



GERCOM UFPA

Grupo de Estudos em Redes de Computadores e
Comunicação Multimídia da Universidade Federal do Pará



IX Fórum Regional Norte 2023

Redes de Acesso via Rádio Abertas e o Programa OpenRAN Brasil

openRAN
BRASIL

Antônio J. G. Abelém

Em parceria com: Daniel A. L. Marques, Fernando N. N. Farias, Fuad M. A. Junior,
Daniel L. Feferman, Christian R. E. Rothenberg, José F. Rezende
JAI 2023: Desagregando e Softwarizando as Redes de Celulares e o Programa
OpenRAN Brasil - DOI: <https://doi.org/10.5753/sbc.12853.0.5>

RINP
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DO MCTI

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

cpqc

Agenda



- Introdução e Contextualização
- Redes de Acesso via Rádio Abertas
- Programa OpenRAN Brasil
- Conclusão





Introdução e Contextualização

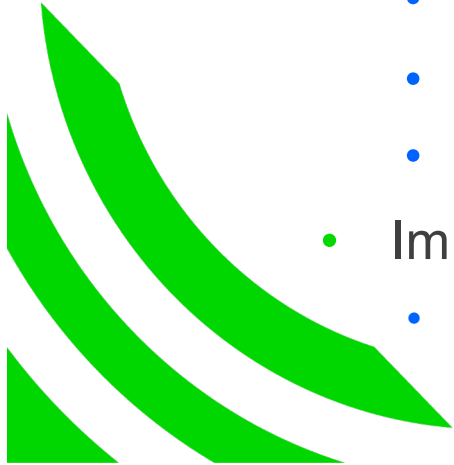


Introdução - Contextualização



Na última década (2010-2020)...

- Desenvolvimento em direção ao software em nuvem, e expansão da cultura Cloud Native (CN)
- Softwarização das redes
 - Paradigma SDN (Redes Definidas por Software)
 - Desagregação dos planos de controle e de dados
 - Elementos de redes programáveis
 - Virtualização de recursos
 - Particionamento em fatias logicamente isoladas
- Impulsionamento de componentes de software:
 - Controladores e Orquestradores



Introdução - Contextualização



O conceito de SDN se expandiu para outros domínios.

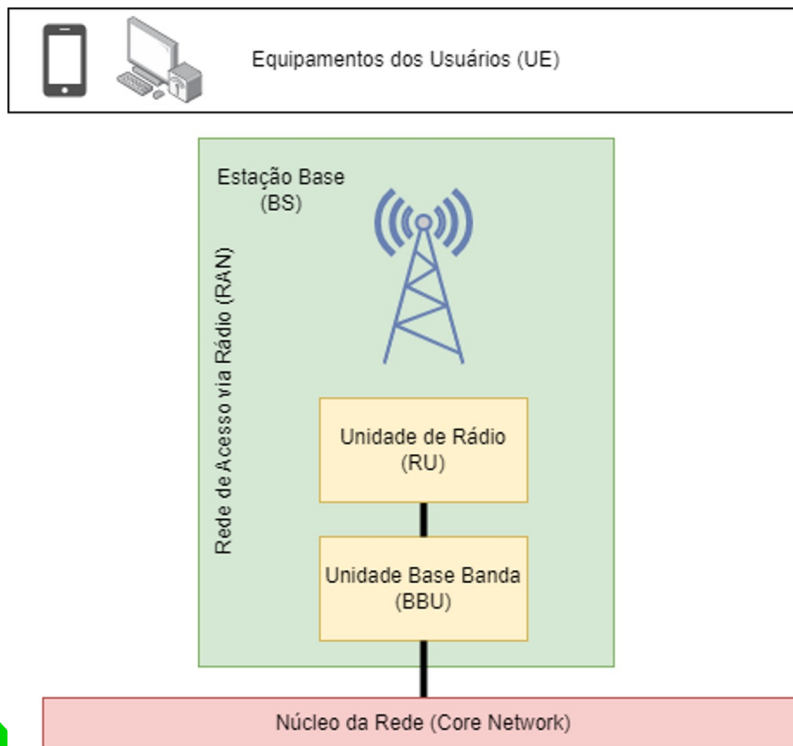
- Óptico
 - orquestração de transponders WDM
 - comutadores ópticos
 - redes ópticas passivas.
- Sem fio
 - Rede de Acesso (WiFi)
 - WiFi
 - Celulares (4G/5G/6G)

Para viabilizar a softwarização:

- Equipamentos devem ser programáveis
- Padronização e abertura das interfaces



Introdução – Rede de Acesso via Rádio (RAN)



RAN - Radio Access Network (Rede de Acesso via Rádio)

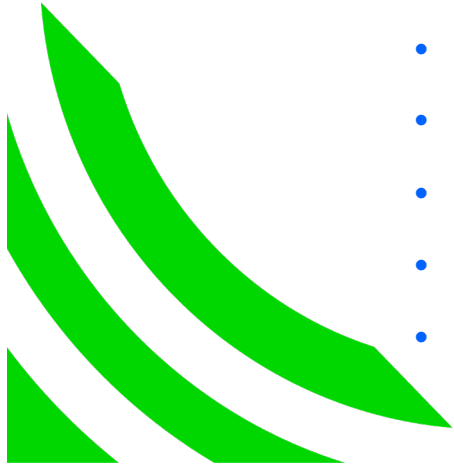
É a rede que conecta os equipamentos dos usuários com o núcleo da rede (core network)

- Componentes:
 - **Unidade de Banda Base (BBU)**
Gerenciamento da rede, processamento e encaminhamento de dados para o núcleo da rede
 - **Unidade de Rádio (RU)**
Transmissão e recepção de sinais de rádio.
 - **Antenas**
 - **Software**
- O conjunto desses componentes pode ser conhecido como **Estação Base**
- **Todos os elementos são proprietários**

Introdução - Desafios da RAN tradicional



- **É estimado que entre 65~75% dos custos de CAPEX/OPEX de implementação da rede móvel são referentes apenas a RAN**
 - CAPEX (Investimentos)
 - OPEX (operação)
 - Custos: aluguel de espaço para rádio base, refrigeração
- **Os hardwares baseados em RAN tradicional:**
 - Têm poucos fornecedores
 - São proprietários e fechados
 - Extremamente caros e monolíticos
 - Não são escaláveis
 - Não são reconfiguráveis sem a ajuda dos fornecedores
 - Não são facilmente integráveis e interoperáveis com fornecedores diferentes (vendedor lock-in)



Introdução - O-RAN Alliance



- **O-RAN Alliance (Aliança O-RAN)**
 - Fundada em 2018
 - Composta por mais de 20 empresas da área telecom
 - Orange, NTT Docomo, AT&T, Deutsche Telekom...
 - Objetivo: remodelar a indústria, promovendo uma RAN aberta, interoperável, padronizada e inteligente.
- **3GPP - 3rd Generation Partnership Project**
 - É uma organização de desenvolvimento de padrões para as tecnologias de telecomunicação celular





Redes de Acesso via Rádio Abertas



Open RAN - Evolução



Pesquisas foram realizadas para redesenhar a implantação da RAN e reduzir os seus custos e atender as demandas de um mercado crescente.

Evolução 1: RAN Tradicional/D-RAN (Distributed RAN)

Evolução 2: C-RAN (Centralized/Cloud RAN)

Evolução 3: vRAN (Virtualized RAN)

Evolução 4: O-RAN (Open RAN)



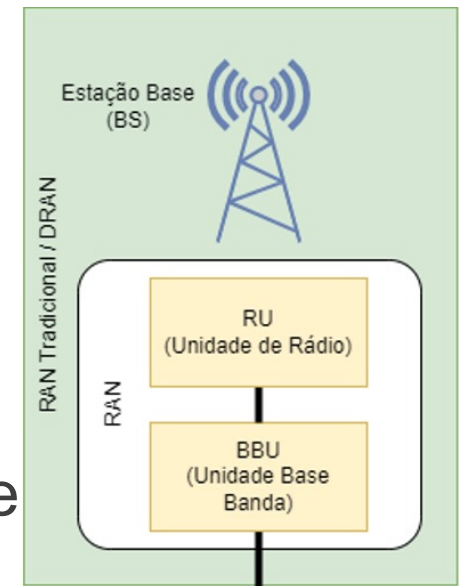
Open RAN - Evolução



Evolução 1

RAN Tradicional/D-RAN (Distributed RAN)

- Unidade de Rádio (RU) e Unidade de Banda Base (BBU) próximas e integradas por um sistema
- Cada RAN é operada de forma independente
- Mais equipamentos de usuário, mais Estações Base



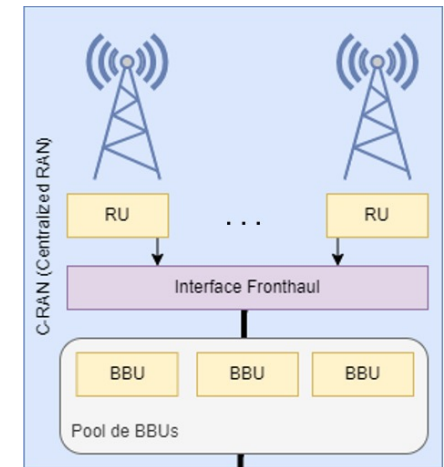
Open RAN - Evolução



Evolução 2

C-RAN (Centralized/Cloud RAN)

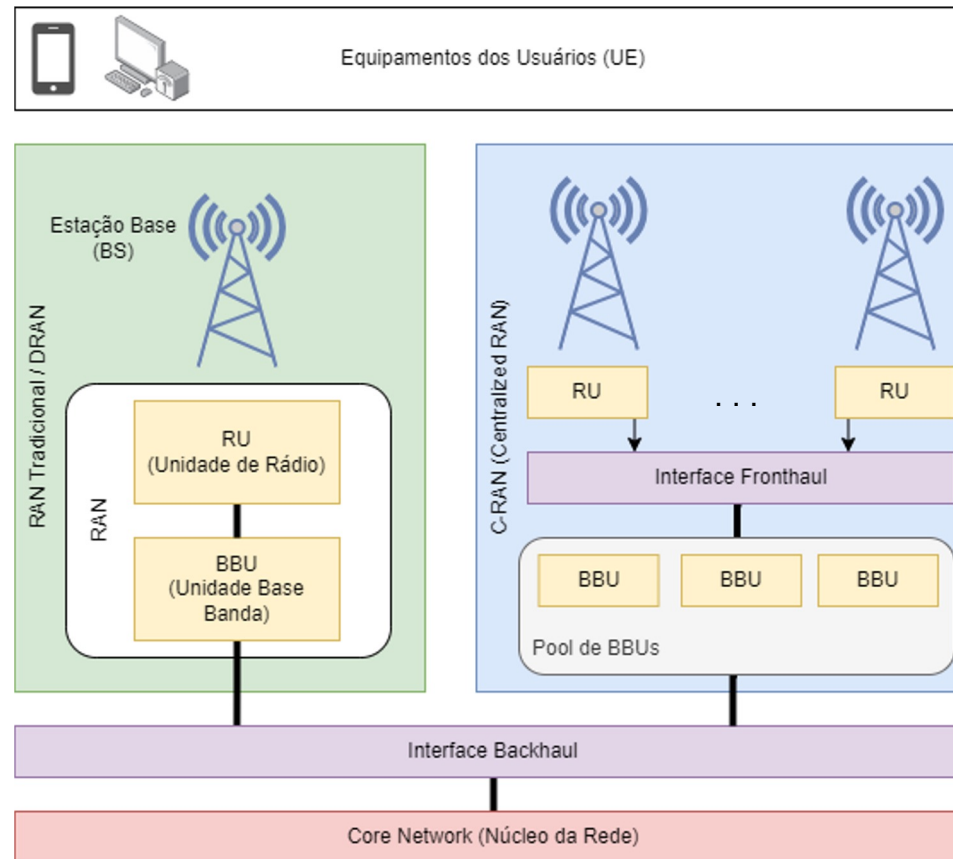
- Desagregação da Estação Base - Separação das BBUs das RUs
- Agrupar as BBUs em um pool
- Primeiras iniciativas de desagregação através da criação da interface Fronthaul para conectar as RUs com o pool de BBUs
- Redução de custos
- Sobrecarga na interface Fronthaul
- Ponto de falha único



Open RAN - Evolução



D-RAN x C-RAN

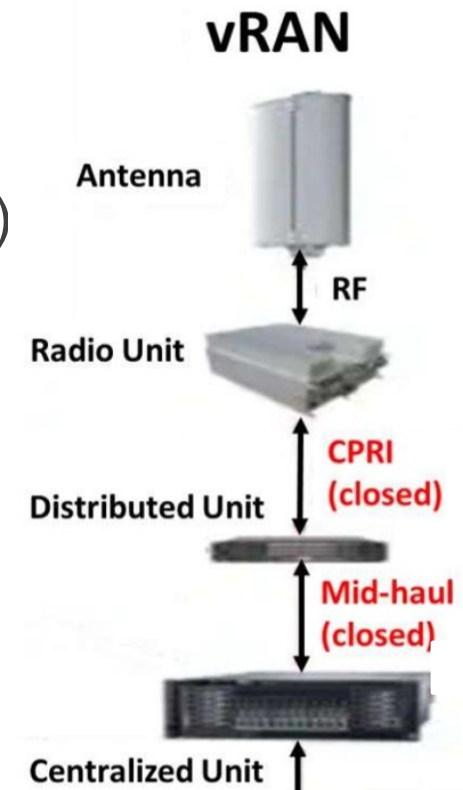


Open RAN - Evolução



Evolução 3 vRAN (Virtualized RAN)

- Adoção de hardware COTS (Commercial Off-the-Shelf)
- Virtualização da BBU (uso de VMs ou containers)
- Adoção do uso de Funções Virtualizadas (NFV)
- Escalabilidade e orquestração de recursos
- Redução de consumo de energia
- Complexidade na orquestração de múltiplas RANs
- Hardware e Interfaces proprietárias



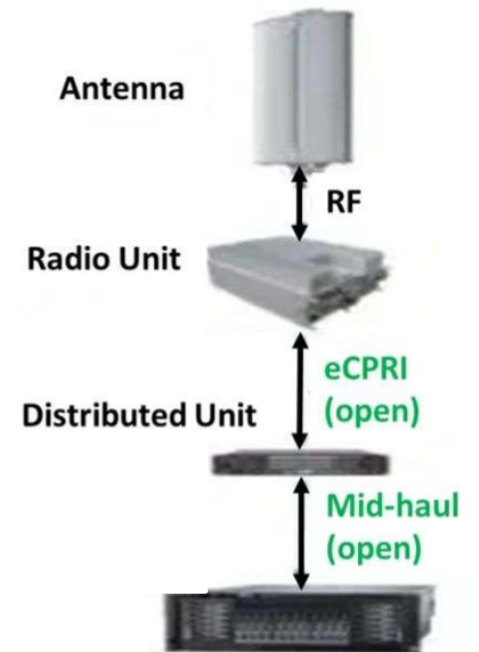
Open RAN - Evolução



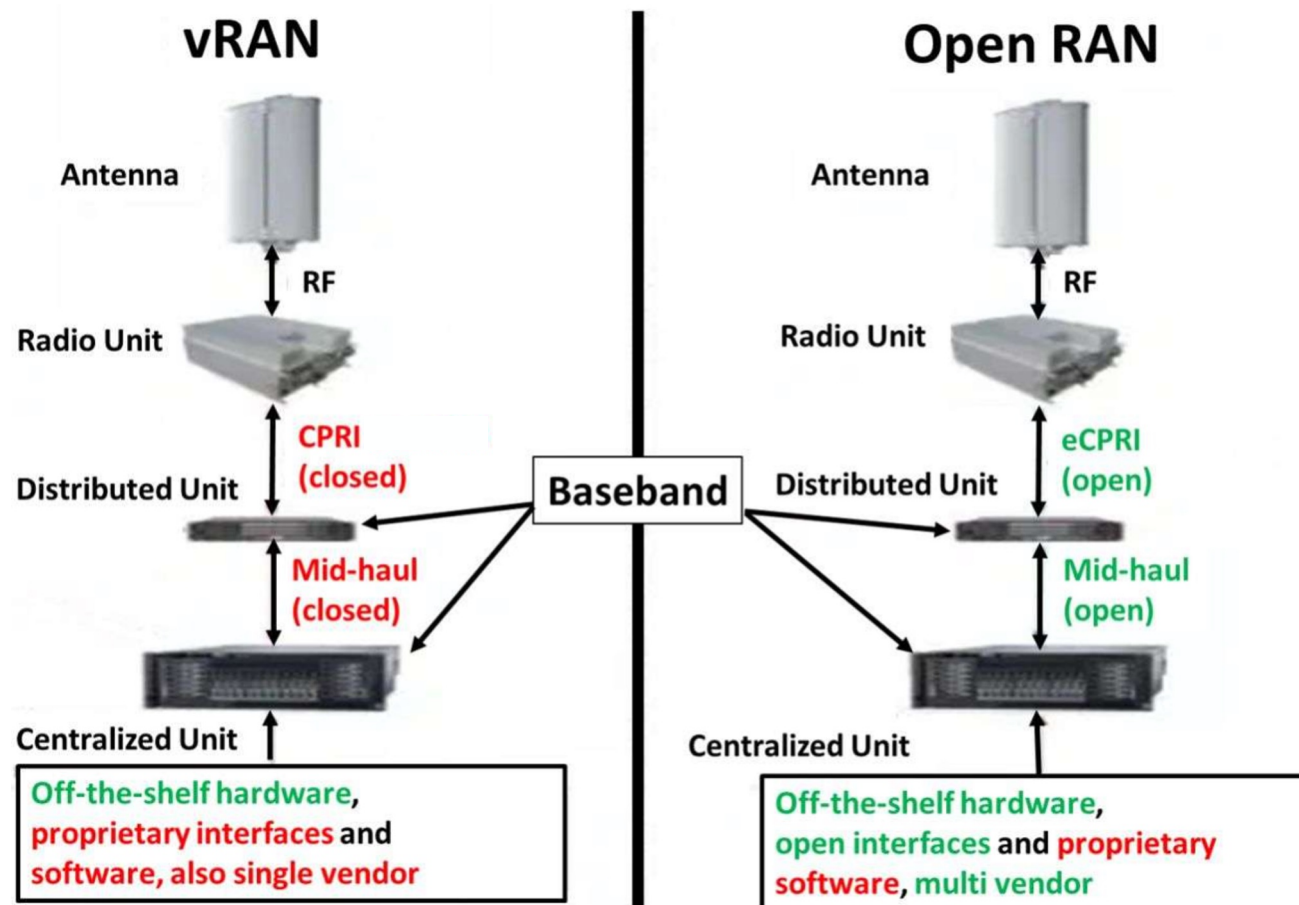
Evolução 4 Open RAN

- Padronização e softwares elaborados pela O-RAN Alliance
- Compatíveis com especificação da 3GPP.
- Adoção de hardware **COTS** (Commercial Off-The-Shelf)
- Interfaces Abertas e padronizadas
- Desagregação completa da BBU em **Unidade Central - CU (Gerenciamento de mobilidade e controle de recursos)** e **Unidade Distribuída DU (Processamento de dados do tráfego sem fio)**
- Automação no gerenciamento da RAN através de IA/ML
 - **Controlador inteligente da Non/Near Real-Time RAN**

Open RAN



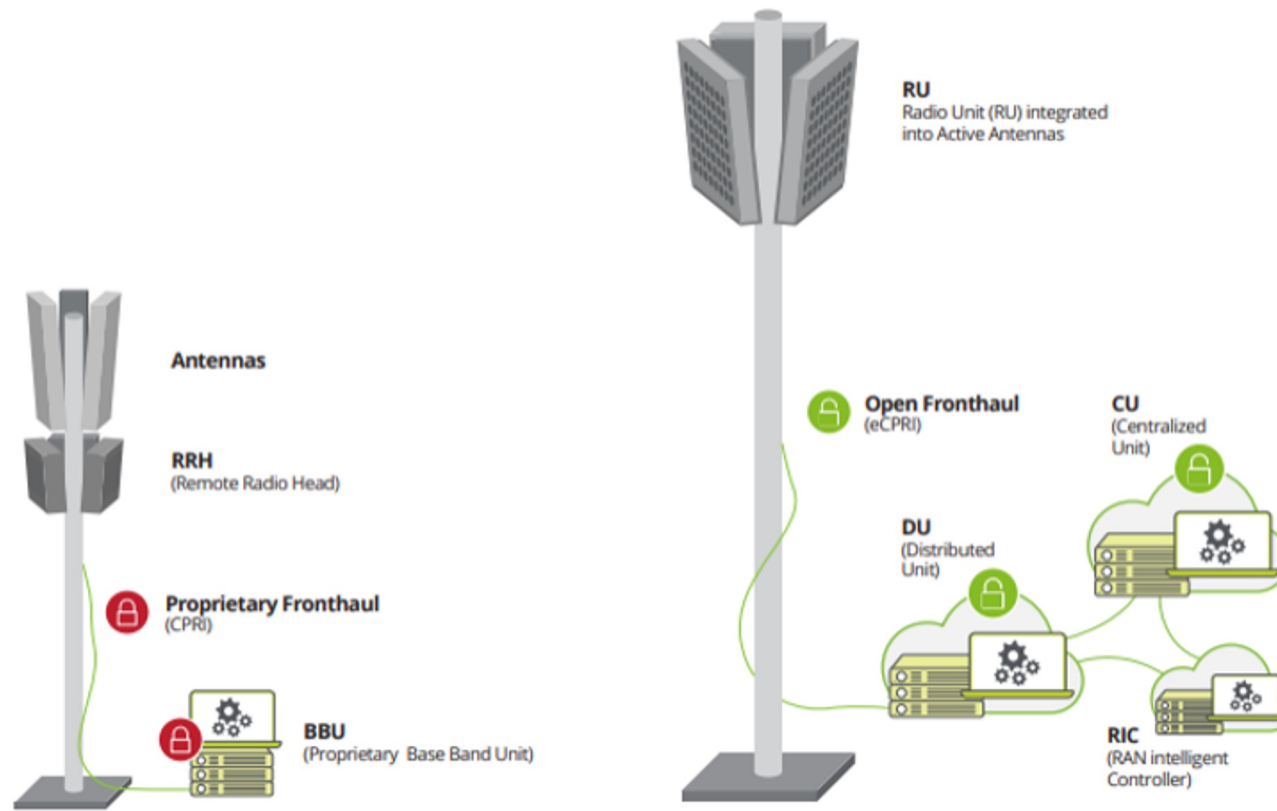
Open RAN - Evolução



Open RAN



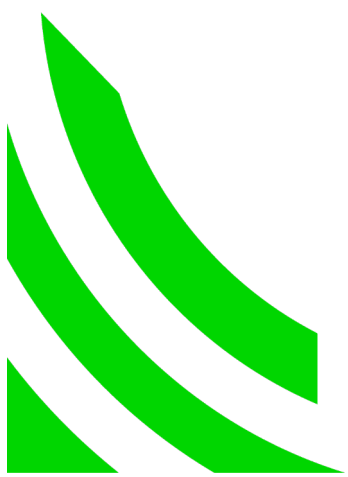
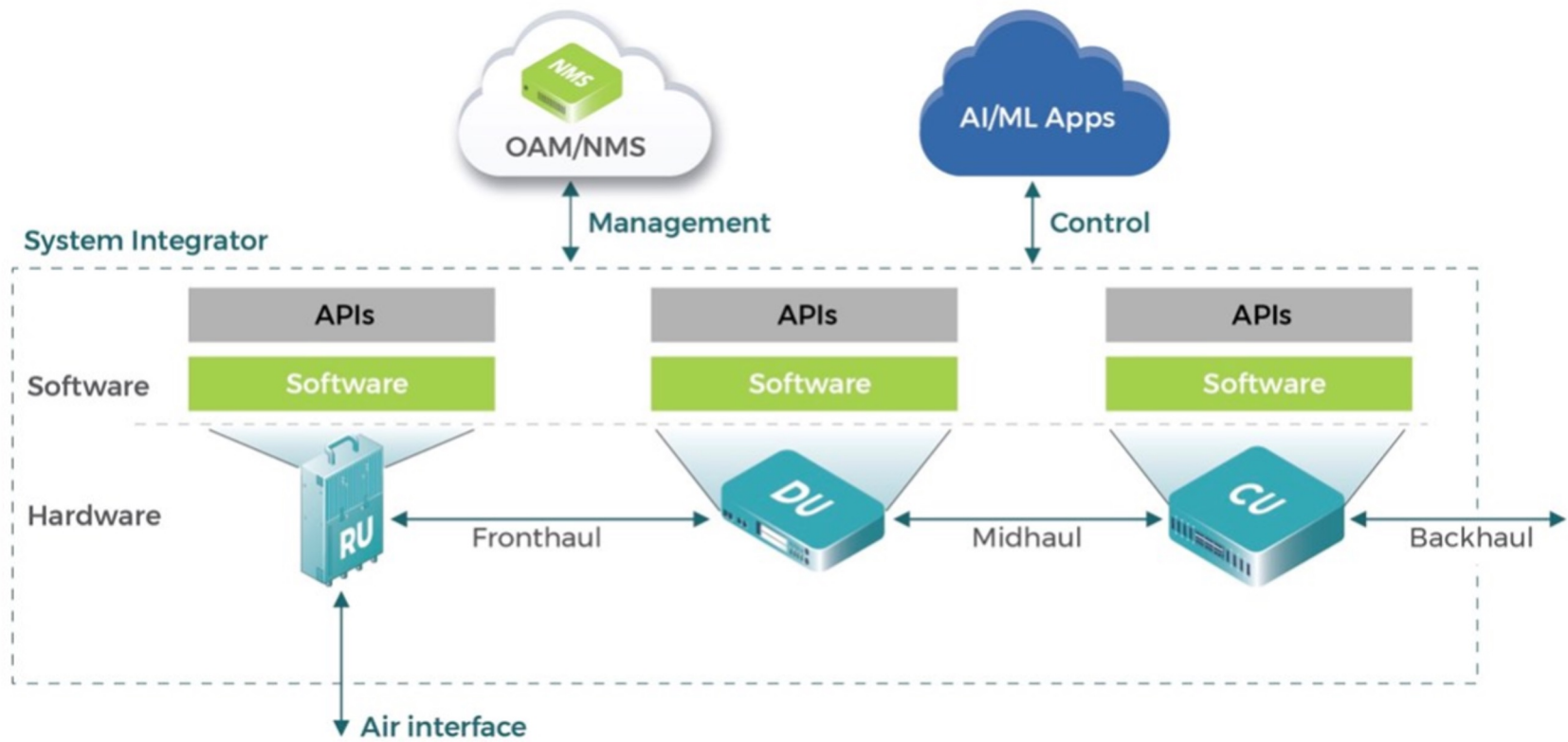
RAN Tradicional vs RAN Aberta (Open RAN)



Open RAN



Abertura da RAN





Componentes Open RAN



Service Management
& Orchestration
Framework (SMO)



Non-Real Time
RIC



Near-Real-Time
RIC



O-Cloud
(Open Cloud)



O-RAN
Centralized Unit
(O-CU)

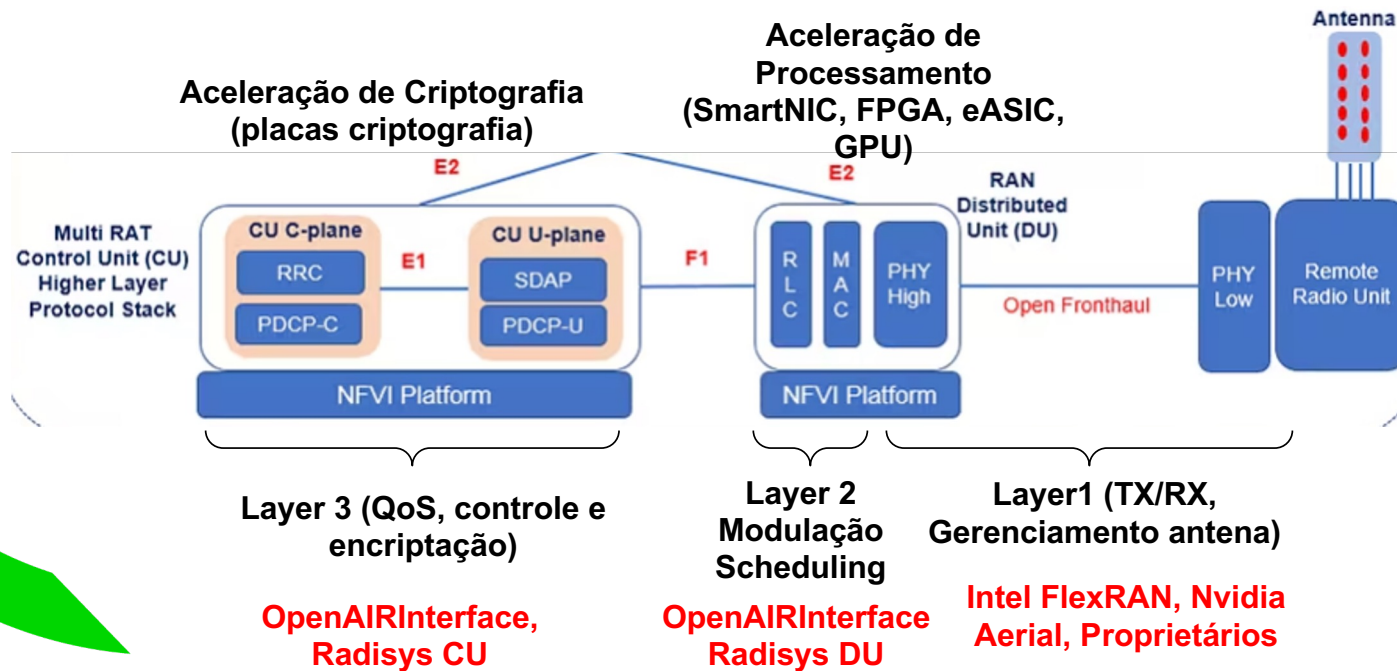
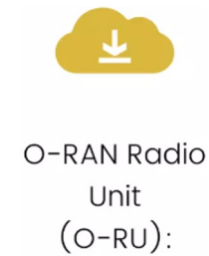
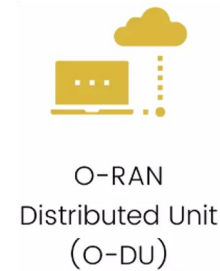
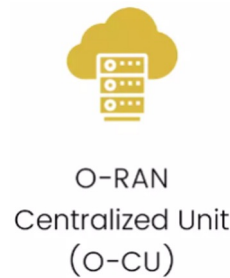


O-RAN
Distributed Unit
(O-DU)



O-RAN Radio
Unit
(O-RU):

Open RAN (CU, DU e RU)



Open RAN - Benefícios x Desafios



Benefícios

- Alavancamento de um novo ecossistema de inovação
 - Academia pode participar
- Construção de redes mais baratas:
 - Fim do “*vendor lock-in*”
 - Redução de CAPEX & OPEX
- Facilmente escalável com uma arquitetura baseada em micro-serviços

Desafios

- Orquestração não otimizada
 - Cada domínio de tecnologia tem o seu controlador
- Hardware ainda são caros
 - Hardware de otimização (GPUs, FPGAs e eASICs)
- Softwares open source ainda não são maduros suficientes, dependência de pilhas proprietárias
- Oferecer de redes de altíssima velocidade e com baixa latência



Iniciativas OpenRAN pelo Mundo



Iniciativas OpenRAN

- **Open Air Interface (OAI)**



- **ORAN Alliance**



- **Telecom Infra Project (TIP)**

- **Open Networking Foundation (ONF)**

Projeto Aether

- **Linux Foundation (LF)**



Programa OpenRAN@Brasil

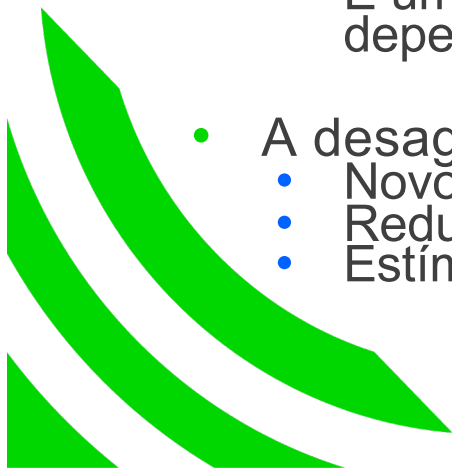


Programa OpenRAN@Brasil



Motivações

- A Internet se tornou mais um serviço essencial
 - Pandemia de COVID-19 evidenciou o papel crucial que a Internet exerce na sociedade (economia, academia, entretenimento)
- Investimento em infraestrutura para conectividade passou a ser uma prioridade estratégica em diversos países
 - É um cenário desafiador para diversos países (Brasil incluso): dependência de fornecedores, soluções caras
- A desagregação e adoção da abertura do hardware/software trazem:
 - Novos fornecedores de hardware/software
 - Redução de custos nos equipamentos
 - Estímulo à inovação



Programa OpenRAN@Brasil

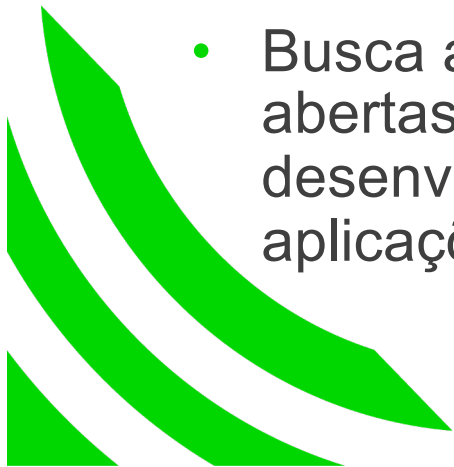


O que é?

- Programa do MCTI, executado em conjunto pela RNP e pelo CPqD.

Objetivo

- Busca acelerar o desenvolvimento do ecossistema de redes abertas, desagregadas e programáveis a partir da pesquisa, desenvolvimento, inovação e capacitação em tecnologias e aplicações, em 5G e além.

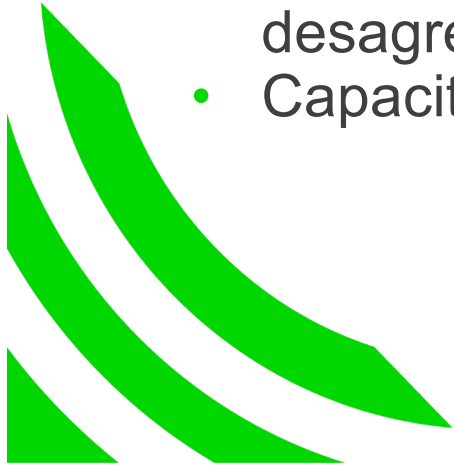


Programa OpenRAN@Brasil

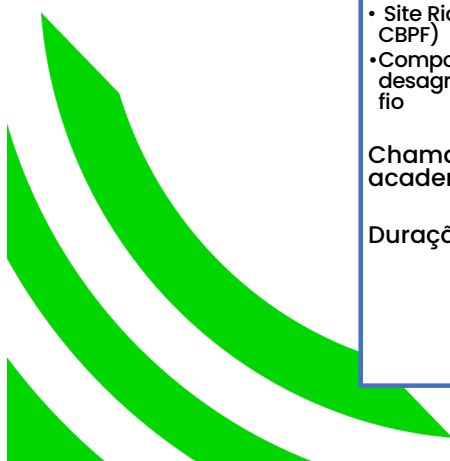
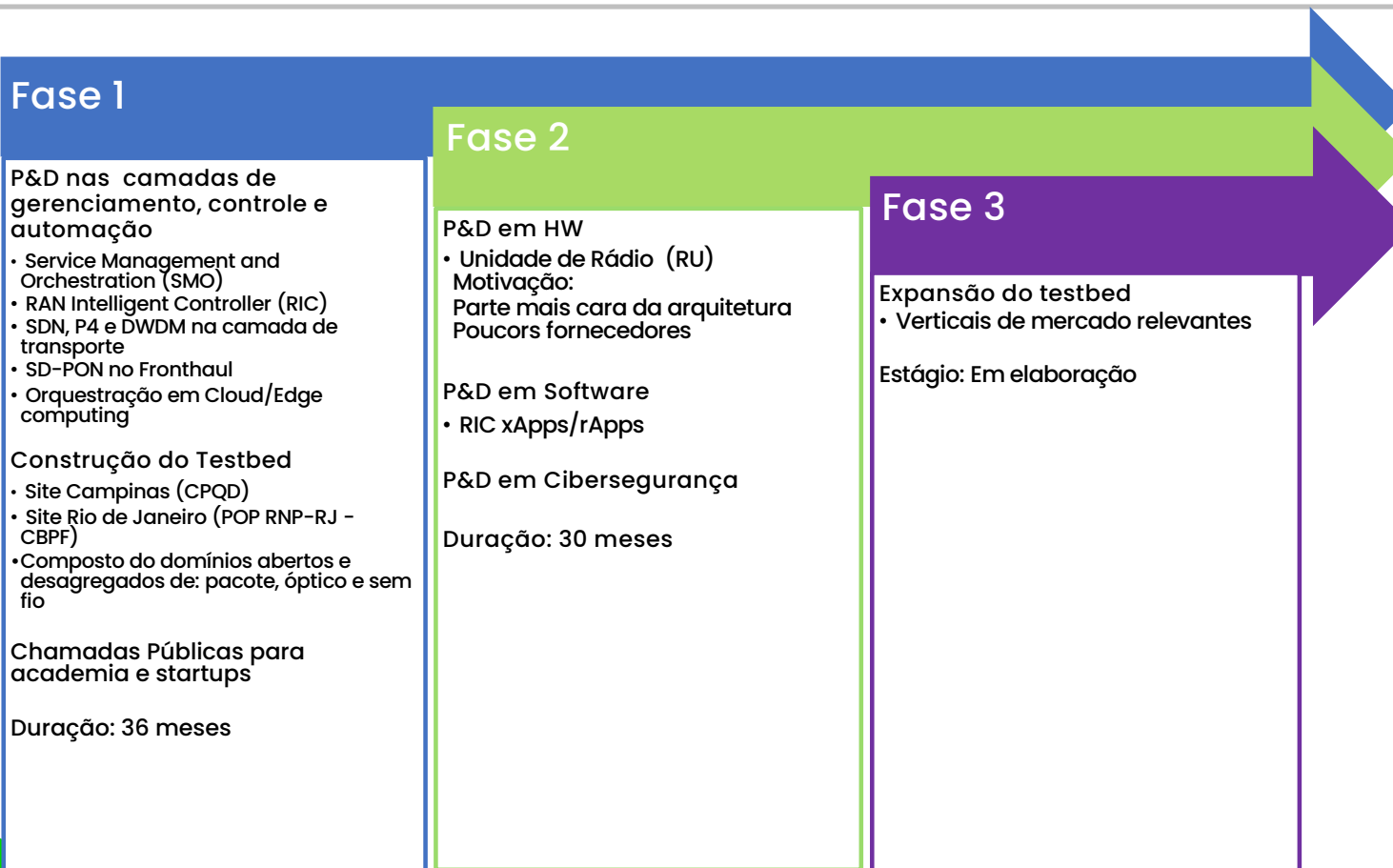


Pilares do Programa

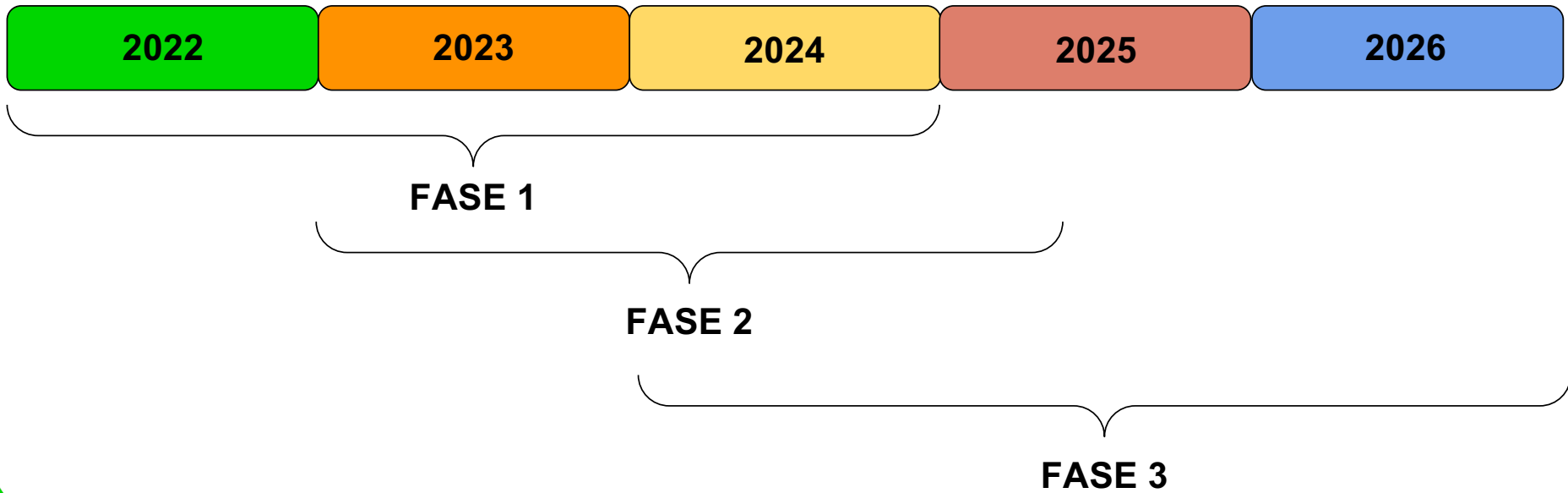
- Pesquisar, desenvolver, implantar e validar soluções inovadoras de gerenciamento e controle inteligente de redes abertas e desagregadas em diferentes domínios tecnológicos
- Construir e disponibilizar infraestruturas de experimentação em diferentes domínios tecnológicos que adotam abertura e desagregação
- Capacitar profissionais e engajar academia/indústria



Programa OpenRAN@Brasil



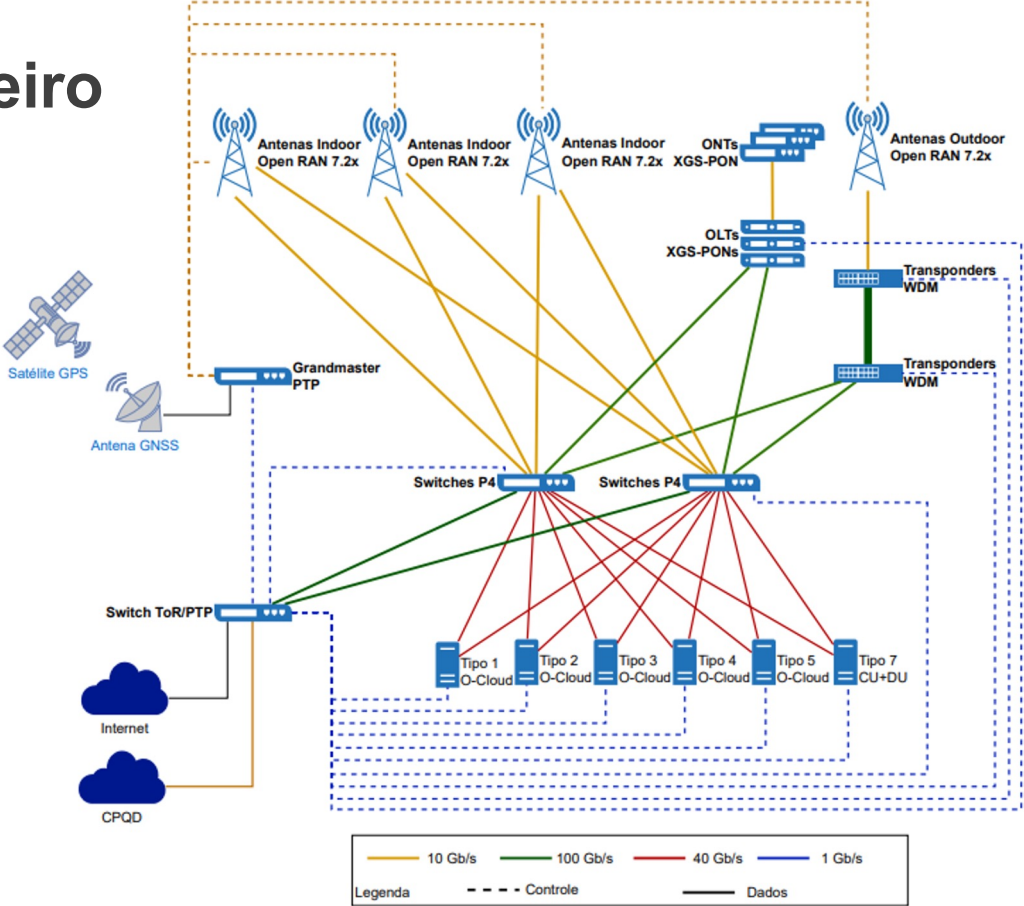
Programa OpenRAN@Brasil



Testbed OpenRAN@Brasil



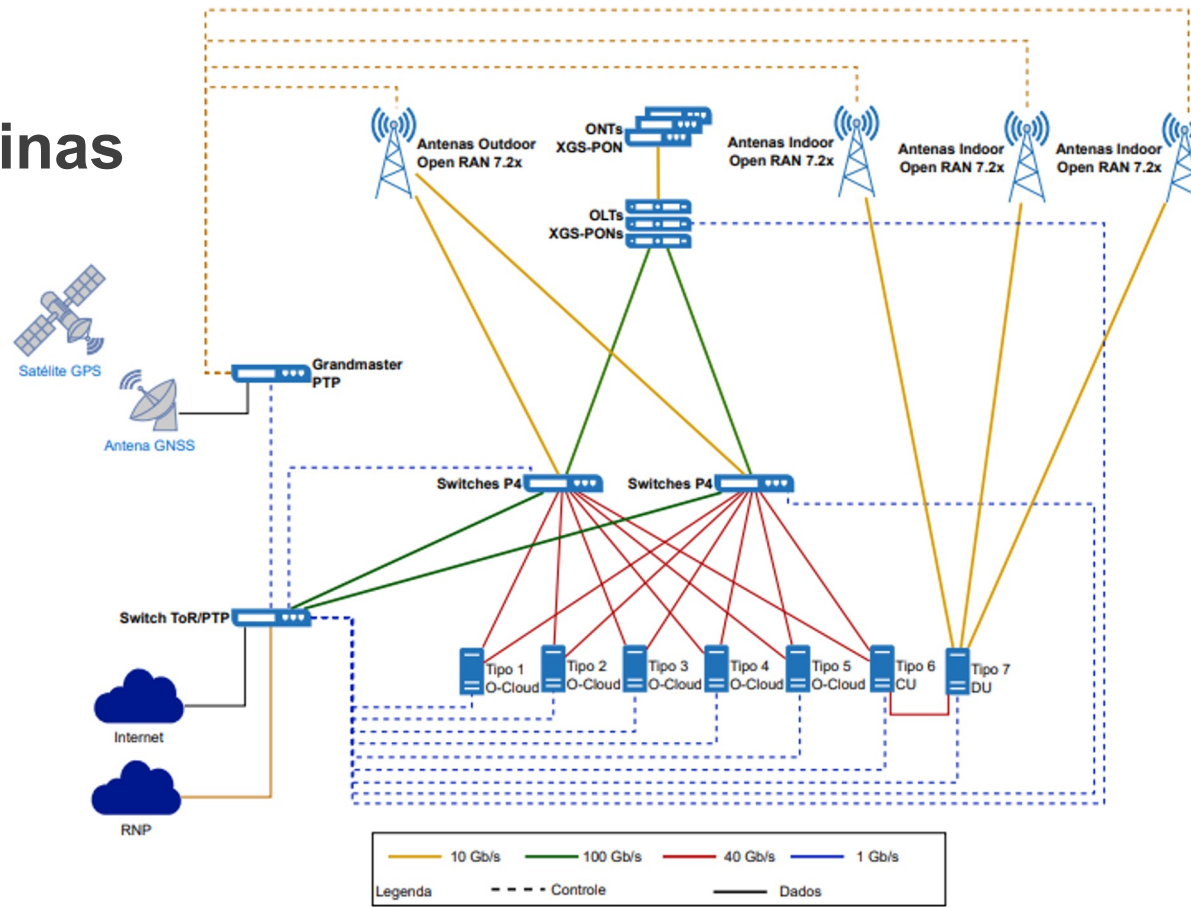
RNP/Rio de Janeiro



Testbed OpenRAN@Brasil



CPQD/Campinas

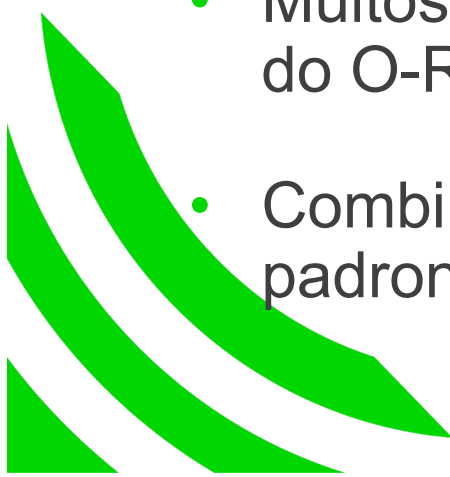


Testbed OpenRAN@Brasil



Desafios da escolha da pilha open RAN:

- Comunidades que desenvolvem em código aberto não possuem implementações completas de todas as interfaces O-RAN.
- Muitos fornecedores não adotaram todas as funcionalidades do O-RAN, especialmente as interfaces E2, A1 e O1
- Combinação de interfaces proprietárias com interfaces padronizadas pela O-RAN Alliance

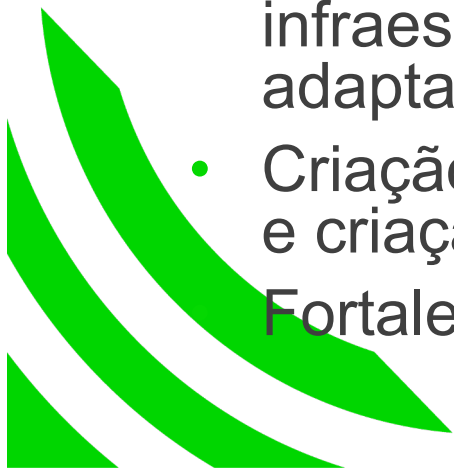


Considerações Finais



- Open RAN promete revolucionar como as redes são projetadas, implantadas e gerenciadas;
- Estímulo à concorrência e redução de custos;
- Potencial de levar conectividade de alta qualidade para áreas remotas e rurais, onde a infraestrutura é limitada;
- O projeto OpenRAN@Brasil tem o potencial de desenvolver uma infraestrutura de comunicação moderna e flexível, capaz de se adaptar rapidamente às demandas em constante evolução;
- Criação de oportunidades de negócio, exportação de tecnologia e criação de empregos qualificados;

Fortalecimento da capacidade de inovação do país.



Obrigado!

Maiores Informações

<http://openranbrasil.org.br>





GERCOM UFPA

Grupo de Estudos em Redes de Computadores e
Comunicação Multimídia da Universidade Federal do Pará



IX Fórum Regional Norte 2023

openRAN
BRASIL

Redes via Rádio Abertas e o Programa OpenRAN Brasil

Antônio J. G. Abelém

Em parceria com: Daniel A. L. Marques, Fernando N. N. Farias, Fuad M. A. Junior,
Daniel L. Feferman, Christian R. E. Rothenberg, José F. Rezende

JAI 2023: Desagregando e Softwarizando as Redes de Celulares e o Programa
OpenRAN Brasil - DOI: <https://doi.org/10.5753/sbc.12853.0.5>

RINP
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DO MCTI

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

cpqc