



**DOCUMENTO DE REQUISITOS TÉCNICOS  
PARA DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE  
REMOTA OPEN RAN ECOSSISTEMA  
NACIONAL**

**A2.1 – Requisitos de atores Ecosystema Nacional**

**OpenRAN@Brasil – Fase 2**

---

## Sumário

1	Introdução .....	8
2	Impacto do Open Ran no Mercado Nacional .....	9
3	Requisitos Mercado Nacional .....	9
3.1	Requisitos para cenários específicos .....	10
4	Considerações Finais .....	13
5	Referência bibliográfica .....	14
6	Histórico de alterações do documento consolidado .....	16
7	Execução e aprovação .....	17

### Acrônimos

3GPP	3rd Generation Partnership Project
ADC	Analog to Digital Converter
AFE	Analog Front End
ASIC	Application Specific Integrated Circuits
BF	Beamforming
C-Plane	Control Plane
CDR	Call Detail Record
CFR	Crest Factor Reduction
CP	Cyclic Prefix
CSI-RS	Channel State Information
DAC	Digital to Analog Converter
DDC	Digital Down Conversion
DFE	Digital Front End
DMRS	DeModulation Reference Signal
DPD	Digital PreDistortion
DUC	Digital Up Conversion
eCPRI	Enhanced Common Public Radio Interface
ERB	Base Station
EVM	Error Vector Magnitude
FDD	Frequency Division Duplexing
FFT	Fast Fourier Transform
FH	Front Haul
FPGA	Field Programmable Gate Array
FR1	Frequency Range 1 (sub 6GHz)
GNSS	Global Navigation Satellite System
IBW	Instantaneous Bandwidth

IFFT	Inverse Fast Fourier Transform
IP	Internet Protocol
LLS	Lower Layer Split
LNA	Low Noise Amplifier
LTE	Long Term Evolution (tecnologia 4G)
M-Plane	Management Plane
MAC	Medium Access Control
mMIMO	Massive Multiple Input Multiple Output
O-CU	O-RAN Central (Centralized) Unit
O-DU	O-RAN Distributed Unit
O-RAN	Open Radio Access Network
O-RU	O-RAN Radio Unit
OBW	Occupied Bandwidth
OFH	Open FrontHaul
PA	Power Amplifier
PBCH	Physical Broadcast Channel (blocks)
PCIe	Peripheral Component Interface (Interconnect) Express
PDCCH	Physical Downlink Control Channel
PDSCH	Physical Downlink shared channel
PHY	Physical Layer (ou L1)
PRACH	Physical Random Access Channel
PSS	Primary Synchronization Signal
PTP	Precision Time Protocol
PTRS	Phase Tracking Reference Signal
RE	Resource Element
RF	Radio Frequency
RoE	Radio over Ethernet

---

RRH	Remote Radio Head
RX	Receiver
S-Plane	Synchronization Plane
SLP	Serviço Limitado Privado (ou Privativo)
SMP	Serviço Móvel Pessoal (de operadora)
SSS	Secondary Synchronization Signal
SyncE	Synchronous Ethernet
TDD	Time Division Duplexing
TIP	Telecom Infra Project
TX	Transmitter
UDP	User Data Protocol
WG	Working Group

---

### **Tabelas**

Tabela 1: Questionário	09
Tabela 2: Faixas de frequência de operação para SMP	11
Tabela 3: Faixas de frequência de operação para SLP	12
Tabela 4: Requisitos Fundamentais do módulo O-RU7-2x	13

---

## Resumo

Este documento descreve os requisitos técnicos do ecossistema nacional para o desenvolvimento de uma unidade remota (RU) para implantação de operadoras de serviços 5G em suas redes móveis no contexto do projeto OpenRAN@Brasil – Fase 2. Espera-se que, ao disponibilizar o design desses produtos para a comunidade OpenRAN, o progresso do OpenRAN seja acelerado, reduzindo os recursos necessários de cada membro da comunidade para abordar cada produto individualmente.

## 1 Introdução

Open RAN (do inglês *Open Radio Access Network*, ou Rede de Acesso via Rádio Aberta) é uma abordagem aberta e software-defined para a construção de redes de acesso sem fio. Ele permite a utilização de componentes de hardware e software de diferentes fornecedores, aumentando a flexibilidade e a eficiência na implementação de redes móveis 5G. A abordagem Open RAN também incentiva a inovação e a competição no setor, contribuindo para a redução dos custos e melhorias na qualidade do serviço. Uma das principais iniciativas para promoção da abordagem Open RAN é a O-RAN Alliance, criada em 2018 como uma organização global sem fins lucrativos formada por operadoras de telecomunicações, fabricantes de equipamentos e empresas de tecnologia. A O-RAN Alliance tem como objetivo desenvolver e promover a adoção da arquitetura Open RAN nas redes móveis, garantindo a interoperabilidade, segurança e inovação no setor.

A O-RAN Alliance trabalha em colaboração com outras organizações e parceiros para definir padrões e diretrizes para a implementação de redes Open RAN. Um dos objetivos da O-RAN Alliance é especificar a arquitetura de uma rede Open RAN com os seus diferentes componentes Open RAN e as interfaces que os conectam, e para cada um dos componentes Open RAN, quais são as suas funcionalidades. Dentre estes componentes se encontra a *unidade de rádio* (do inglês Radio Unit - RU) Open RAN, conhecida como O-RU e definida como um nó lógico que hospeda tanto a parte “baixa” da camada física (Low-PHY) quanto o processamento de radiofrequência (RF) com base em uma divisão funcional da camada inferior. A O-RU é semelhante ao *Transmission and Reception Point (TRP)* ou *Remote Radio Head (RRH)* do 3GPP, sendo mais claramente especificado pela O-RAN Alliance ao incluir a camada Low-PHY, que abrange por exemplo a transformada (direta e inversa) rápida de Fourier (FFT/iFFT) e a decodificação de sinais de acesso aleatório como e.g. PRACH.

Visando a coleta de dados do ecossistema nacional, foram elaborados questionários, com o objetivo de identificar oportunidades de mercado e especificações tecnológicas específicas de indústrias fabricantes, operadoras de telecomunicações, ISPs, setor público, demandantes de redes privadas para o mercado interno.



## 2 Impacto do Open Ran no Mercado Nacional

Durante o evento da Futurecom 2022, houve um debate sobre o tema do impacto que a tecnologia Open RAN pode ter no mercado de telecomunicações no Brasil, onde podemos dizer que esta tecnologia promete trazer grandes transformações. Além disso, em evento recente promovido pela Anatel em 10 de Fevereiro de 2023, foi apresentado o resultado de um estudo sobre valores agregados pelo Open RAN ao mercado de serviços de telecomunicações brasileiro, o que indica que a maior parte dos atores do ecossistema questionados respondeu positivamente quanto às expectativas de uso da tecnologia Open RAN no Brasil. Em especial, os entrevistados pela Anatel indicam que o Open RAN poderá gerar valor agregado no mercado de telecomunicações, principalmente na produção de softwares e aplicativos (implementação e solução).

A tecnologia Open RAN deve abrir inúmeras oportunidades às empresas brasileiras, em vários setores como telecomunicações segundo Marcia Ogawa da Deloitte. Em especial, a abertura tecnológica que o Open RAN traz com o uso de interfaces abertas e componentes de *software* de código aberto deve permitir o sucesso dos nichos, aumentando as chances de pequenas e médias empresas nacionais atuarem no segmento de telecomunicações e oferecerem um bom serviço para o consumidor final. Outros setores da economia podem ser beneficiados com o Open RAN, uma vez que o ecossistema permitirá que (a) redes privadas sejam criadas com uma melhor automação para Indústrias 4.0, e (b) aumento de acesso à Internet privada nas áreas rurais e interiores mais remotos do Brasil. Por fim, o ecossistema nacional deve gerar um valor agregado não apenas no setor de telecomunicações, mas também em setores de infraestrutura, saúde e agronegócio.

A nova arquitetura de rede vai influenciar positivamente os serviços de telecomunicações reduzindo custos para o consumidor, visto que outra mudança prevista é a redução na quantidade de equipamentos na rede, com o processo de virtualização, além do aumento de competitividade com a entrada de novas empresas no ecossistema.

A Tecnologia está em um estágio inicial de desenvolvimento no Brasil e o Projeto OpenRan@Brasil pretende ajudar a fomentar a indústria nacional para o desenvolvimento de produtos nacionais que atendam as demandas das grandes operadoras do país.

## 3 Requisitos Mercado Nacional

As especificações descritas neste documento visa complementar os requisitos do Relatório OpenRAN\_Brasil\_Requisitos\_V1.pdf. Abaixo, descrevemos os requisitos levantados junto ao ecossistema nacional.

Durante o primeiro trimestre de 2023, foram definidos pelos ICTs envolvidos no Projeto Open Ran @Brasil Fase 2, um questionário que foi enviado a operadoras e fabricantes nacionais com intensão de obter requisitos para o direcionamento de desenvolvimentos de O-RAN com requisitos locais.

O questionário foi dividido em dois tipos de perguntas, perguntas técnicas de perguntas referentes ao negocio ou mercado.

A tabela abaixo apresenta as questões enviadas as operadores e fabricantes nacionais:

**Tabela 1 - Questionário**

Pergunta	Tipo
Pretende investir em OpenRAN? Em caso afirmativo, em que prazo (anos)?	Mercado
Com relação as Radio Unit (RU), qual a banda de operação?	Técnica
Número de portas de TX e RX?	Técnica

Potência de TX por antena?	Técnica
Múltiplas bandas de operação? Quais bandas?	Técnica
Qual o preço alvo?	Técnica
Modo de Duplexação-?	Técnica
Configuração da antena (xTyR)- ?	Técnica
Normas mínimas aplicáveis para compatibilidade eletromagnética (EMC/EMI)- ?	Técnica
Faixa de temperatura de Operação desejada- ?	Técnica
Sensibilidade do Rádio prevista min. desejada (@temp amb.)- ?	Técnica
Modo de Resfriamento (Ventilação Natural ou Forçada)- ?	Técnica
Banda mínima IBW & OBW- ?	Técnica
Suporte a agregação de portadoras (Intra-frequency e Inter-frequency) ? Se sim, número máximo de portadoras agregadas em NSA/SA?	Técnica
Qual a taxa de dados de pico?	Técnica
Qual taxa de dados mínima de garantia?	Técnica
Qual a necessidade de tráfego para usuários nas regiões atendidas?	Técnica
Qual a velocidade máxima (em Km/h) para aplicações móveis?	Técnica
Há necessidade de suporte para MTC?	Técnica
MTC: Densidade de dispositivos por área?	Técnica
MTC: Qual a distância máxima de cobertura?	Técnica
MTC: Taxa de dados mínima garantida.	Técnica
Há necessidade de suporte para URLLC?	Técnica
URLLC: Qual a latência desejada?	Técnica
URLLC: Taxa de dados mínima garantida.	Técnica
URLLC: Percentual de disponibilidade.	Técnica
Espera que a RU suporte Multi-RAT? Em caso afirmativo, com quais tecnologias (GSM, 3G WCDMA, 4G LTE)	Técnica
Aquisição de RU para instalação em locais sem cobertura ou para locais em que já existe cobertura de outras tecnologias?	Técnica
Além ou fora das regulamentações da Anatel, que outras normas e regulamentações deseja que a RU atenda?	Técnica
Pretende investir em Open RAN?	Mercado
Quais novos mercados / agro, redes privadas, energia, outros ?	Mercado
Qual o tamanho, potencial, dos mercados?	Mercado
Existe interesse em redes privadas na área de energia?	Mercado
Em redes privadas qual o maior potencial?	Mercado
Features de produto	Mercado
Financiamento para compra, dinheiro privado ou subsídeo do governo?	Mercado
Qual a estratégia para a entrada no mercado?	Mercado
O que levaria a comprar a nossa RU?	Mercado

### 3.1 Requisitos para cenários específicos

Nesta fase, foi possível verificar que o ecossistema nacional trás requisitos para a O-RU de dois tipos de serviços, já regulados pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). O primeiro deles é o SMP, definido como um serviço de telefonia móvel que permite a comunicação pessoal entre os assinantes, através de dispositivos móveis, com acesso à rede de telecomunicações. Este serviço é regulado pela Anatel no Brasil e é oferecido por diversas operadoras de telecomunicações. Além dele, existe também o SLP, que é definido como um serviço de telecomunicações que permite a comunicação entre usuários que pertencem a uma mesma organização, usando meios próprios de comunicação, sem acesso à rede pública de telecomunicações. Abaixo, descrevemos em maiores detalhes os casos de uso dos serviços SMP e SLP a serem cobertos pela O-RU.

### 3.1.1 Serviço Móvel Pessoal (SMP)

O foco principal da O-RU especificada por este documento para SMP é o cenário “outdoor macro”, com um foco secundário no cenário “outdoor micro” operando em faixas de frequência sub-6 GHz. Outros dois cenários antevistos para serviço SMP são o “indoor macro” e “indoor micro”, ambos compreendendo ERBs instaladas dentro de edifícios, e que não estão previstos para serem cobertos pela O-RU especificada neste edifício.

Com relação à faixa de operação em radiofrequência, a O-RU deve suportar a operação na faixa de operação N40, tabela 2, em radiofrequência outorgada pela Anatel para operação de SMP, de modo que ela possa ser instalada e operada por qualquer operadora de SMP no Brasil.

**Tabela 2 - Faixas de frequência de operação para SMP**

BANDA DE OPERAÇÃO	BANDA DE DL [MHz]	BANDA DE UL [MHz]	BANDA TOTAL [MHz]	UTILIZAÇÃO E LARGURA DE BANDA [MHz]	NOTAS
40 (TDD, LTE/5G)	2300 - 2400	2300 - 2400	2300 - 2400	40 e 50 (100)	

### 3.1.2 Serviço Limitado Privado (SLP)

O SLP é destinado a atender às necessidades de comunicação interna de empresas, instituições, entre outros, e é regulado pela Anatel no Brasil. O SLP é diferente do SMP, pois o primeiro não oferece acesso à rede pública de telecomunicações e, portanto, não permite a comunicação com outros usuários que não pertençam à mesma organização. Além disso, o SLP não requer a contratação de uma operadora de telecomunicações, pois as organizações podem usar sua própria infraestrutura para prestar o serviço. No entanto, organizações que desejem operar redes para serviço SLP devem antes disso solicitar direitos de uso de faixas do espectro eletromagnético junto à Anatel.

O foco principal para SLP é novamente o cenário “outdoor macro” operando em FR1, no que se refere a uma rede de telecomunicações que fornece cobertura para uma área externa de grande extensão de uma organização, como um parque industrial, uma fazenda, uma universidade, entre outros. As redes SLP “outdoor macro” geralmente requerem a instalação de estações base, torres e outros equipamentos para garantir a cobertura adequada da área externa da organização.

A O-RU deve possuir um foco secundário no cenário “outdoor micro” também operando em FR1, que fornece cobertura para uma pequena área externa, geralmente com limitadas demandas de serviços de voz e dados. Nesse cenário, a rede SLP é projetada para atender às necessidades de comunicação de um pequeno número de usuários da organização e com cobertura limitada. Embora os cenários indoor (tanto macro quanto micro) dentro de edifícios também são muito importantes para SLP, estes não serão o foco da O-RU aqui especificada.

Com relação às faixas de operação em radiofrequência, não obtivemos nenhum requisito de faixa de operação em radiofrequência outorgadas pela Anatel para operação de SLP, de modo que ela possa ser instalada e o serviço SLP possa ser operado por qualquer organização no Brasil. É importante deixar claro que a organização que operará o SLP não precisa adquirir a faixa de frequência, mas deve requerer o uso em local especificado, pagando taxas para a Anatel no início e na manutenção anual de uso. A operação de SLP

também requer inspeção periódica (*site survey*) de alguém credenciado pela Anatel após a instalação do equipamento. No momento, o Brasil possui 8 faixas de operação regulamentadas pela Anatel, e a Tabela 3 a seguir apresenta as faixas de frequência disponíveis, conforme regulamentação da Anatel.

**Tabela 3 - Faixas de frequência de operação para SLP**

BANDA DE OPERAÇÃO	BANDA DE DL [MHz]	BANDA DE UL [MHz]	BANDA TOTAL [MHz]	UTILIZAÇÃO E (LARGURA DE BANDA) [MHz]	NOTAS
Anatel resolução 555	245 - 270	225 - 245	225 - 270	10 + 10 (45)	Não padronizada pela 3GPP
87 (FDD, LTE)	420 - 425	410 - 415	410 - 425	5 + 5 (15)	Em fase final para disponibilização
28 (FDD, LTE/5G)	758 - 763	703 - 708	703 - 763	5 + 5 (60)	Para segmento de infraestrutura
50 (TDD, LTE/5G)	1487 - 1517	1487 - 1517	1487 - 1517	30	
40 (TDD, LTE/5G)	2390 - 2400	2390 - 2400	2390 - 2400	10	
53 (TDD, LTE/5G)	2485 - 2495	2485 - 2495	2485 - 2495	10	
43 (TDD, LTE)	3700 - 3800	3700 - 3800	3700 - 3800	100	

Ref. Outdoor Micro Cell (O-RAN White Box HW WG7.OMC-HAR.0-R003-v02.00)

Nota: Nenhum comentário sobre Multi-modos relativos à Micro Cell.

### 3.1.3 Requisitos sobre a capacidade de Beamforming.

Há três tipos de beamforming utilizados na tecnologia 5G: analógico, digital e híbrido. O tipo analógico usa o mesmo sinal para alimentar cada antena e, então, deslocadores de fase analógicos são utilizados para apontar o feixe do arranjo. Deste modo, a eletrônica para formar o feixe é mais simples e de baixo custo, mas a maior limitação é não haver a possibilidade de formar múltiplos feixes. O tipo digital usa sinais diferentes para alimentar cada antena e permite utilizar multiplexação espacial direcionando feixes independentes em direções diferentes. Porém, o custo deste tipo é maior e tem implementação eletrônica mais complexa. O tipo híbrido combina os dois tipos anteriores no sentido de equilibrar custo e flexibilidade no apontamento de feixes em direções diferentes.

A unidade remota deve suportar funções de beamforming descritas na Tabela 4.

**Tabela 4 - Requisitos para as funcionalidades de beamforming da O-RU 7.2x**

Unidade	Requisito
Beamforming de antena 3D	Suporte para beamforming na horizontal e vertical
Calibração	Suporte de calibração para Beamforming Tx/Rx
Beamforming Technique	SRS based beamforming, Rel. 15 CSI-RS based Beamforming, Class B Type 1, Hybrid SRS+CSI-RS based beamforming
Beamforming on control channel	5G NR shall support beamforming on control channel per user with switched beamforming

#### 4 Considerações Finais

Não há uma especificação exata de como um questionário deve ser elaborado, mas há boas práticas que devem ser seguidas para a boa elaboração das perguntas e assim conseguir o nível de resposta que contribua efetivamente com a pesquisa.

Diante deste cenário, o questionário elaborado teve como objetivo identificar a e apontar as especificações específicas para o desenvolvimento de uma O-Ran nacional.

O ecossistema Open RAN deve gerar um valor agregado para o setor extremamente positivas assim como ha outros setores e cadeias produtivas da economia brasileira.

O questionário foi enviado para as seguintes instituições:

- 5 Operadoras;
- 5 Fabricantes;

A adesão foi muita baixa de retornos sendo possível apenas ter duas respostas e reuniões com fabricantes.

## 5 Referência bibliográfica

[1] Ref. Anatel: *Panorama\_Relatorio\_de\_Radiofrequencia\_2021\_final\_ATC\_v2*

Disponível em: < [https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/relatorios-de-acompanhamento/2021#R2021\\_46](https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/relatorios-de-acompanhamento/2021#R2021_46) >. Acesso em: 03 de Abr. de 2023.

[2] Rede Privativa Ref Anatel. Disponível em:

<<https://sistemas.anatel.gov.br/anexar-api/publico/anexos/download/bea420272ee3745f8573d9d1cd220348>>. Acesso em: 31 de mar. de 2023.

[3] O-RAN Alliance WG1, ed. 2022. “O-RAN Architecture Description.” 7.0.

Disponível em: <<https://orandownloadsweb.azurewebsites.net/specifications>>.

Acesso em: 31 de mar. de 2023.

[4] Projeto OpenRAN @Brasil Fase 2, ed. 2022. Disponível em:

<<https://ppi.facti.com.br/validacao.html>>. Acesso em: 31 de mar. de 2023.

[5] ETSI TS 138 104 V15.7.0 (2019-10). 5G;. NR;. Base Station (BS) radio transmission and reception. (3GPP TS 38.104 version 15.7.0 Release 15).

Disponível em:

<[https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/138100\\_138199/138104/15.07.00\\_60/ts\\_138104v150700p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138100_138199/138104/15.07.00_60/ts_138104v150700p.pdf)>. Acesso em: 03 de Abr. de 2023

[6] FUTURECOM Digital, Open RAN: uma estrada que precisa ser construída por todos. Disponível em: <<https://digital.futurecom.com.br/o-futurecom/open-ran-uma-estrada-que-precisa-ser-construida-por-todos>>. Acesso em: 03 de Abr. de 2023

[7] Convergência Digital, Avanço lento do Open RAN é chance para o Brasil.

Disponível em: <<https://www.convergenciadigital.com.br/Telecom/Avanco-lento-do>>



---

**6 Histórico de alterações do documento consolidado**

<b>Data de emissão</b>	<b>Versão</b>	<b>Descrições das alterações realizadas</b>
Mar/23	AA	Criação de documento de especificações Ecossistema Nacional



## 7 Execução e aprovação

**Elaborado por:**

Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD)  
Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações  
Instituto de Pesquisas Eldorado - CAMPINAS

**Revisado por:**

Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD)  
Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações  
Instituto de Pesquisas Eldorado - CAMPINAS

**Aprovado por:**

Rede Nacional de Ensino e Pesquisa

Data da emissão: 03/04/23