



LabGen



LAProp



CampusRAN: Campus Inteligente com Rede de Acesso via Rádio Aberta

Coordenadora
Profa Dra. Dianne S. V. Medeiros

EQUIPE

PRINCIPAIS PESQUISADORES



Prof.ª Dr.ª. Dianne S. V. de Medeiros
Coordenação Acadêmica

Experiência:

- Redes Open RAN
- Redes de Computadores



Prof. Dr. Igor M. Moraes

Experiência:

- Redes de Computadores
- Computação em Nuvem e Borda



Prof. Dr. Roberto B. Di Renna

Experiência:

- Redes móveis 5G
- Propagação e antenas
- Processamento de sinais



**Universidade
Federal
Fluminense**



Prof. Dr. Diogo M. F. Mattos

Experiência:

- Processamento em Fluxo
- Gerenciamento de Redes
- Virtualização



Prof. Dr. Nicollas R. de Oliveira

Experiência:

- Inteligência Artificial
- Processamento de Dados

**INSTITUIÇÃO
PARCEIRA**





CONTEXTO TECNOLÓGICO

Open RAN e Redes 5G privadas



EVOLUÇÃO DAS REDES MÓVEIS

- Transição de arquiteturas monolíticas para arquiteturas desagregadas
- Crescente adoção de redes 5G privadas em ambientes controlados



OPEN RAN COMO NOVO PARADIGMA

- Separação funcional entre hardware e software
- Uso de interfaces abertas e padronizadas



PROGRAMABILIDADE DA RAN

- Exposição de métricas internas da camada de rádio
- Possibilidade de controle dinâmico em quase tempo real



OPORTUNIDADE: CAMPI UNIVERSITÁRIOS COMO AMBIENTES ESTRATÉGICOS

- Alta densidade de usuários e mobilidade variada
- Ambiente de propagação heterogêneo
- Cenário representativo para validação de soluções 5G avançadas

PROBLEMA IDENTIFICADO

Limitações Técnicas e Lacunas Experimentais Atuais



CENÁRIO REGIONAL

- Ausência de redes privadas Open RAN em campi do Estado do Rio de Janeiro
- Dependência de redes comerciais ou experimentais fechadas



LIMITAÇÕES DAS REDES TRADICIONAIS

- Métricas internas da RAN não acessíveis
- Ausência de controle externo sobre alocação de recursos
- Impossibilidade de decisões orientadas por eventos das aplicações

OBJETIVOS DO PROJETO

ESCOPO E DIRECIONAMENTO DA PROPOSTA



OBJETIVO GERAL

- Desenvolver uma **rede 5G privada compatível com a arquitetura Open RAN**
 - Permitindo a experimentação de aplicações de campus inteligente em ambiente real

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- ✓ Implantar uma infraestrutura 5G Open RAN no **campus da UFF** integrada à **ilha OpenRAN@Brasil da RNP**
- ✓ Desenvolver aplicações orientadas por requisitos de rede (5G)
 - Explorando serviços **eMBB, URLLC e mMTC** sobre a rede implantada
- ✓ Explorar **observabilidade**, controle e automação da RAN (Open RAN)
 - Através de **interfaces abertas e controladores inteligentes**
- ✓ Validar a infraestrutura e as aplicações em cenário real com **usuários voluntários**



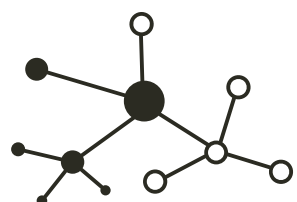
CAMPUSRAN

CARACTERÍSTICAS E TECNOLOGIAS CHAVES



CAMPUSRAN

- Projeto de campus inteligente baseada em uma rede 5G privada Open RAN
 - Oferecendo **conectividade, sensoriamento e controle programável** da RAN em ambiente real
 - **Dashboard de Monitoramento e Conectividade Gamificada**



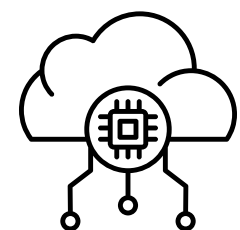
Infraestrutura de Conectividade

Rede 5G Privada Open RAN

- Conectividade dedicada para usuários, sensores e câmeras

Cobertura Indoor e Outdoor

- Suporte à mobilidade e tráfego real no campus



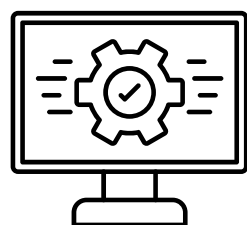
Processamento e Inteligência na Borda

Computação em Borda

- Processamento local de vídeo e dados de sensores

Redução de Latência

- Resposta rápida para aplicações críticas



Observabilidade e Controle da RAN

Interfaces Abertas (E2, A1, O1)

- Coleta de métricas internas da RAN

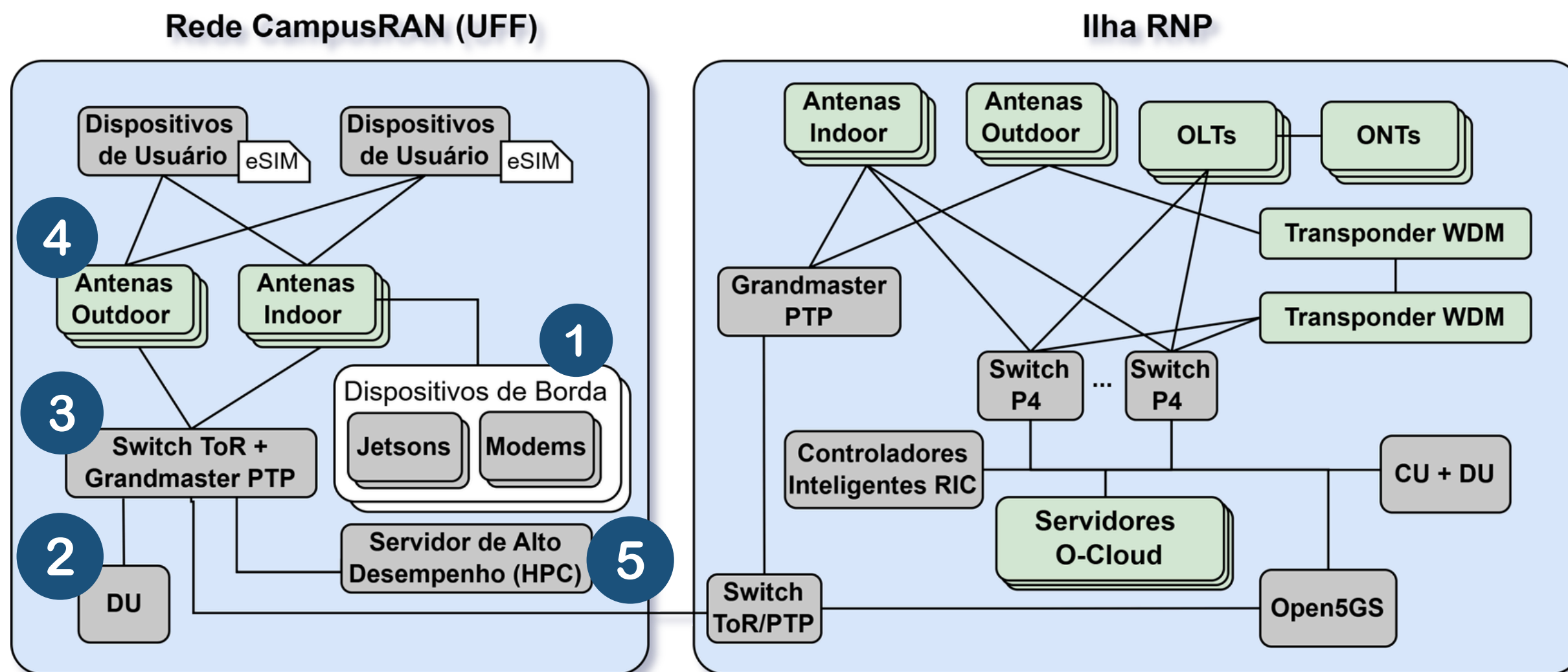
Controladores Inteligentes

- Monitoramento e ajuste dinâmico de recursos de rádio



ARQUITETURA DA REDE ESTENDIDA

Componentes Físicos e Lógicos



- 1 Dispositivos de Borda**
 - Execução de pré-processamento próximo a sensores, câmeras e UEs
- 2 DU (Distributed Unit)**
 - Processamento local das funções de tempo crítico da RAN
- 3 Switch ToR + Grandmaster PTP**
 - Agregação do tráfego da RAN e dos dados do campus

- 4 Infraestrutura de Acesso Rádio – Unidades de Rádio (RUs) indoor e outdoor**
 - Suporte à mobilidade dos usuários e à conectividade de sensores e câmeras
 - *Operação integrada à DU local conforme requisitos de latência e jitter*

- 5 Infraestrutura de Processamento – Servidor de Alto Desempenho (HPC)**
 - Execução local e em tempo quase real de algoritmos de visão computacional e análise de dados
 - *Redução de tráfego e dependência da O-Cloud da ilha RNP*



CAMPUSRAN

POTENCIAIS CASOS DE USO



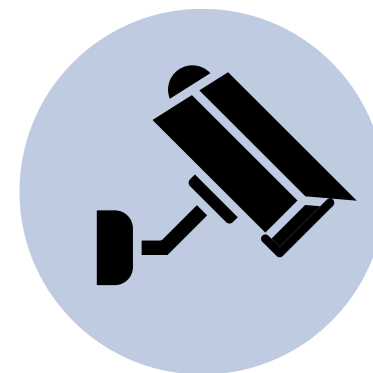
LOCALIZAÇÃO INDOOR DE UES (URLLC)

Estimativa de posição em quase tempo real a partir de métricas da camada de rádio



SENSORIAMENTO DE ESPAÇOS INTERNOS E EXTERNOS (MMTC)

Coleta massiva de dados ambientais e operacionais do campus através de sensores IoT+ rede 5G



VIDEOMONITORAMENTO INTELIGENTE (EMBB + URLLC)

Transmissão contínua de fluxos de vídeo em alta definição a partir de câmeras conectadas à rede 5G



ACESSO À INTERNET PARA USUÁRIOS REAIS

Provisão de conectividade banda larga via rede 5G privada, com autenticação dos usuários via eSIM ou SIM físico



APLICAÇÕES

DESCRIÇÃO E REQUISITOS TÉCNICOS



PLAY

Conectividade Gamificada

Descrição

- Aplicação móvel que fornece **acesso à Internet por meio da gamificação** do uso da rede 5G privada do CampusRAN
- Baseada no **compartilhamento voluntário e consentido de dados** de mobilidade e sinal

Requisitos

- Integração com o núcleo da rede 5G baseado em Open5GS
- **Gerenciamento seguro de identidade** e autenticação dos usuários
- Coleta de **métricas de rádio (E2)** e de **estado da RAN (O1)**
- **rApps e xApps**



Dashboard de Monitoramento

Descrição

- Aplicação web interativa que **concentra informações** provenientes da RAN e dos sistemas de ...
 - Videomonitoramento
 - Sensoriamento
 - Localização indoor

Requisitos

- **Monitoramento e coleta** de métricas operacionais da RAN
 - *E2 para obtenção de métricas em quase tempo real*
 - *O1 para gestão e telemetria*
- **rApps e xApps**

FUNCIONALIDADES

APLICAÇÃO 1: CONECTIVIDADE GAMIFICADA

Autenticação de usuários voluntários

- Via eSIM ou SIM físico

Coleta consentida de métricas do UE

- Intensidade de sinal, mobilidade e sessões ativas

Sistema de pontuação e níveis

- Baseado na participação do usuário em missões diárias



RECOMPENSAS

- Após acumular X pontos **ou** alcançar o nível de participação Y → Usuário detém **acesso a internet de banda larga** sem fio

SEGURANÇA PESSOAL



- Botão de pânico
- Solicitação de acompanhamento virtual





FUNCIONALIDADES

APLICAÇÃO 2: DASHBOARD DE MONITORAMENTO

✓ Visualização e Integração de dados de ...

- Localização indoor
- Videomonitoramento
- Sensoriamento ambiental
- Métricas operacionais da RAN

✓ Monitoramento da Rede

- Métricas, tráfego, ...

✓ Geração de Alertas Automáticos

- Sobrecarga na rede
- Baixa qualidade de sinal (RSRP, RSRQ)
- Alta densidade de usuários
 - Em locais específicos





IMPACTOS E CONCLUSÃO

CampusRAN



CAMPUSRAN

- Projeto de campus inteligente baseado em uma rede 5G privada Open RAN que integra
 - **Conectividade móvel** para usuários e dispositivos
 - **Sensoriamento ambiental e operacional** do campus
 - **Monitoramento** da RAN em ambiente real



IMPACTOS

- **Técnico**
 - Rede 5G Open RAN operacional com **observabilidade da RAN**
- **Científico e Acadêmico**
 - Plataforma experimental para Open RAN e formação prática
- **Institucional**
 - Apoio à gestão do campus baseada em dados e modelo **replicável para instituições da RNP**



LabGen



LAProp



CampusRAN: Campus Inteligente com Rede de Acesso via Rádio Aberta

Coordenadora
Profa Dra. Dianne S. V. Medeiros

diannescherly@id.uff.br

