

3º Workshop Brasil 

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



Apoio:



Realização:



3º *Workshop Brasil*

**Concepção da rede de transporte para
Redes 6G, desafios e soluções.**

Luiz Augusto Melo Pereira

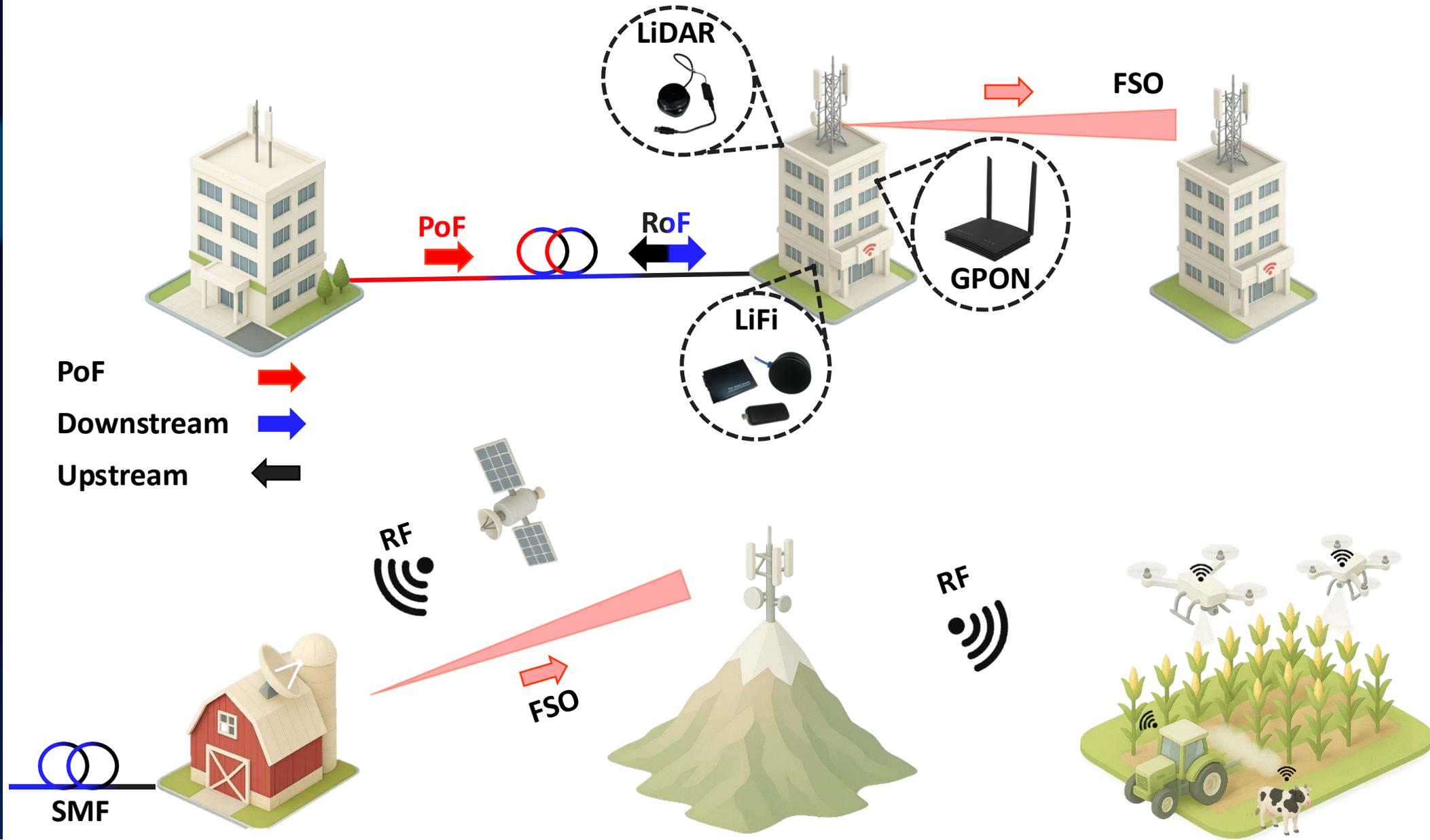
Agenda

- **Introdução**
- **A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares**
- **Integração de A-RoF e MIMO 2×2**
- **PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF**
- **Free Space Optics como Rede de Transporte**
- **Conclusões**

Camada de Transporte no 6G

- **Crescente demanda por capacidade e baixa latência:**
 - As redes de transporte precisam atender ao crescimento explosivo do tráfego gerado por 5G/6G, IoT massivo, serviços em nuvem e aplicações críticas como cirurgias remotas ou veículos autônomos
- **Redução de custos:**
 - Minimizar investimentos em infraestrutura complexa.
 - Diminuir gastos operacionais com energia e manutenção
 - Superar barreiras geográficas e socioeconômicas.
- **Objetivos:**
 - Apresentar soluções para otimizar o transporte de dados no 6G.
 - Realização de demonstrações práticas de tecnologias cotadas para redes 6G
 - Discutir tendências, tecnologias e arquiteturas emergentes.

Tecnologias para a Camada de Transporte de Redes 6G



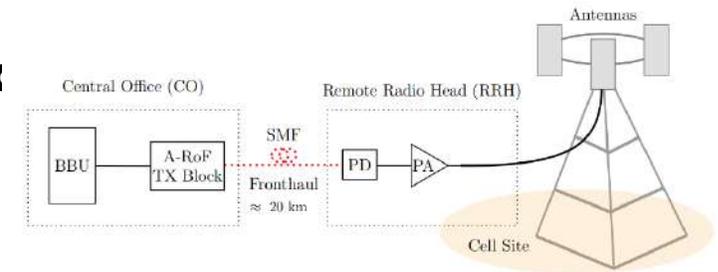
Agenda

- **Introdução**
- **A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares**
- **Integração de A-RoF e MIMO 2×2**
- **PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF**
- **Free Space Optics como Rede de Transporte**
- **Conclusões**

A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares

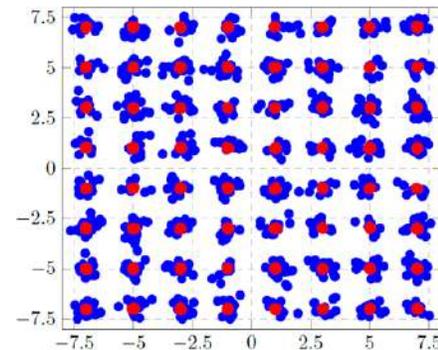


- **Motivação:**
 - **Extensão do Fronthaul**
 - **Necessidade de fornecer maior potência áreas remotas**

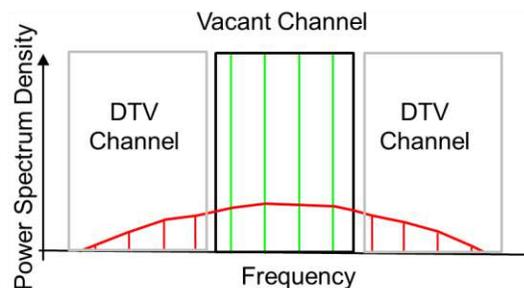


- **Problemas Causados Devido à Não Lineares**

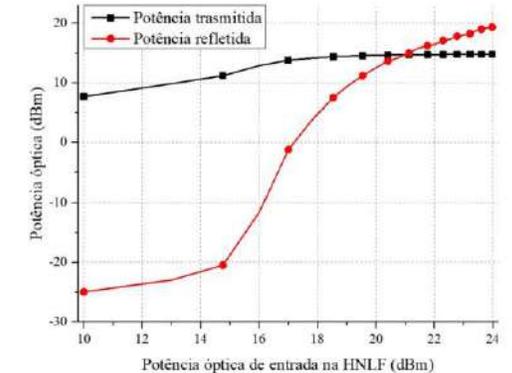
Distorções dentro da Banda



Distorções fora da Banda



Espalhamento Estimulado de Brillouin

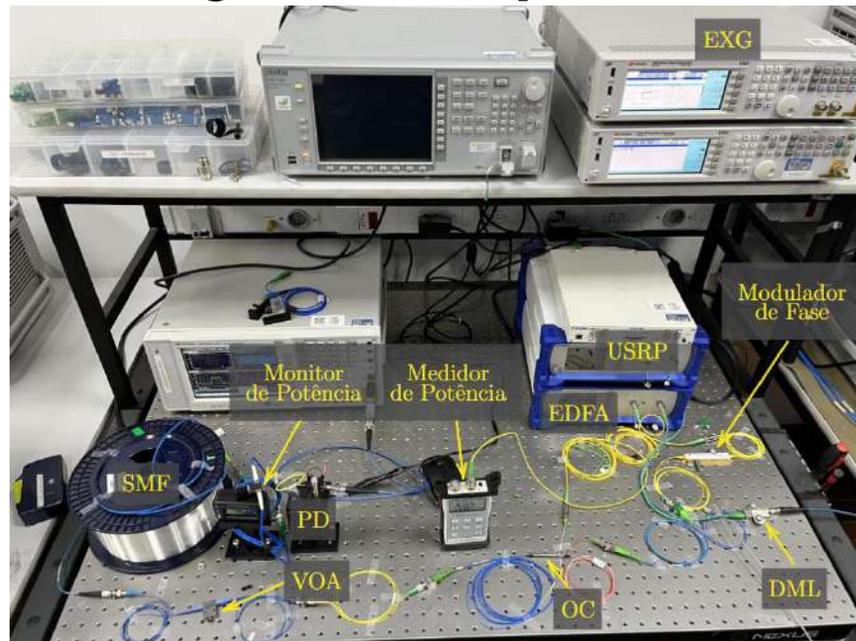


A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares

- **Diagrama em Blocos:**



- **Fotografia do Experimento:**



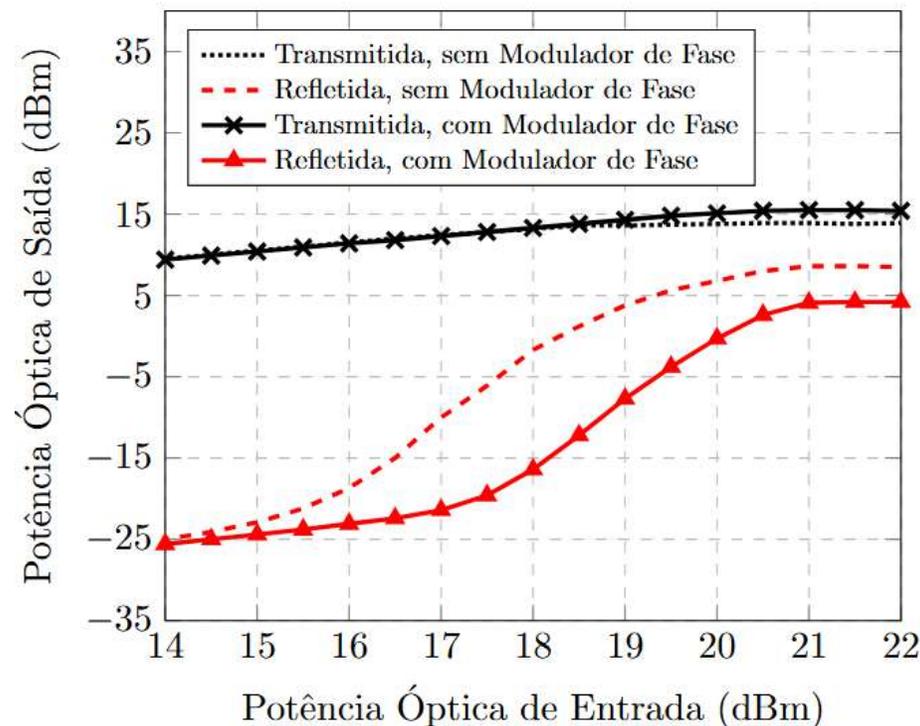
Parâmetros	Valores
f_1	707 MHz
P_{f1}	-19 à 8 dBm
f_2	600 MHz
P_{f2}	24 dBm
G_{EDFA}	18 dB

A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares

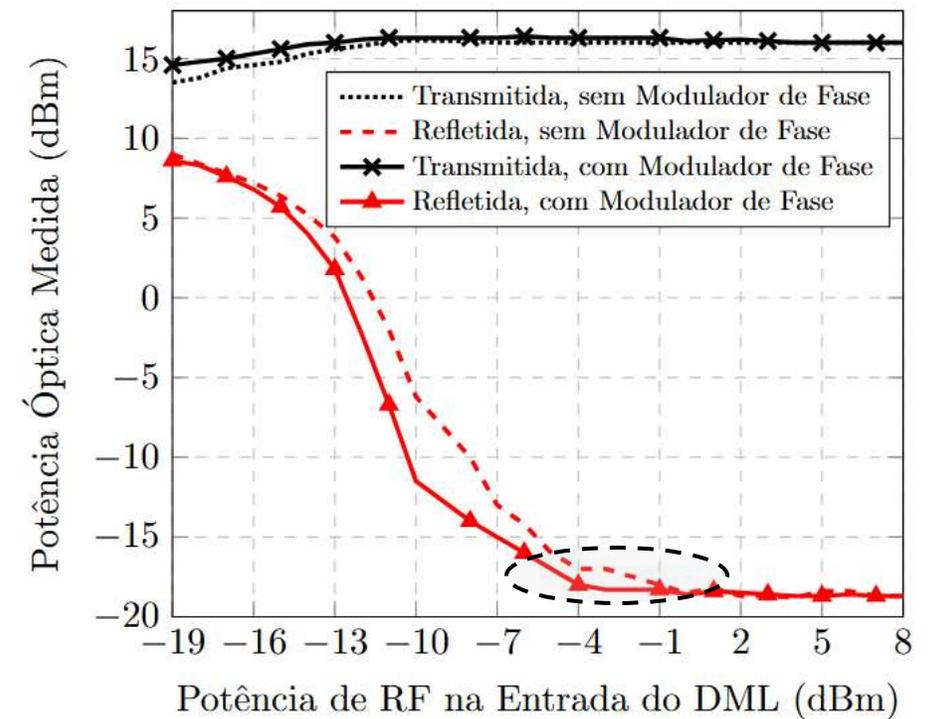
- Resultados:**



**Variando a potência óptica
(sem modulação de RF)**

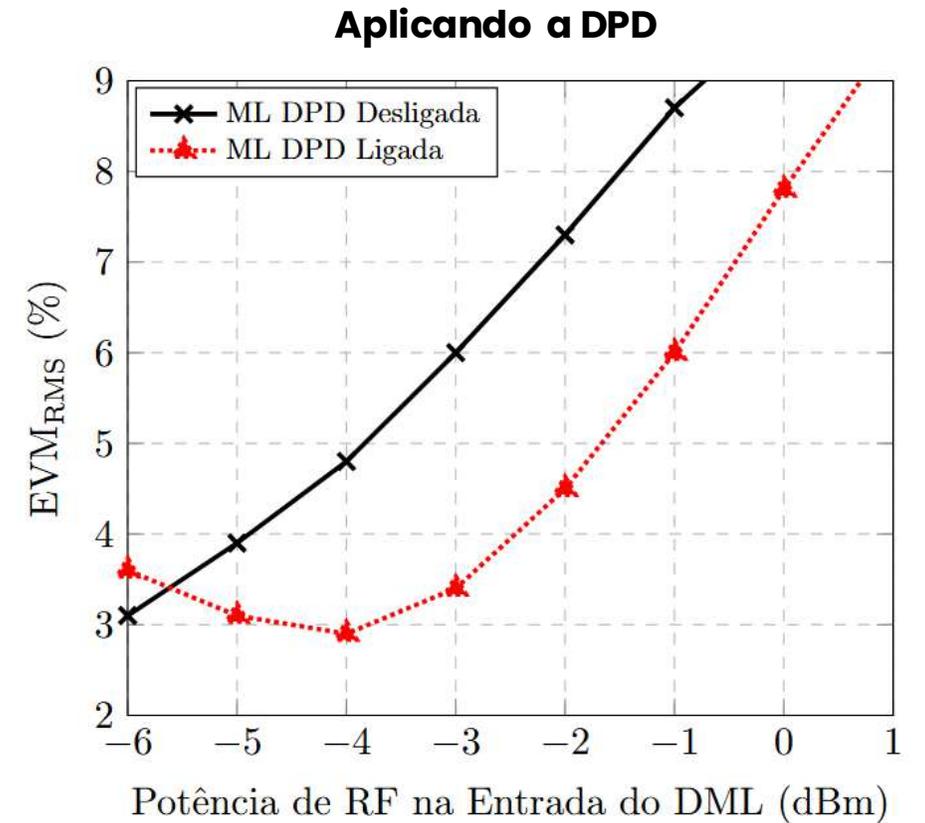
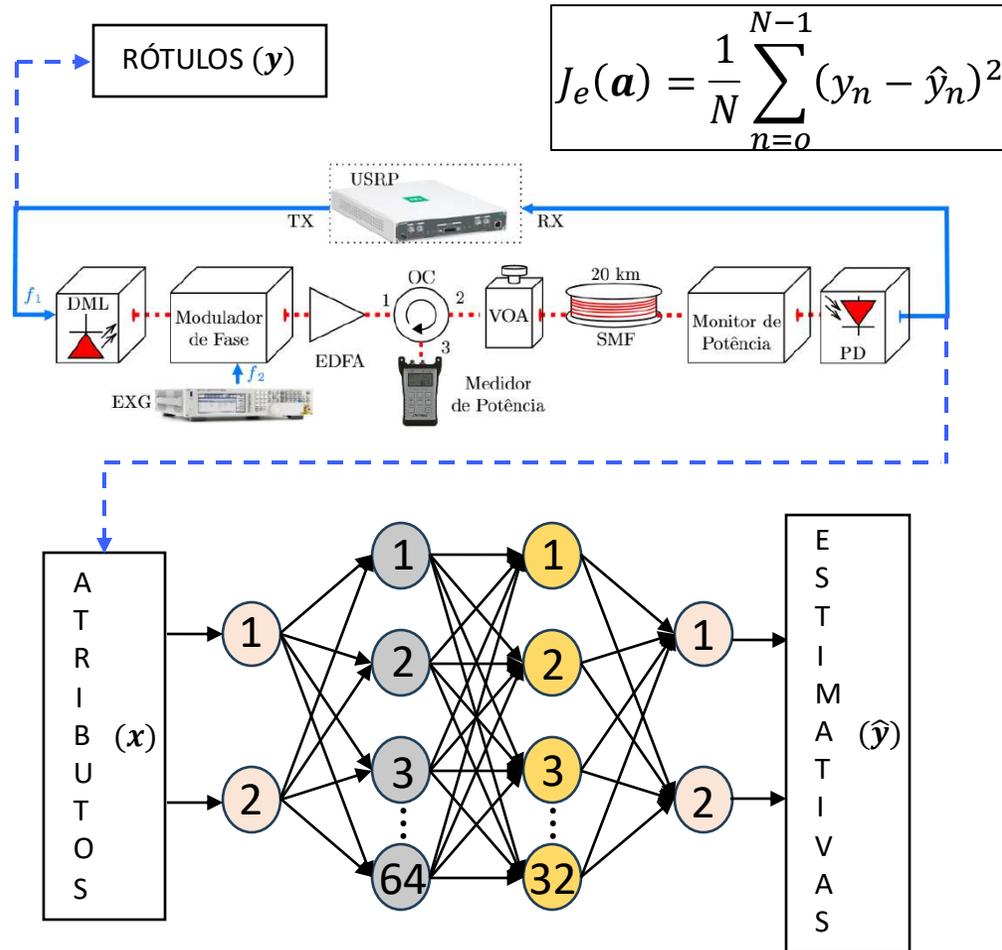


**Variando a potência elétrica
 $P_{opt}(\text{dBm}) = 22 \text{ dBm}$ (Na SMF)**



A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares

- Resultados:**



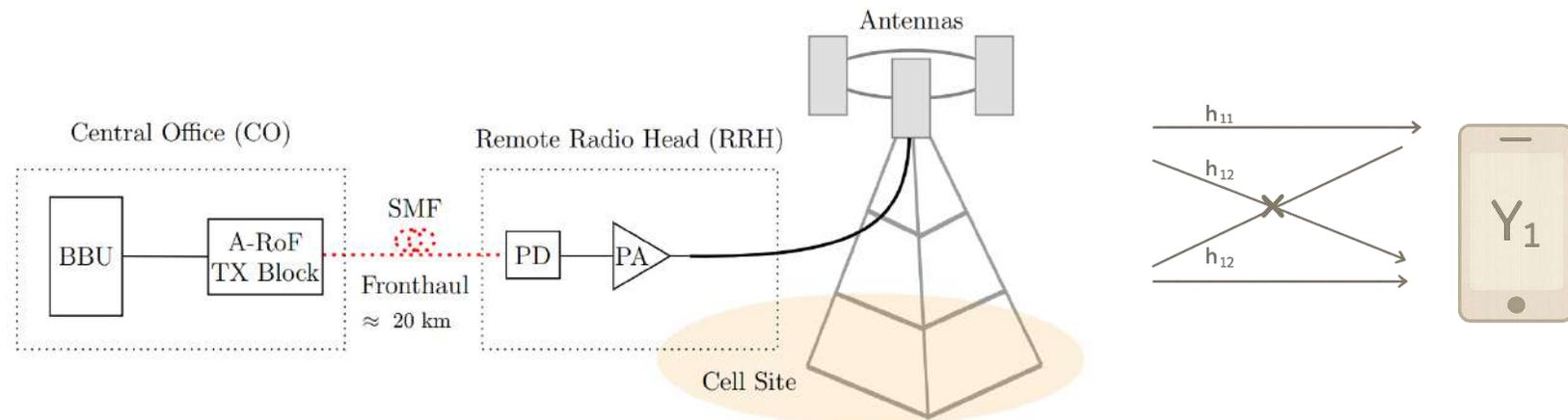
Agenda

- **Introdução**
- **A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares**
- **Integração de A-RoF e MIMO 2×2**
- **PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF**
- **Free Space Optics como Rede de Transporte**
- **Conclusões**

Integração de A-RoF e MIMO 2×2

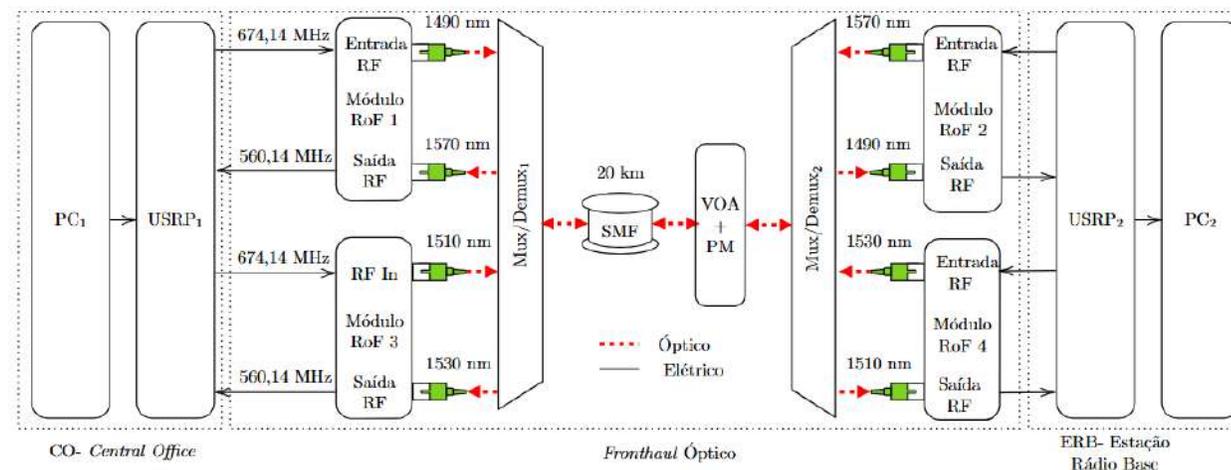
- **Motivação:**

- Uso de MIMO 2×2 para aumentar a robustez do enlace e garantir conectividade estável em áreas remotas
- Explorar a viabilidade da integração de tecnologias ópticas (A-RoF) com técnicas MIMO para ampliar a capacidade e a robustez da camada de transporte.



Integração de A-RoF e MIMO 2x2

- Diagrama em Blocos:



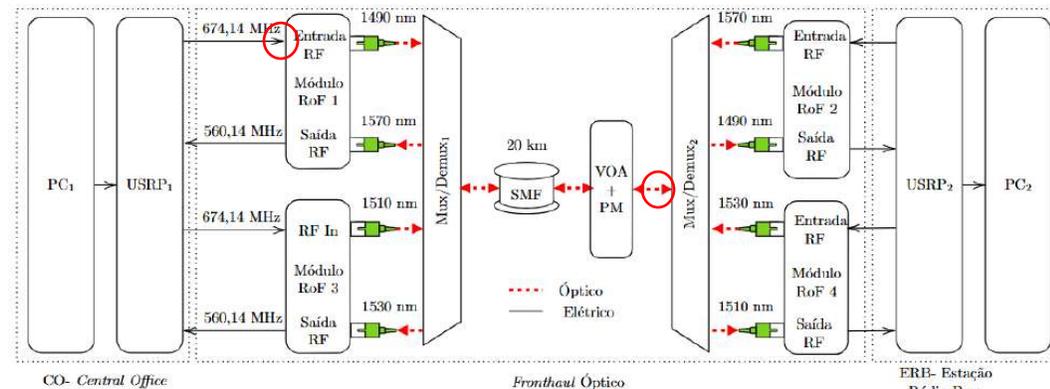
- Fotografia do Experimento:



Parâmetros	Valores
λ_1	1490 nm
λ_2	1570 nm
λ_3	1510 nm
λ_4	1530 nm
P_{opt}	6 dBm
RX λ	1270 a 1610 nm

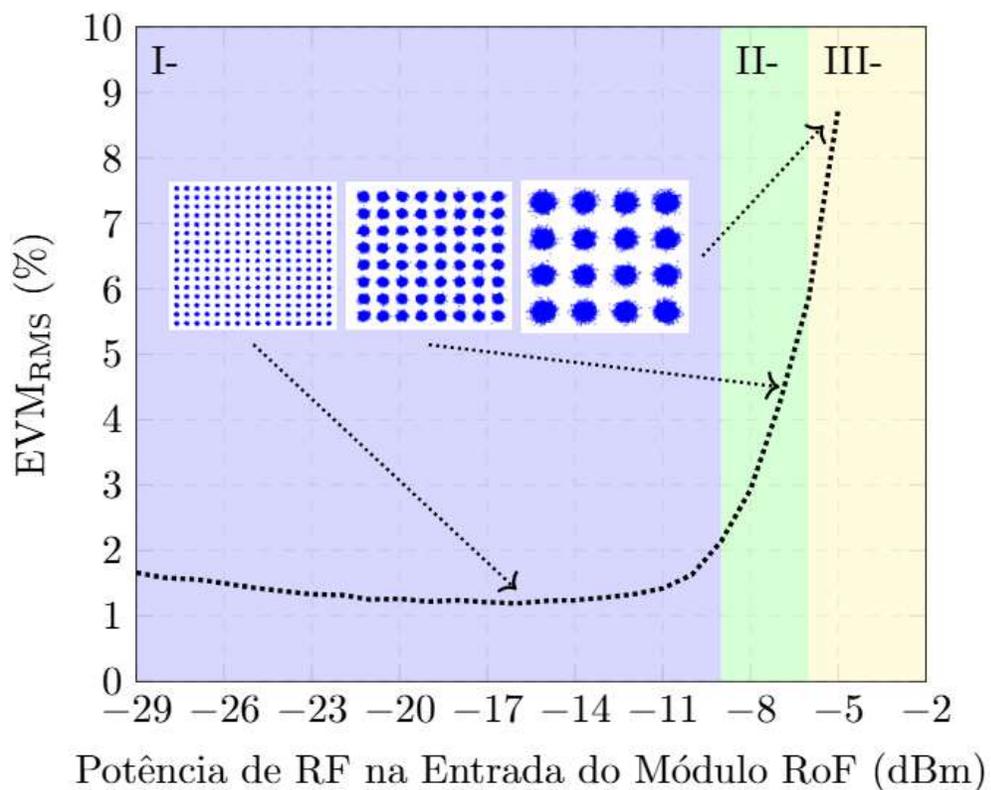
Integração de A-RoF e MIMO 2x2

- Resultados:



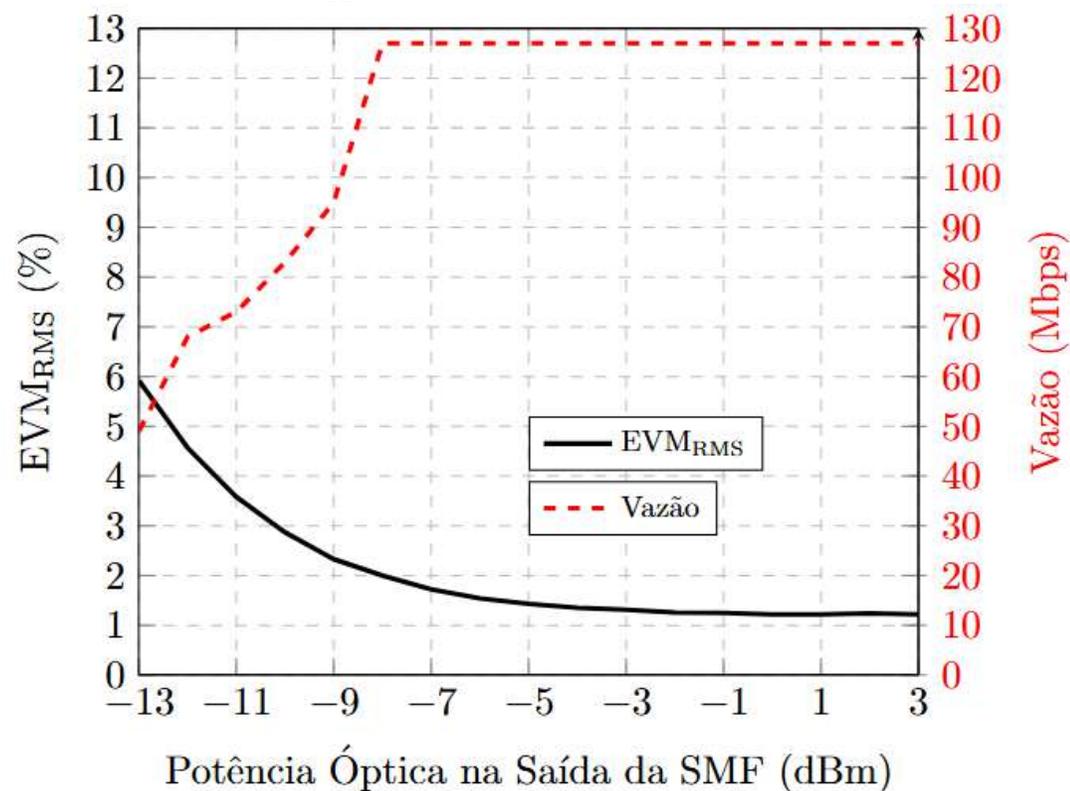
Variando a potência de RF

$$P_{\text{opt}}(\text{dBm}) = 3 \text{ dBm}$$



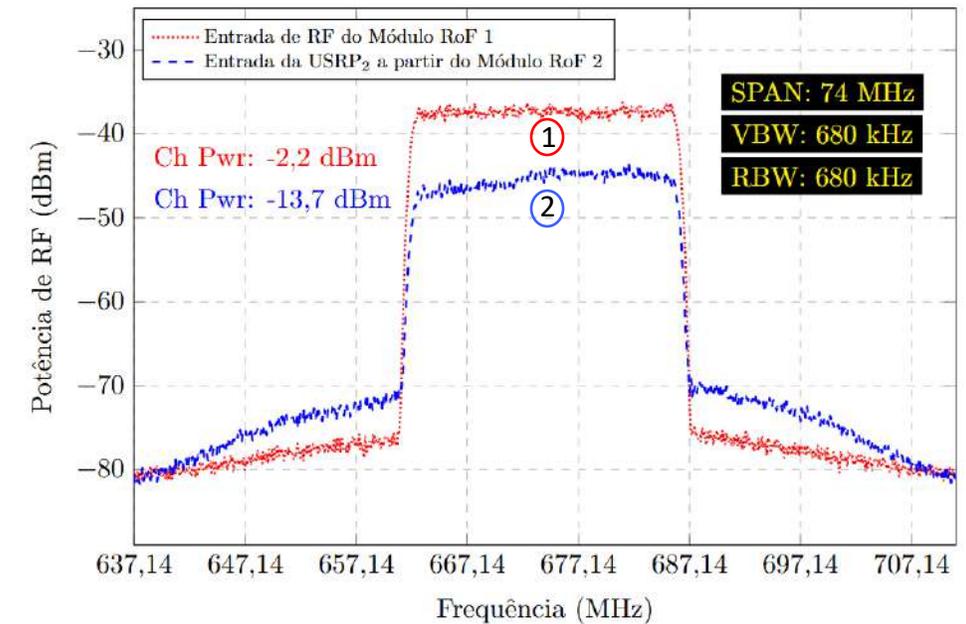
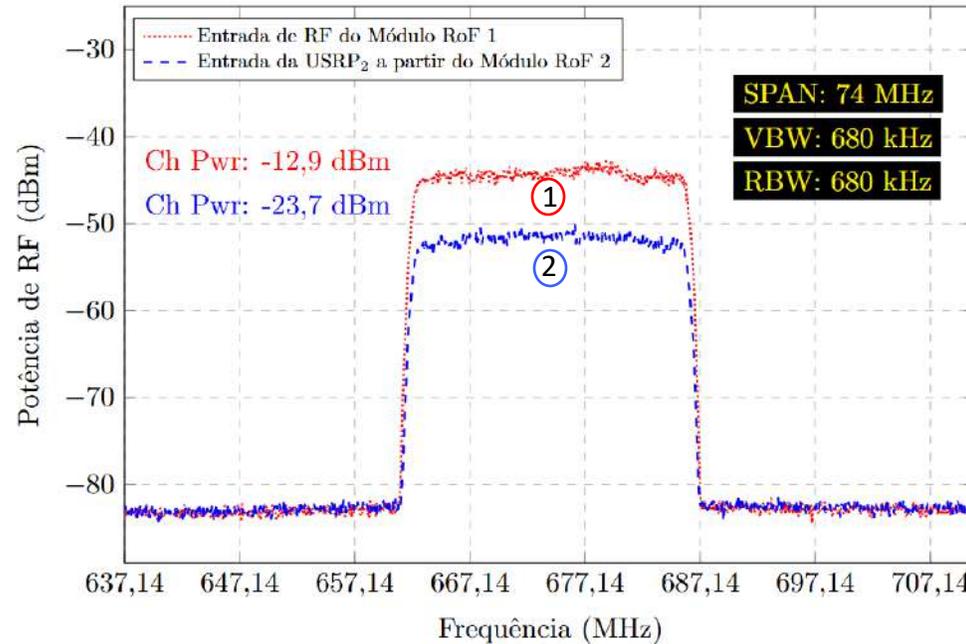
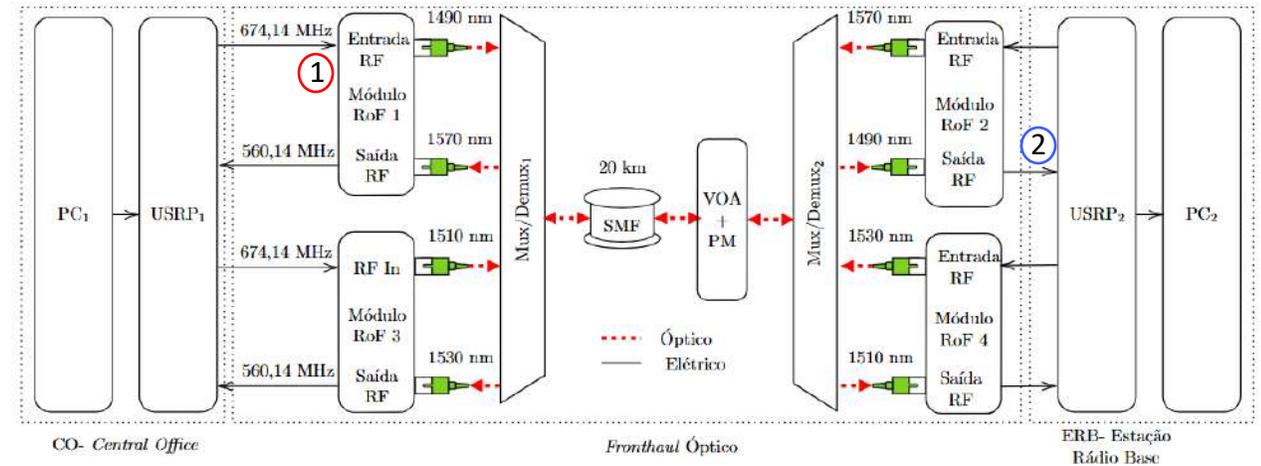
Variando a potência óptica

$$P_{\text{RF}}(\text{dBm}) = -16 \text{ dBm}$$



Integração de A-RoF e MIMO 2x2

- Resultados:



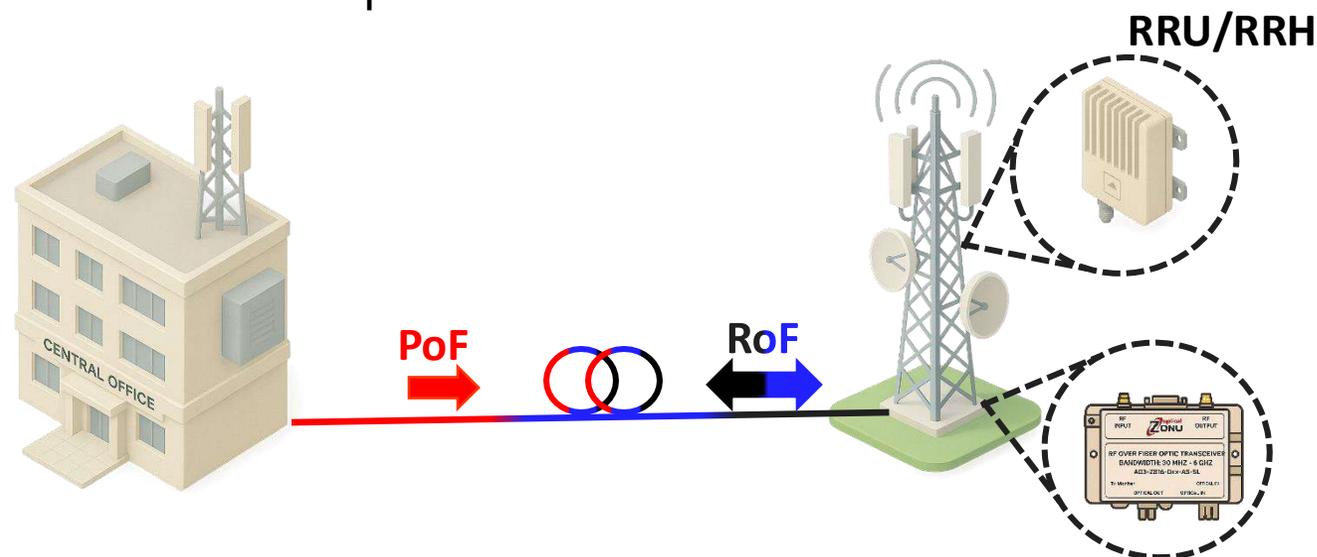
Agenda

- **Introdução**
- **A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares**
- **Integração de A-RoF e MIMO 2×2**
- **PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF**
- **Free Space Optics como Rede de Transporte**
- **Conclusões**

PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF

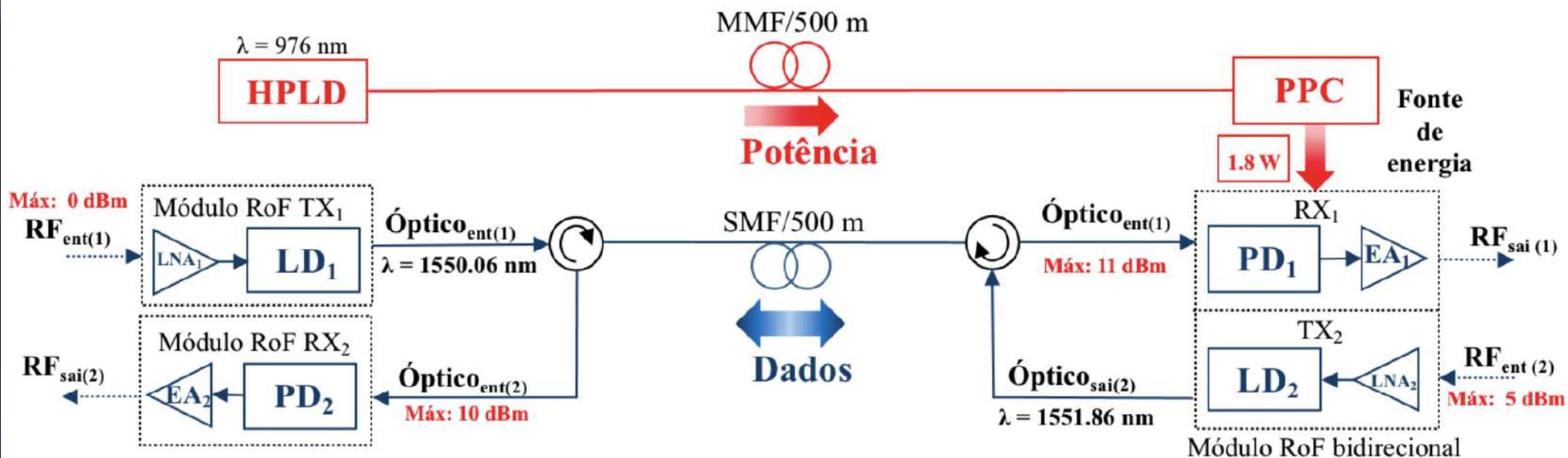
- **Motivação:**

- Investigar o uso de PoF para alimentação de dispositivos em redes de transporte A-RoF.
- Reduzir a dependência de fontes locais de energia elétrica em áreas remotas ou de difícil acesso.
- Viabilizar a alimentação remota de equipamentos de rede através da própria fibra óptica.
- Possibilita instalação de equipamentos em locais isolados, alinhado ao objetivo do 6G de ampliar cobertura universal.



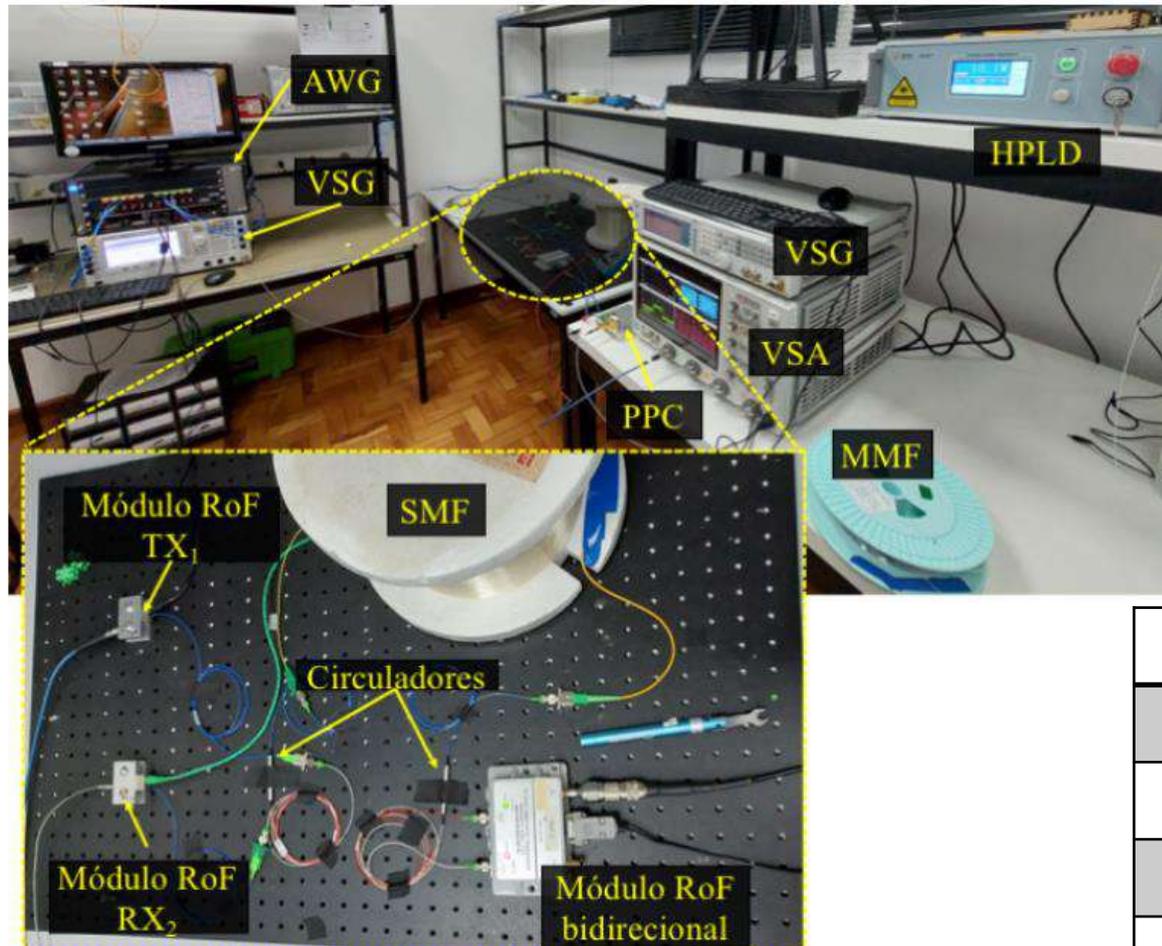
PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF

- Diagrama em Blocos:



PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF

- **Fotografia do Experimento:**

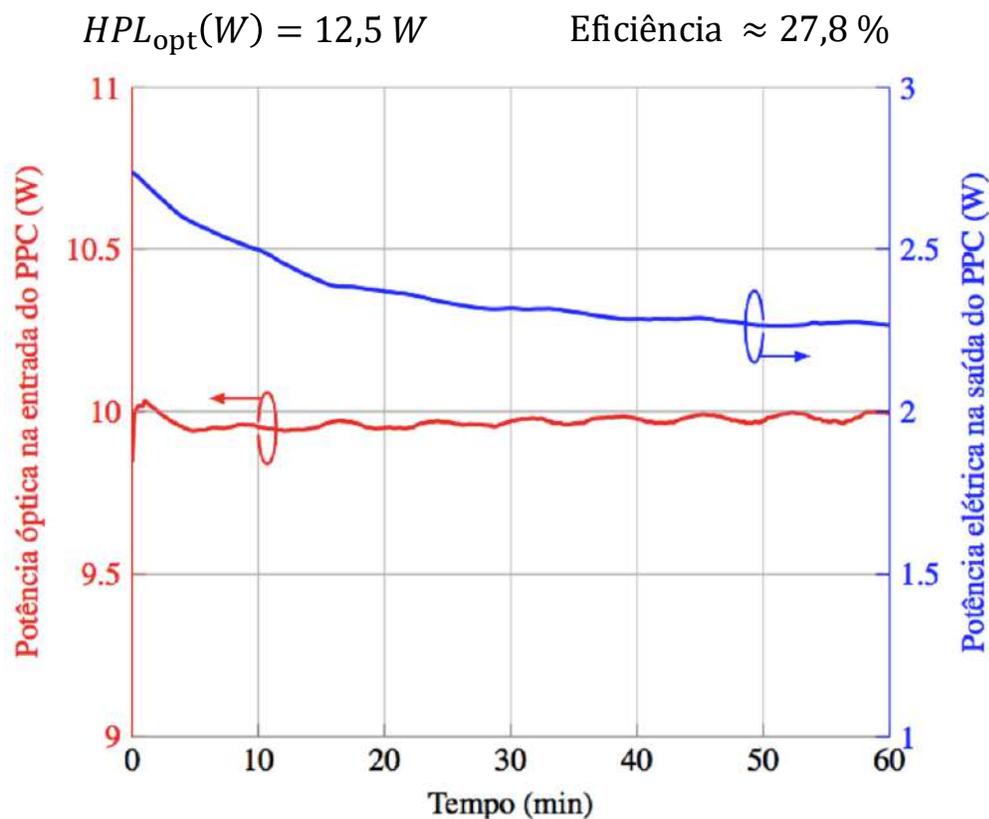


Parâmetros	Valores
L_{fiber}	500 m
λ_1	1550,06 nm
λ_2	1551,86 nm
f_{downlink}	3,5 GHz
f_{uplink}	2,1 GHz

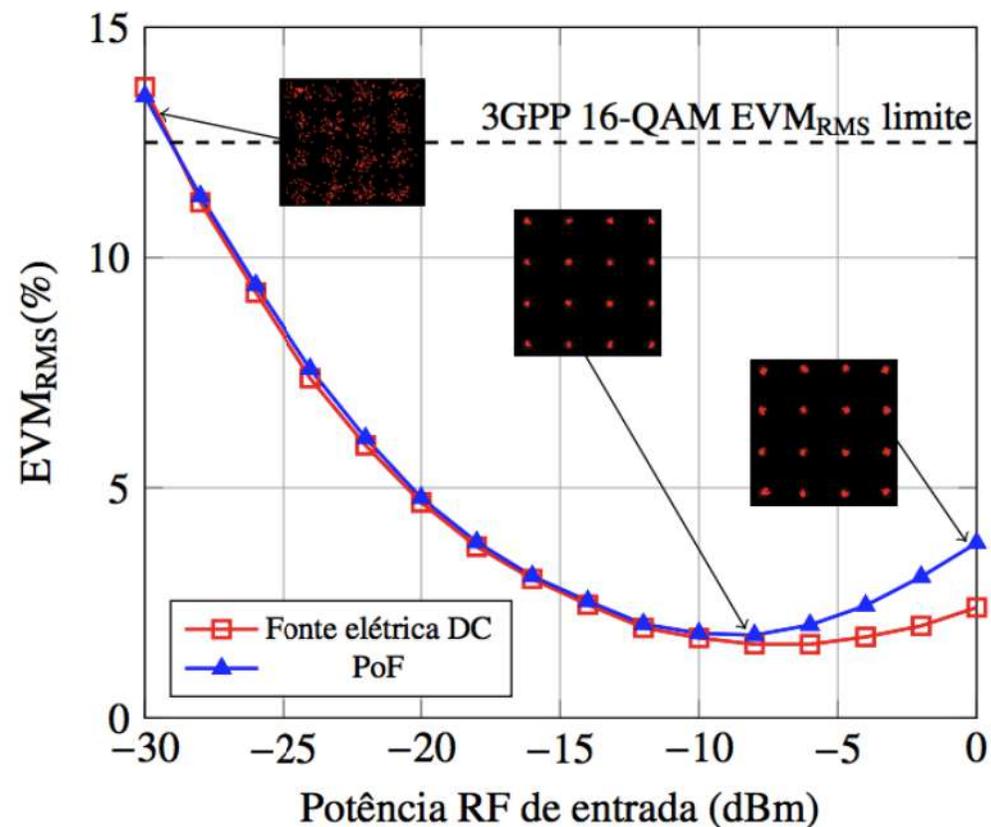
PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF

- Resultados:

Estabilidade e Eficiência



Desempenho



Observa-se que a potência elétrica convertida decresce de 2,7 W para 2,3 W nos primeiros 30 minutos de operação, o que é atribuído ao aumento de temperatura do PPC, que passou de 22 °C para mais de 50 °C durante esse intervalo

Agenda

- **Introdução**
- **A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares**
- **Integração de A-RoF e MIMO 2×2**
- **PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF**
- **Free Space Optics como Rede de Transporte**
- **Conclusões**

Free Space Optics como Rede de Transporte

- **Motivação:**

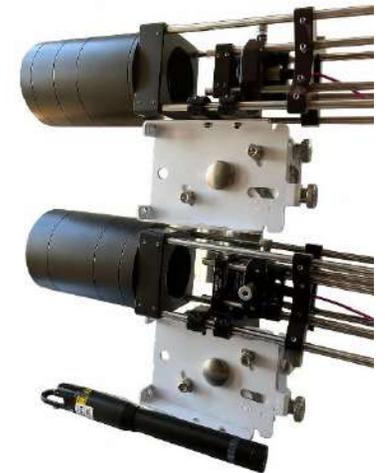
- Explorar o uso de FSO como alternativa de rede de transporte para o 6G.
- Investigar soluções que permitam altas taxas de transmissão em enlaces ópticos sem fio, sem depender de fibras físicas.
- Viabilizar conectividade rápida e flexível em cenários de difícil acesso, especialmente áreas remotas ou locais onde a implantação de fibra é inviável.
- Analisar a robustez e limitações do FSO frente a efeitos atmosféricos, turbulência e alinhamento.



≈ R\$ 115.000,00

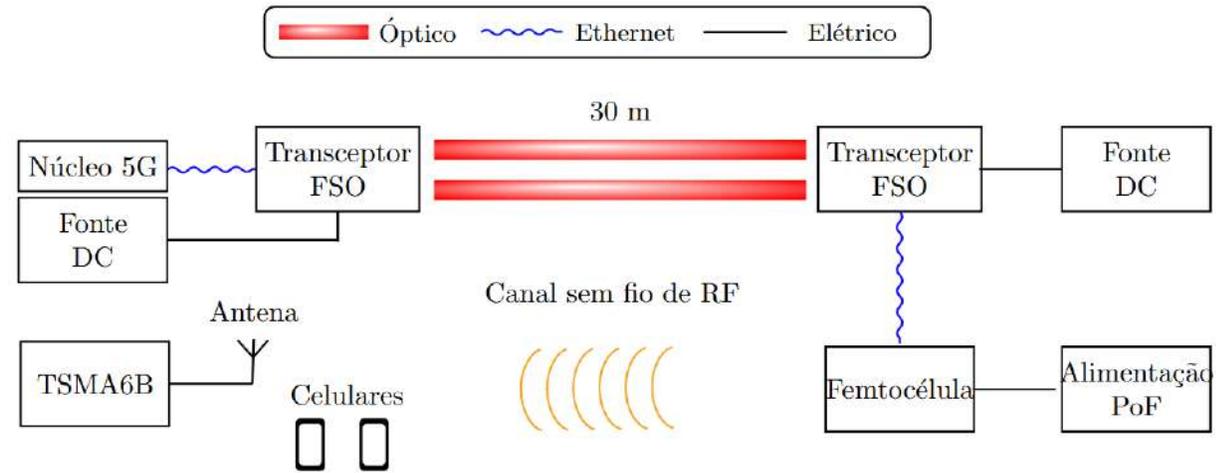


≈ R\$ 20.000,00

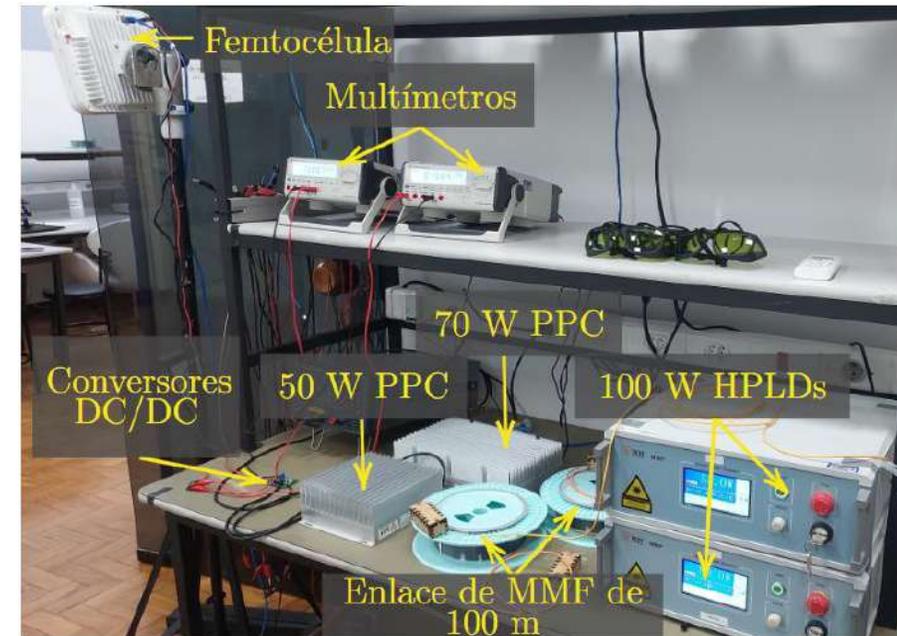
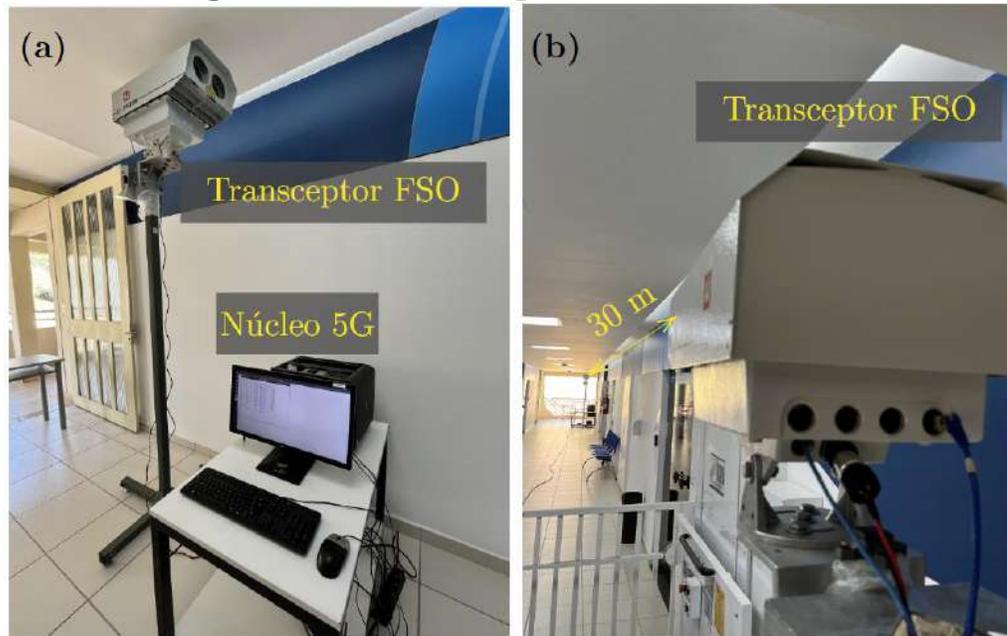


Free Space Optics como Rede de Transporte

- **Diagrama em Blocos:**

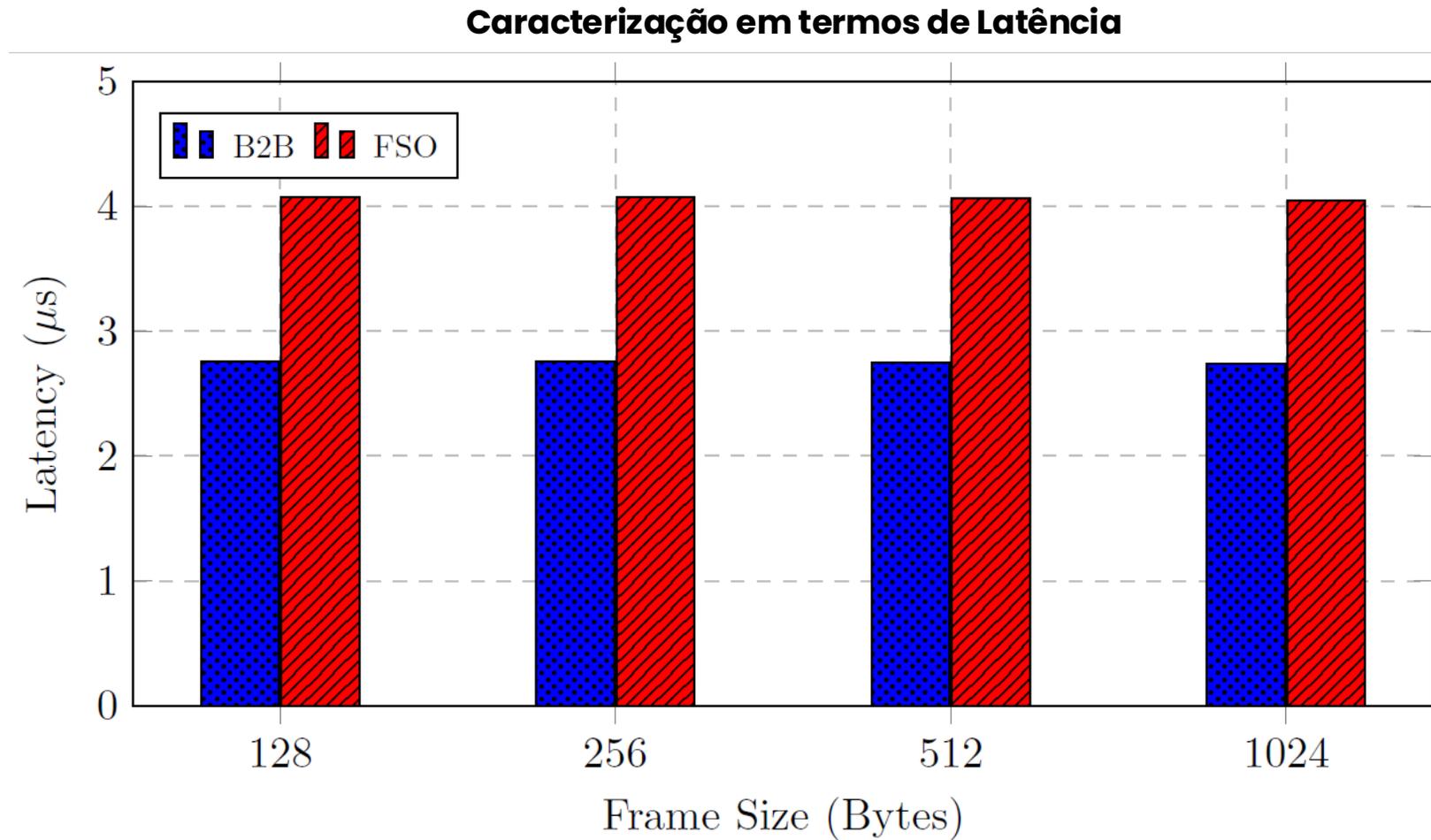


- **Fotografia do Experimento:**



Free Space Optics como Rede de Transporte

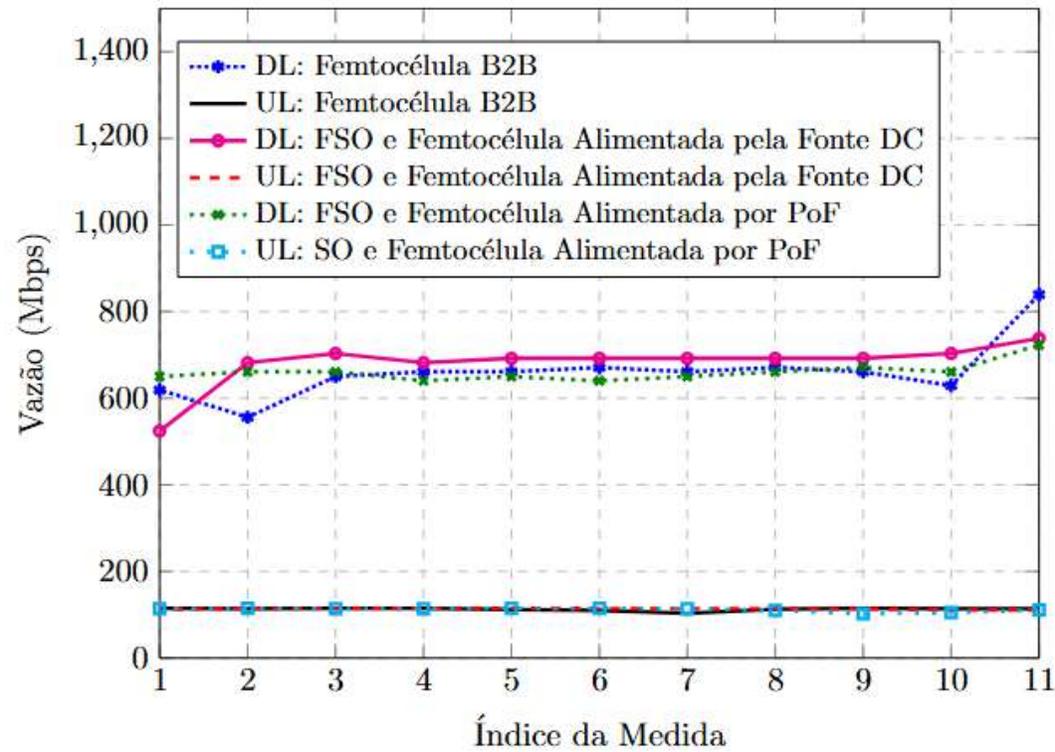
- **Resultados:**



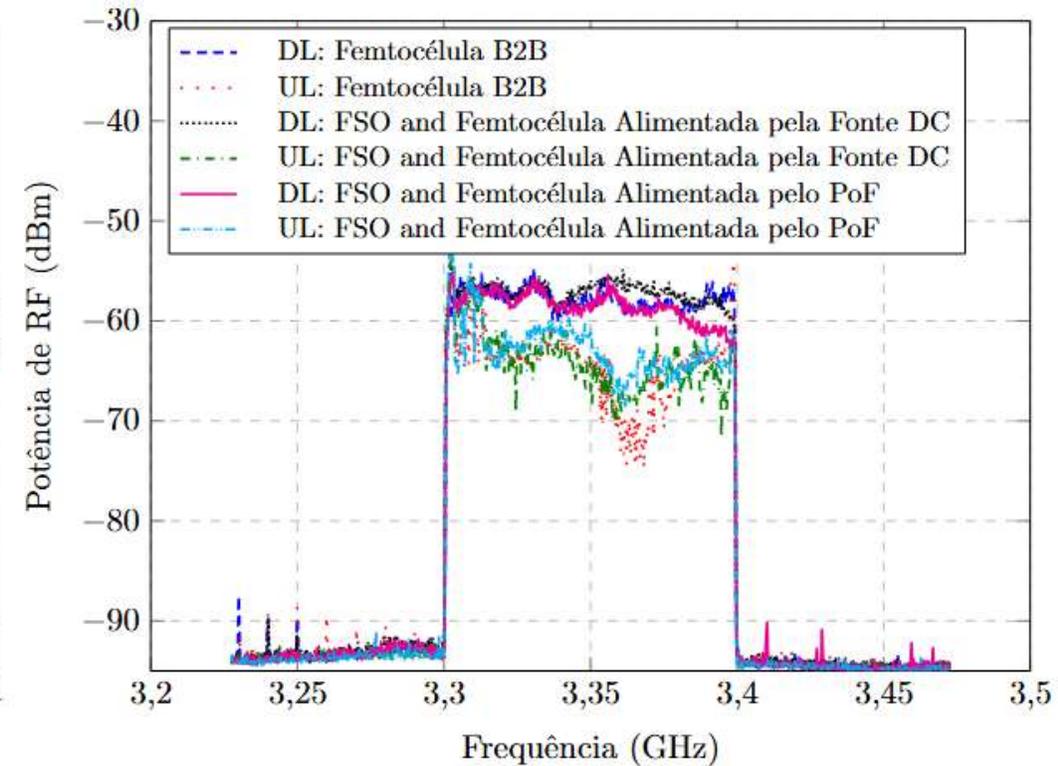
Free Space Optics como Rede de Transporte

- **Resultados:**

Análises de Vazão



Medidas de Espectro



Agenda

- **Introdução**
- **A-RoF com Supressão de Efeito Brillouin e Compensação de Distorções Não Lineares**
- **Integração de A-RoF e MIMO 2×2**
- **PoF para Alimentação de Dispositivos em Redes de Transporte A-RoF**
- **Free Space Optics como Rede de Transporte**
- **Conclusões**

Conclusões



- **Conclusões:**

- A camada de transporte no 6G exige soluções que combinem alta capacidade, baixa latência, eficiência energética e robustez.
- A integração de A-RoF com MIMO mostrou-se promissora para ampliar desempenho, confiabilidade e viabilizar cobertura em áreas remotas.
- O uso de FSO surge como alternativa flexível e de alta taxa de transmissão, capaz de complementar redes ópticas tradicionais em cenários críticos.
- A aplicação de PoF possibilita a alimentação remota de dispositivos, simplificando a infraestrutura e apoiando a conectividade em regiões de difícil acesso.
- As soluções investigadas demonstram que a combinação de fotônica, óptica e técnicas avançadas de comunicação é essencial para sustentar as exigências do 6G.

3º Workshop Brasil 

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



Apoio:



Realização:

