PAWS. O sistema recebe a lista de canais disponíveis e realiza a filtragem, retornando 2 opções, considerando:
 1. A eliminação de faixas de frequência incompatíveis com a resposta espectral dos duplexadores;
 2. A priorização de blocos de espectro contíguos, maximizando a eficiência de alocação e robustez da comunicação.

The screenshot displays the 'IRI - Inatel Radio Interface' window. The 'Database' tab is selected, showing frequency parameters for 'AUTO MODE: Frequency Parameters (Primary Option)'. The interface is divided into three main sections: 'Low Frequency (LF) Band Selection', 'High Frequency (HF) Band Selection', and 'Spectrum Sensing Mode'. The 'Spectrum Sensing Mode' is set to 'Automatic'. The 'Update Frequency Parameters' button is visible at the bottom right.

Parameter	Low Frequency (LF) Band Selection	High Frequency (HF) Band Selection
Channel	27-30	10-14
Initial Frequency (Hz)	548000000	250000000
Final Frequency (Hz)	572000000	274000000
Bandwidth (Hz)	24000000	24000000
Power (dBm)	39	39

Spectrum Sensing Mode:
Automatic (selected)
Manual
Enable Channel Filtering
Tx Link Filtering: From: , Up to:
Rx Link Filtering: From: , Up to:
Update Frequency Parameters

AUTO MODE: Frequency Parameters (Information of Secondary Option)

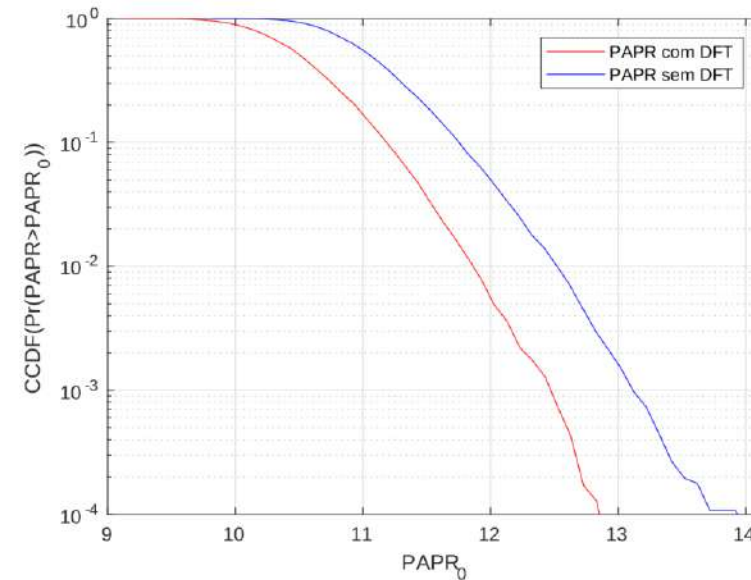
Parameter	Low Frequency (LF) Band Selection	High Frequency (HF) Band Selection
Channel	46-49	10-14
Initial Frequency (Hz)	662000000	450000000
Final Frequency (Hz)	686000000	474000000
Bandwidth (Hz)	24000000	24000000
Power (dBm)	39	39

MANUAL MODE: Frequency Parameters

Parameter	Low Frequency (LF) Band Selection	High Frequency (HF) Band Selection
Channel	21-21	40-41
Initial Frequency (Hz)	512000000	626000000
Final Frequency (Hz)	518000000	638000000
Bandwidth (Hz)	6000000	12000000
Power (dBm)	39	39

Redução de *PAPR*

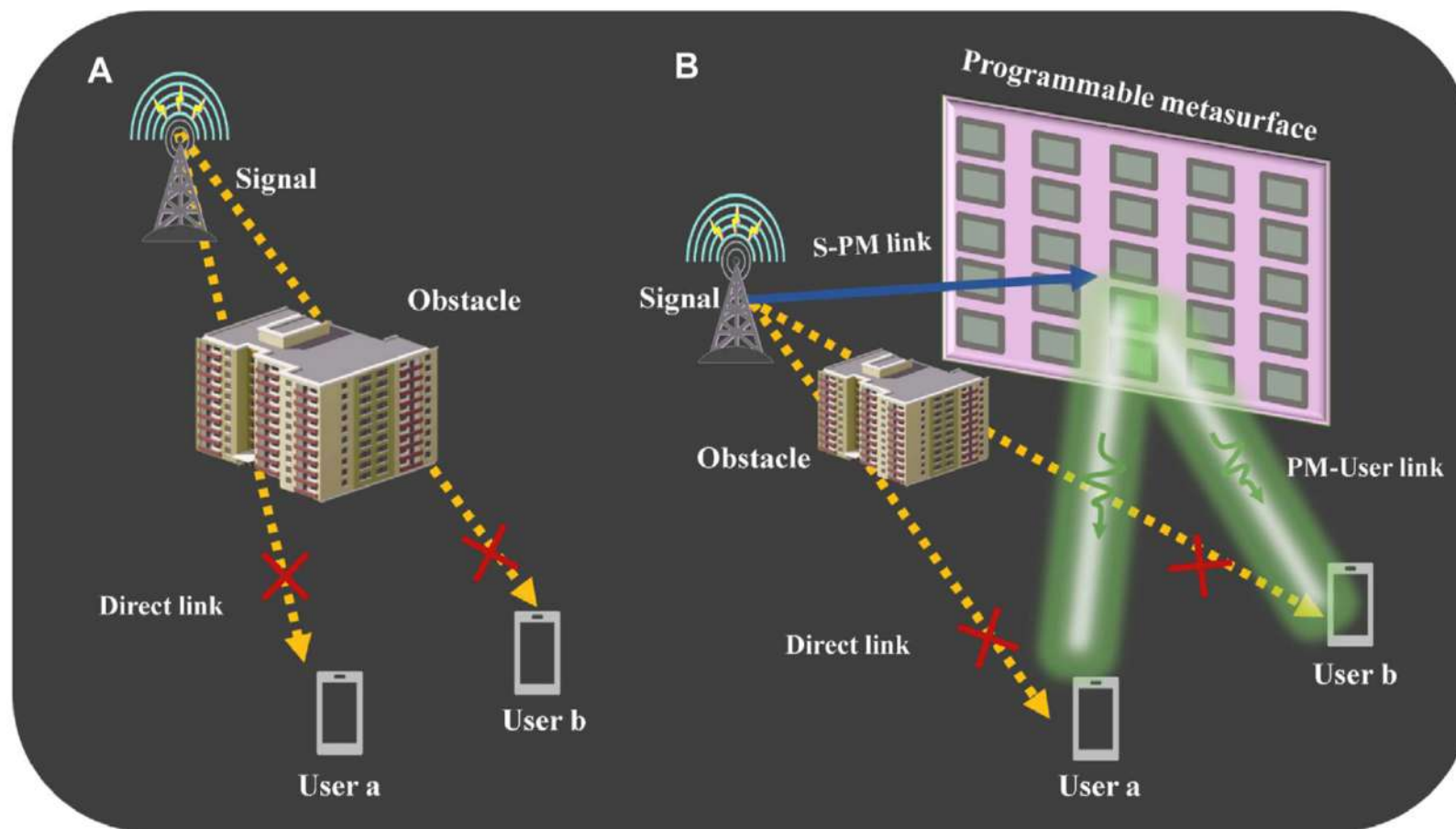
- **PAPR (Peak-to-Average Power Ratio)** é a relação entre a potência de pico e a potência média de um sinal, usada para medir o quanto a amplitude instantânea pode variar em sistemas de multiportadoras;
- **Importância da redução de PAPR:**
 1. Se o sinal ultrapassar determinado limite de potência de pico, o amplificador de potência pode saturar, gerando distorções não-lineares que espalham energia e provocam interferência em canais adjacentes.
 2. A regulamentação exigida pela ANATEL estabelece o limite de **1 W** de potência de pico para uso de TVWS.
- **Técnica de DFT:** redução de PAPR aplicando uma transformada discreta de Fourier aos símbolos QAM de entrada antes da multiplexação GFDM, espalhando a energia entre as subportadoras e diminuindo a probabilidade de ocorrência de picos elevados no sinal transmitido.



- Curva da PAPR do transceptor com DFT com dimensão igual ao número de subportadoras úteis ou de dados do usuário.

Conclusões

- A integração da base de dados de TVWS permite confrontar o sensoriamento espectral remoto com o sensoriamento local dos dispositivos da rede, garantindo maior confiabilidade e gerenciamento de recursos;
- A técnica de redução de PAPR possibilita trabalhar com maior potência média de transmissão, aumentando a área de cobertura do sinal;
- Trabalhos futuros envolvem a melhoria das tecnologias e estudadas e a avaliação em testes de campo com condições mais realistas.



Used from Jiang et al, Front. Mater. 9:996956.

Metassuperfícies



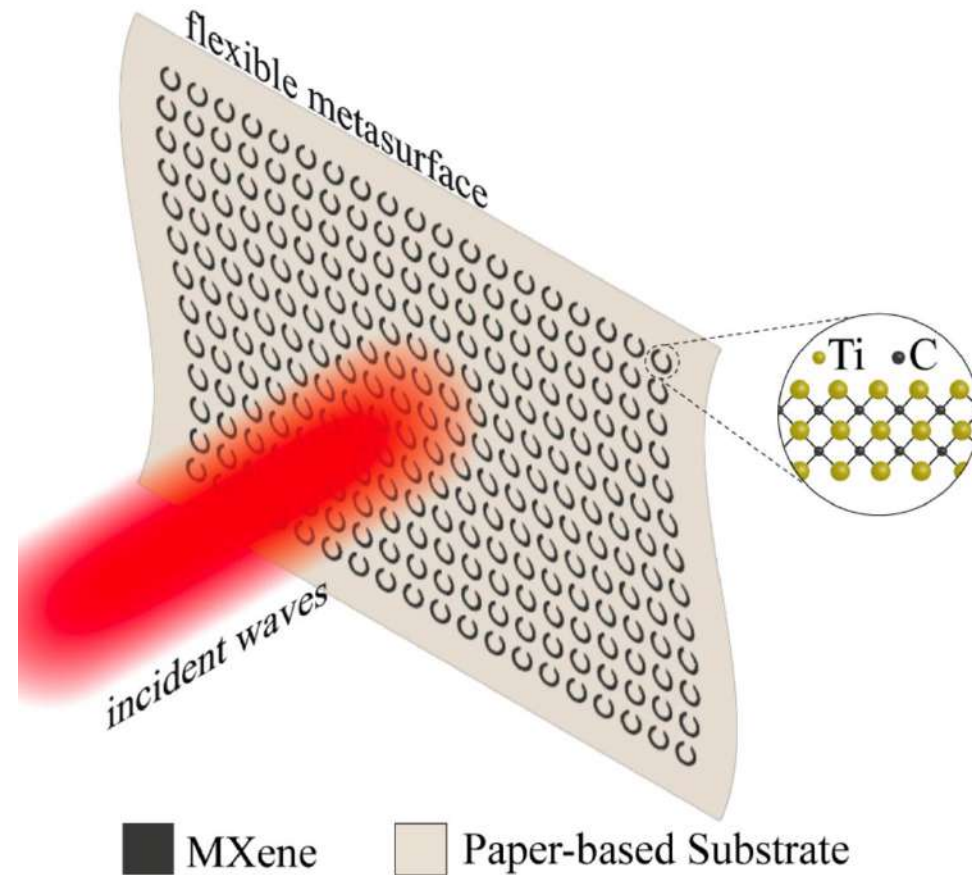
Cutting printer



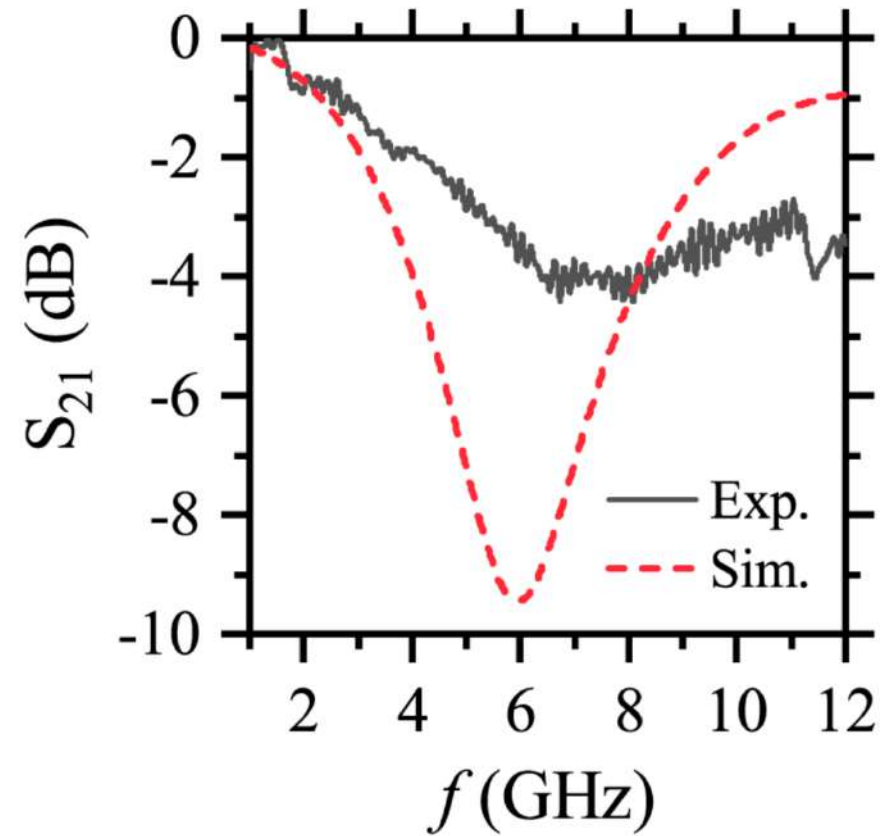
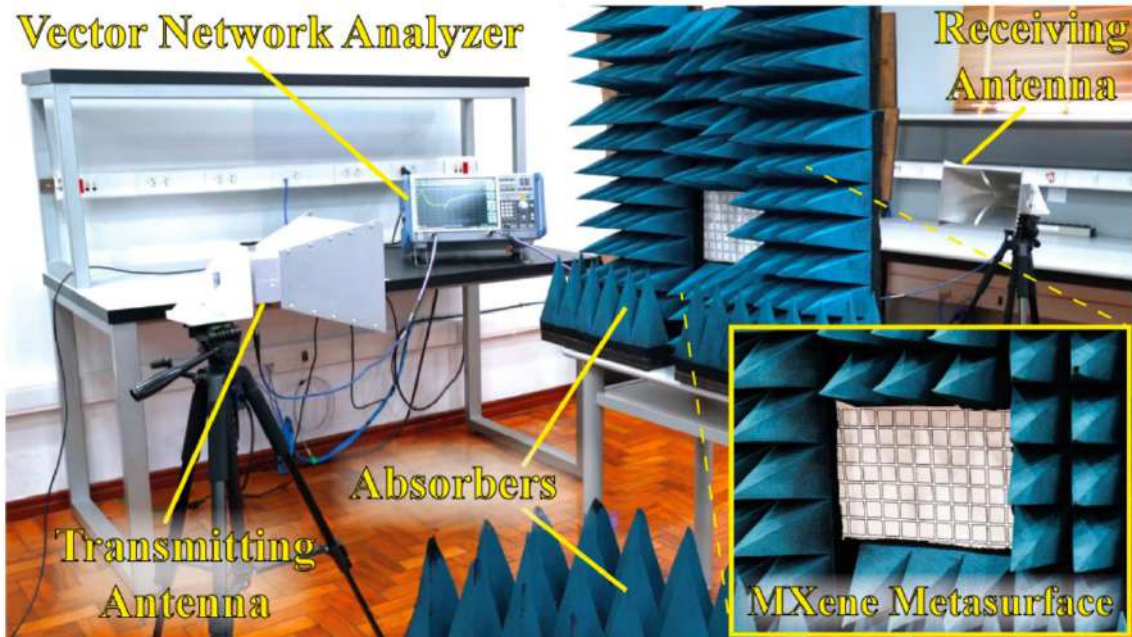
Synthesized MXene



MXene deposition



Metassuperfícies



Conclusões

- **Metassuperfícies flexíveis** foram desenvolvidas sobre substrato de papel.
- A viabilidade prática da proposta foi validada em ambiente experimental.
- Melhoras devem ser implementadas no processo de síntese do Mxeno para aumentar a condutividade do material.

3º *Workshop Brasil* 

OBIGADO!