

# Superfícies Inteligentes Reconfiguráveis (RIS): Princípios e Oportunidades

Marcelo Maia Juvencio

17 de março de 2025

## Resumo

RIS são estruturas que utilizam tecnologias baseadas em metamateriais ou patch-array para funcionar como superfícies refletoras/refratoras. Superfícies refletoras refletem o sinal eletromagnético incidente modificando fase e amplitude e as superfícies refratoras permitem que o sinal passe através delas, mas este trabalho considera sempre superfícies refletoras. A interação dos sinais eletromagnéticos com RIS são apresentados com base em teorias como o Princípio de Equivalência de Superfície bem como aproximações e ferramentas de análise matemática.

A análise de desempenho do RIS inserido em sistemas de comunicação existentes tratam do Modelo de Canal (Path Loss, Espacial e Desvanecimento em Pequena Escala), Análise de Desempenho (sistemas multiusuários, diversidade espacial, eficiência espectral e energética) e Esquemas de benchmark (tecnologias de referência: superfícies com deslocamentos de fase aleatórios e redes de retransmissão).

Para entender o RIS Beamforming e alocação de recursos garantindo eficiência energética e espectral e a equidade do usuário, são apresentadas ferramentas matemáticas para facilitar a implementação.

Todas as abordagens de implementação com RIS apresentadas, mesmo usando ferramentas matemáticas, tem alguma limitação imposta, por questões de simplificação e recursos de hardware, como usuários estáticos, ambiente conhecido, estado do canal conhecido pela base station. Dessa forma, é apresentado o uso de recursos de IA, como Machine Learning, Deep Learning e Aprendizado por Reforço, para a implementação de redes com RIS.