

Tendências para a próxima geração celular - 5G

Juliano J. Bazzo



Agenda



- Motivação
- Roadmap: do 4G ao 5G
- Principais Tecnologias
- Tecnologia Nacional 4G/LTE
- Conclusão

Evolução histórica



Substituição
de importações

Integração competitiva
internacional

Criação da
TELEBRÁS

TELEBRÁS
cria CPqD

Abertura
comercial

Privatização
TELEBRÁS
e CPqD

Criação de
empresas

Internacionalização

Novos
mercados

CPqD autônomo

1972

1976

1990

1998

2015...

Fundação de direito privado

- Flexibilidade
- Superavit reinvestido

Inovação no Centro da Estratégia



Instalações do CPqD – Campinas/SP

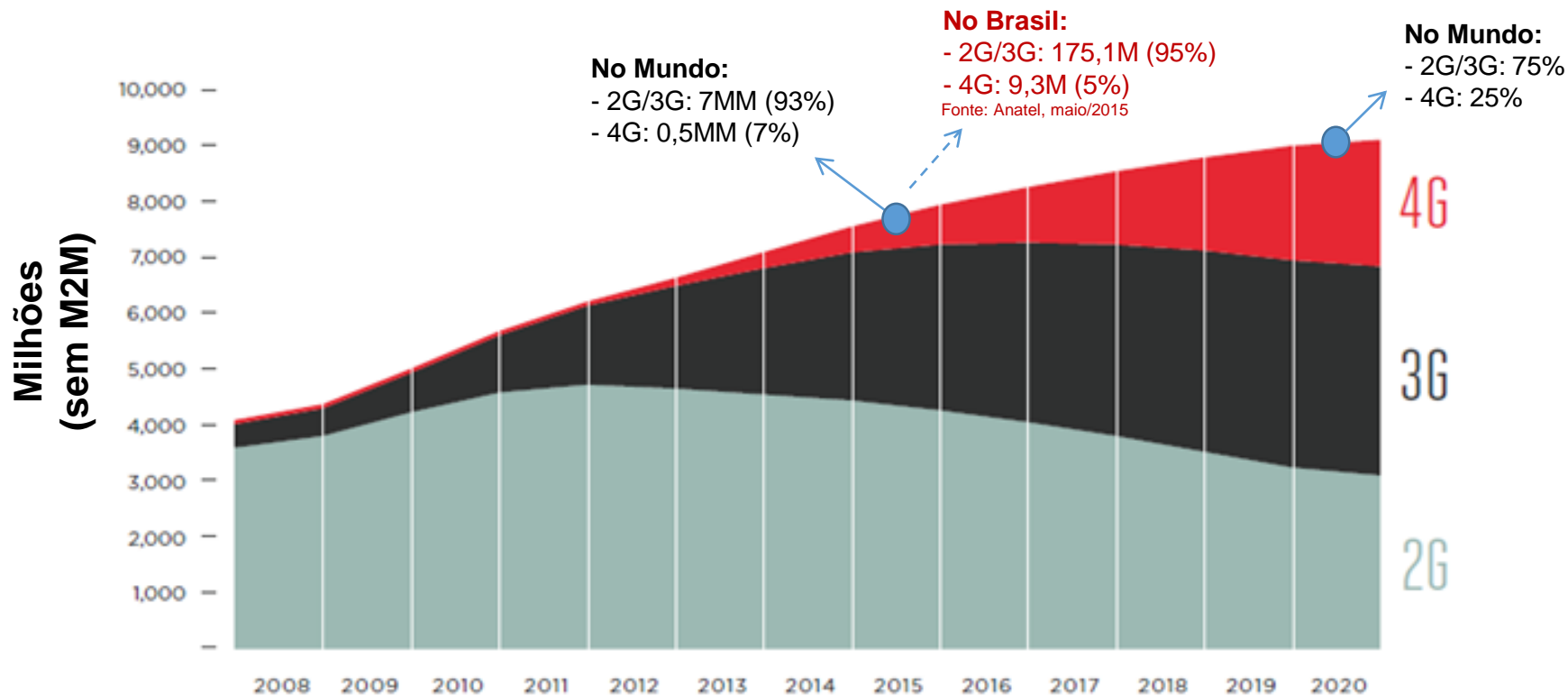
Universo CPqD





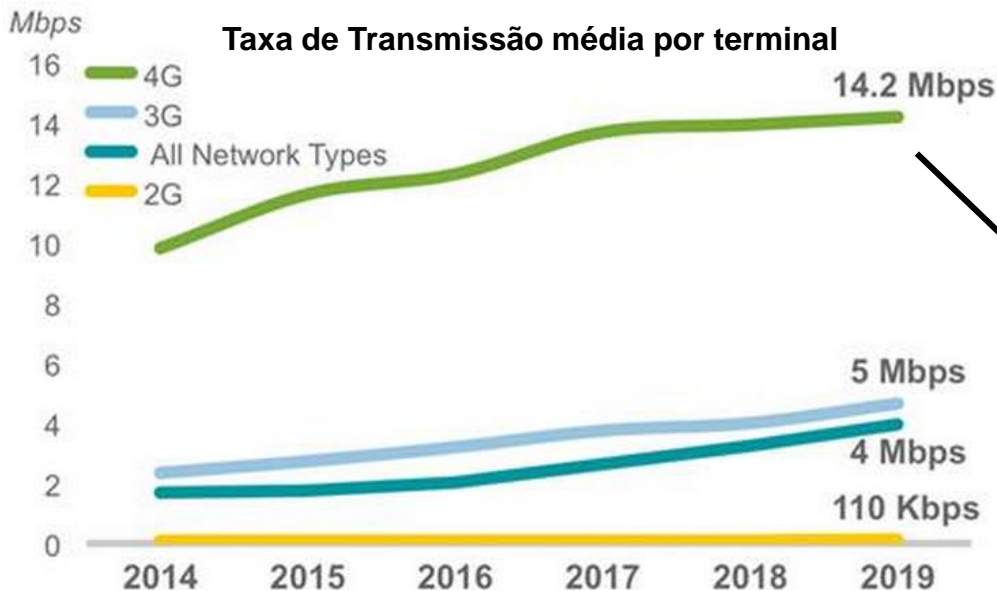
Evolução para o 5G: Motivação

Expectativa de Crescimento de Conexões 2G/3G/4G



Fonte: GSMA, 2014

Taxa de Transmissão por Tecnologia



Fonte: Cisco VNI Mobile, 2015

Velocidade média fim-a-fim do 4G por terminal será quase 3 vezes maior do que o 3G.

Essa taxa **não representa a capacidade** da tecnologia, pois diversos aspectos precisam ser considerados como:

- Backhaul;
- Espectro disponível;
- Número de terminais por célula;
- Ambiente de propagação.

Desafios para as Operadoras:

Necessidade de:

- + espectro
- + investimento no acesso e no bachaul



Receitas irão crescer mais lentamente



Custos precisam ser otimizados



Expectativa de Cronograma para 5G



LTE-A

3GPP: responsável pela padronização das comunicações móveis. Está vinculado ao ETSI e atualmente conta com mais de 450 membros (empresas).

5G Research, Initiatives and Partnerships

5G Standardization

5G Product Technology

5G Commercial Deployment

2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2022

Rel-12

Rel-13

Rel-14



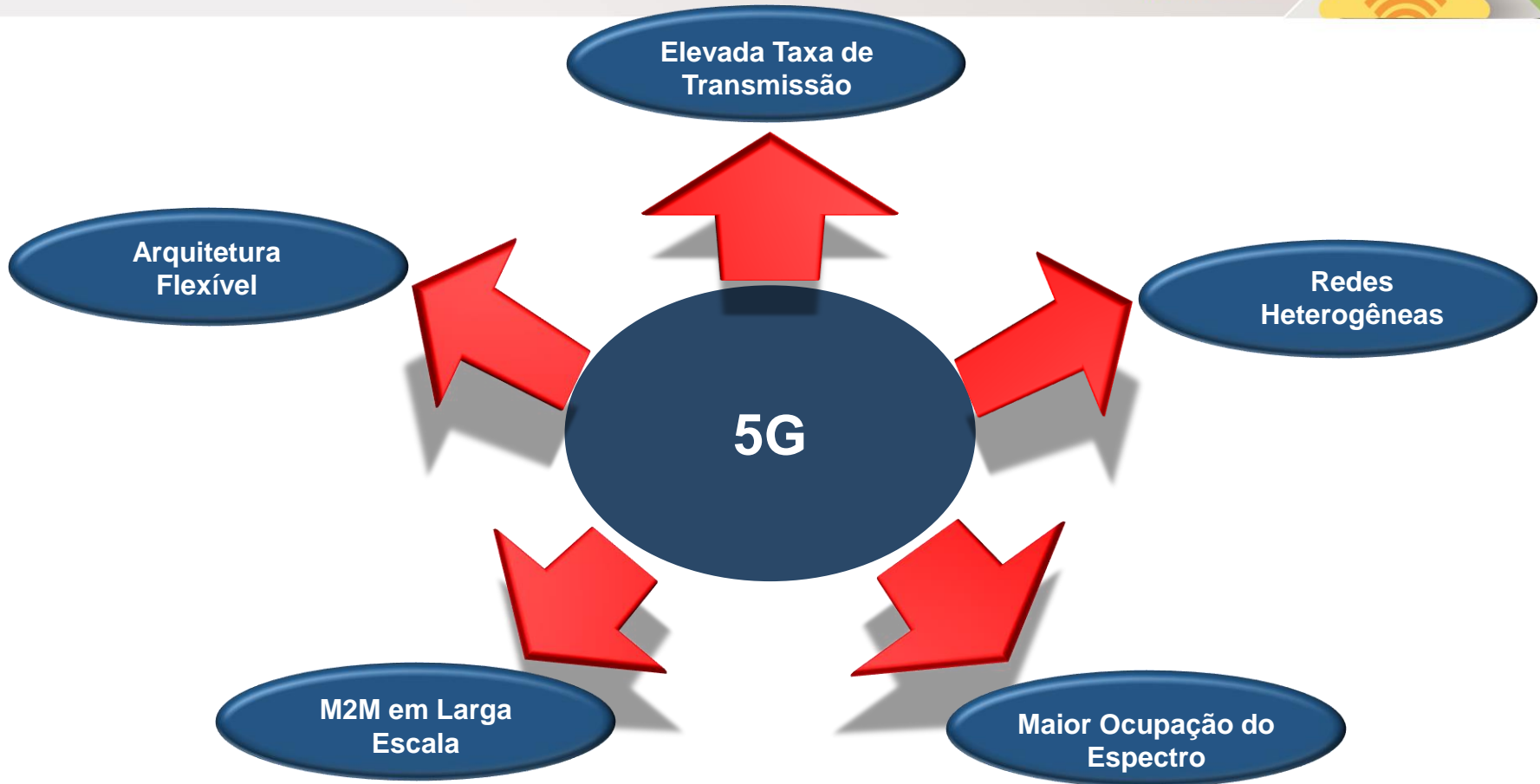
ITU WRC



IMT-2020 (5G)

WRC: World Radiocommunication Conference
IMT: International Mobile Telecommunications

Tendências para o 5G



Principais Tecnologias para o 5G



Elevada Taxa de Transmissão

- **Massive MIMO / High Order MIMO**
- Ondas Milimétricas
- Novas formas de onda

Redes Heterogêneas

- Small Cell
- Coordenação entre os nós
- Self Organizing Networks (SON)
- Maior integração entre acesso e backhaul

Maior Ocupação do Espectro

- Agregação de Portadoras
- **Operação em Bandas ISM**
- Operação em Ondas Milimétricas
- Rádio Cognitivo

M2M em Larga Escala

- Comunicação Device-to-Device (D2D)
- Baixo consumo de energia
- Machine Type Communication (MTC)
- Operação otimizada em bandas Sub-1 GHz

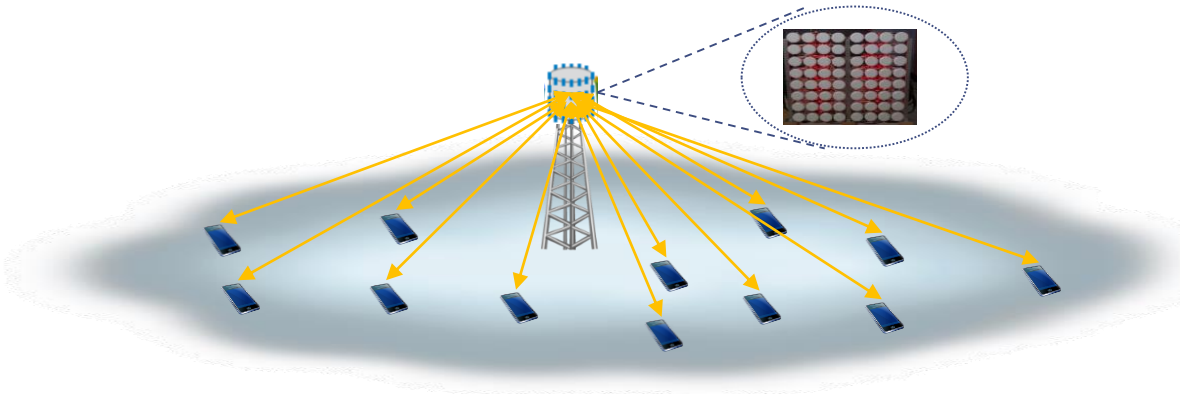
Arquitetura Flexível

- **Cloud-RAN**
- Software Defined Networks (SDN)
- Network Function Virtualization (NFV)



Elevada Taxa de Transmissão

Massive MIMO



- ✓ Array com centenas de elementos
- ✓ Operação em frequências > 10 GHz
- ✓ Aumento de capacidade



Desafios

- ✓ Acoplamento mútuo das antenas
- ✓ Modelos de propagação
- ✓ Projeto complexo do hardware de RF
- ✓ Estimação do canal
- ✓ Infraestrutura de instalação

Projeto complexo da antena e dos circuitos de RF => Elevado Custo!

High Order MIMO



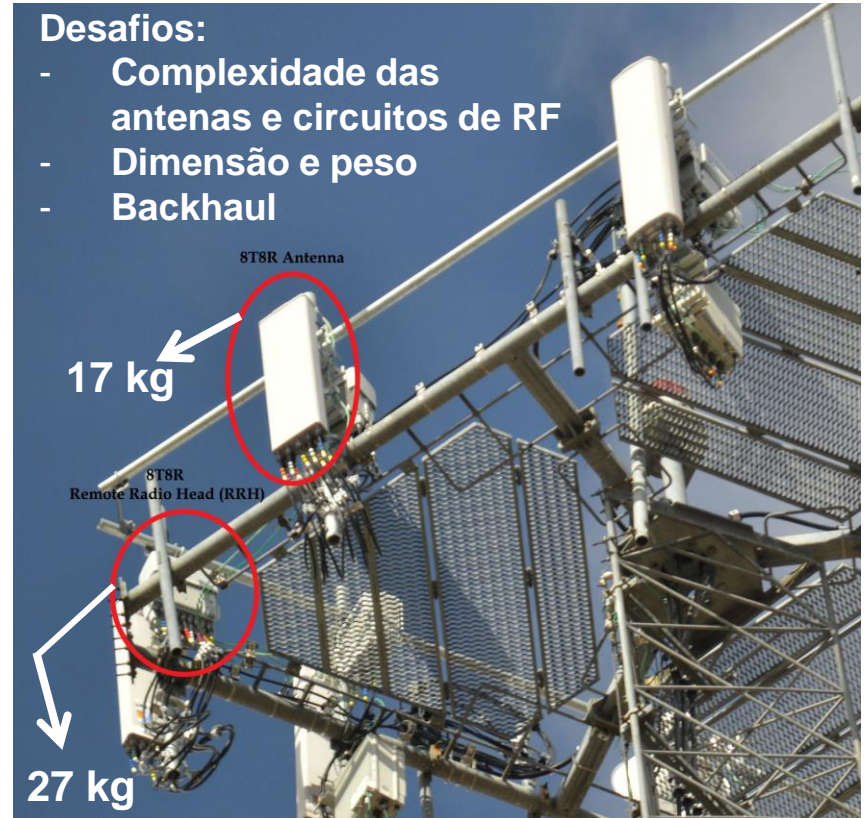
- ✓ Número de antenas inferior ao MIMO Massivo (<100)
- ✓ Operação < 6 GHz



- ✓ Primeiro deployment 8T8R: Final de 2014
- ✓ Operação < 6 GHz
- ✓ Smartphones mais avançados: MIMO 4x4

Desafios:

- Complexidade das antenas e circuitos de RF
- Dimensão e peso
- Backhaul





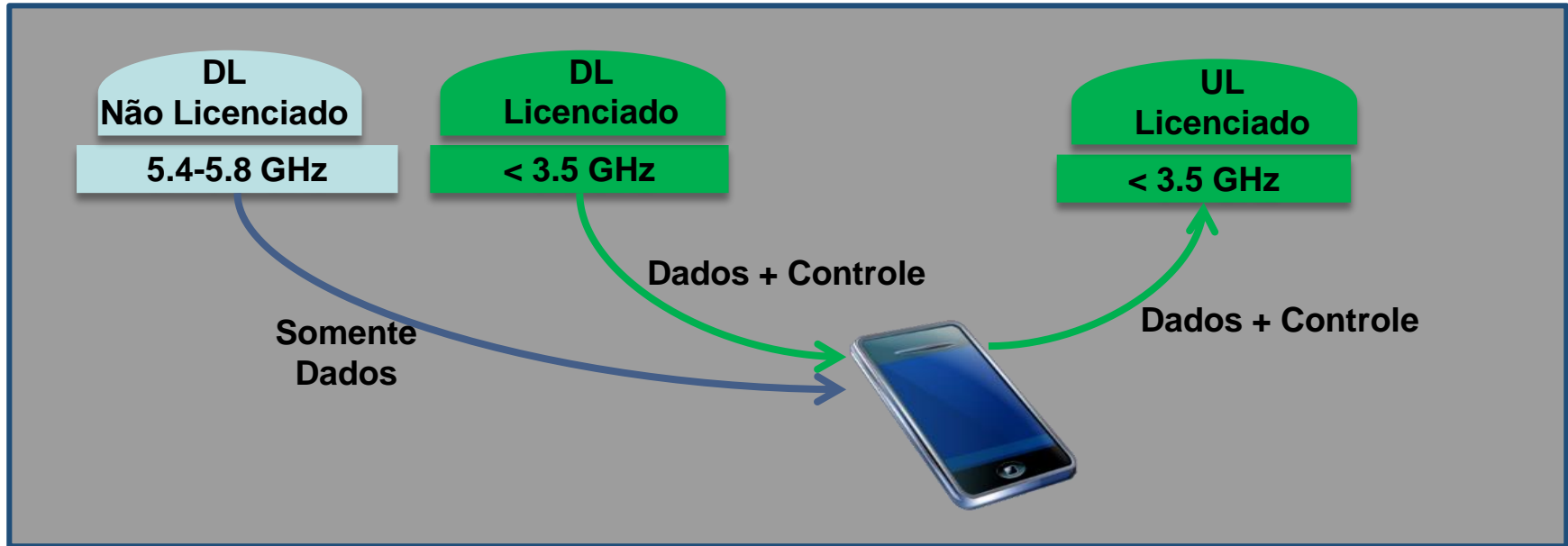
Maior Ocupação do Espectro

LTE Não Licenciado



✓ Aprovado no 3GPP Release 13

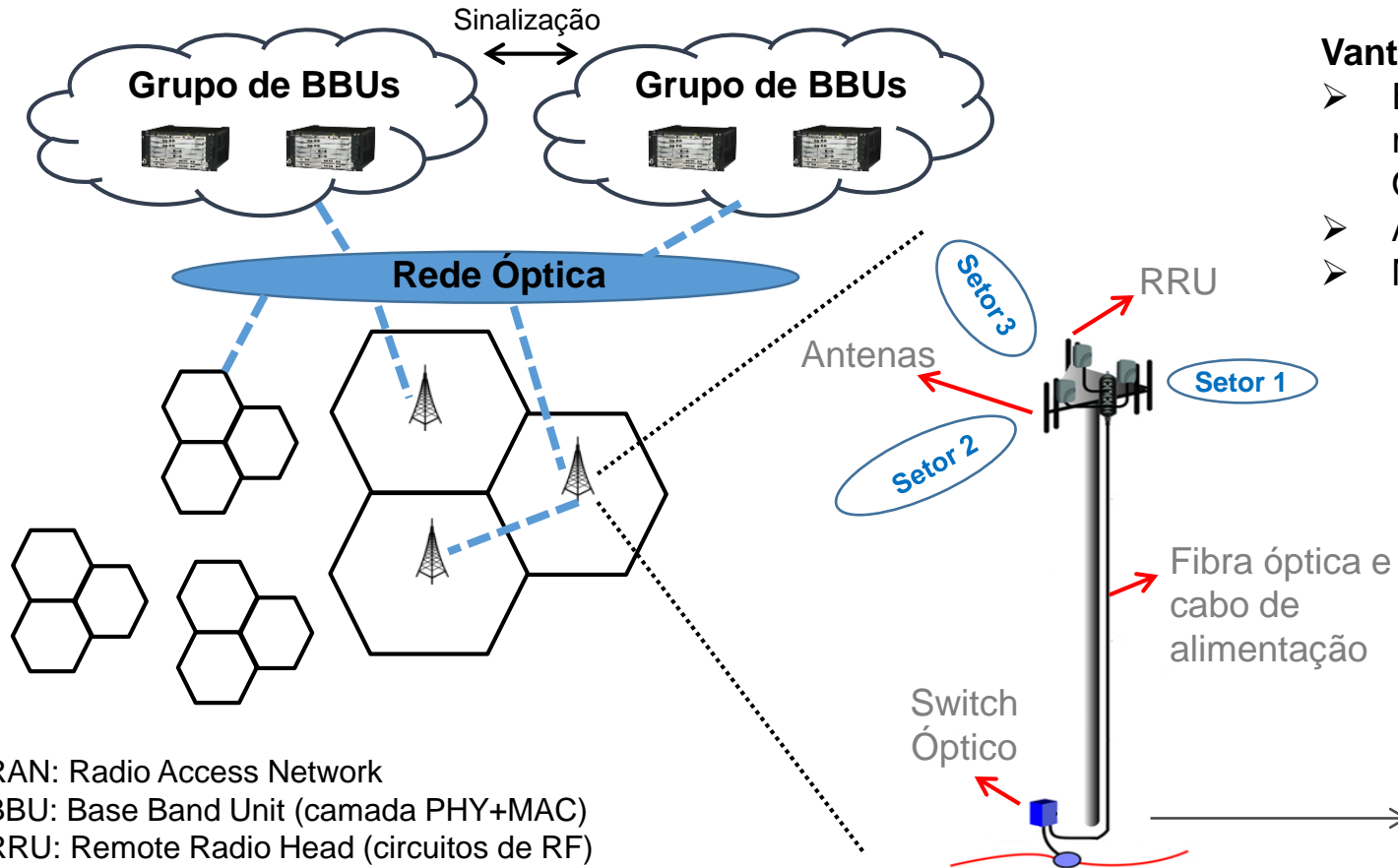
Proposta: Agregação de portadora entre as bandas





Arquitetura Flexível

Arquitetura Cloud-RAN



Vantagens:

- Eficiência energética e redução de CAPEX e OPEX
- Aumento de capacidade
- Maior flexibilidade

No modelo tradicional, a BBU fica na base da torre, exigindo maior investimento em infraestrutura e operação.



RAN: Radio Access Network
BBU: Base Band Unit (camada PHY+MAC)
RRU: Remote Radio Head (circuitos de RF)



Tecnologia Nacional 4G/LTE

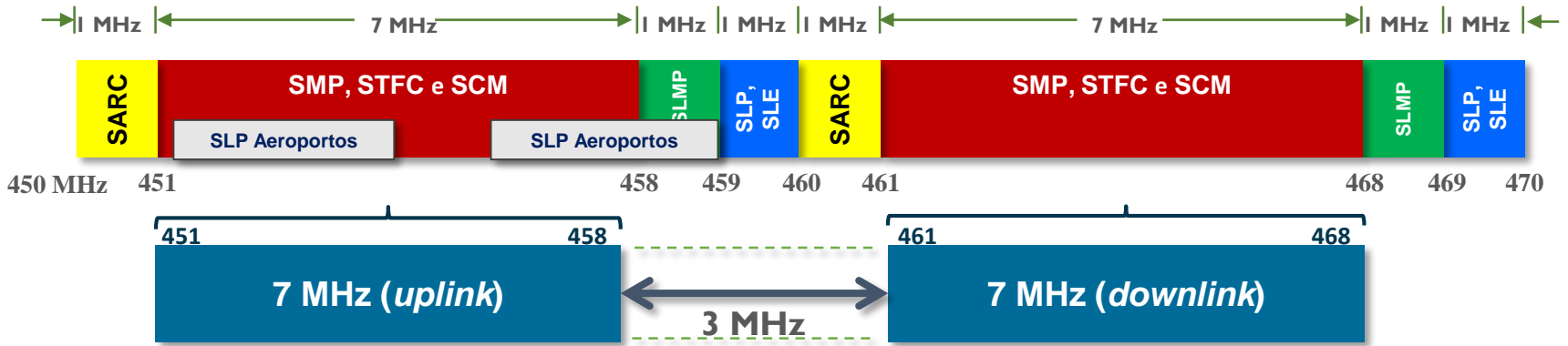


1. Solução LTE 450 MHz

Canalização da faixa de 450 MHz



Resolução Anatel 558 / 2010.



Exigências do edital do 4G no Brasil para os sistemas operando em 450 MHz (ANATEL, 2012)

Prazo	% de municípios atendidos	Taxa (download)	Taxa (upload)
30/06/2014	30	256 kbps	128 kbps
31/12/2014	60	256 kbps	128 kbps
31/12/2015	100	256 kbps	128 kbps
31/12/2017	100	1 Mbps	256 kbps

- Leilão do 4G / 2012
- Cobertura de 30 km;
 - Atender todas as escolas rurais.

Fonte: Artigo "Avaliação de desempenho do sistema LTE em 450 MHz para diferentes antenas de terminal", Caderno de Tecnologia do CPqD.



3GPP TSG RAN Meeting #57
Chicago, USA, **Sep. 4 - 7, 2012**

RP-121414

Source: Alcatel Lucent, **CPqD**, EADS, HiSilicon, Huawei, Mediatek, NEC,
Nokia, Nokia Siemens Networks, Qualcomm Inc., Samsung,
Telecom Italia, ZTE, Motorola Solutions

Title: New work item proposal: Introduction of **LTE 450 in Brazil** - Feature

Agenda item: 13.1

Document for: Approval

3GPP TR 36.840 v1.0.1 (2013-06)

Technical Report

3GPP™ Work Item

For guidance, see [3GPP Working Procedure](#)

**3rd Generation Partnership Project;
Technical Specification Group Radio Access Networks;
LTE 450 MHz in Brazil Work Item Technical Report
(Release 12)**



Equipamentos LTE 450 MHz



Estação Rádio Base 4G



Terminal 4G
Indoor

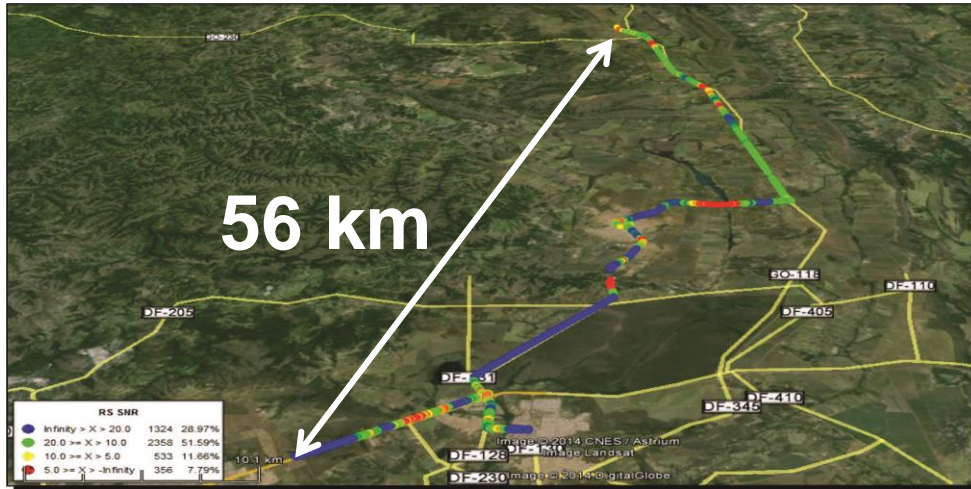


Terminal 4G
Outdoor

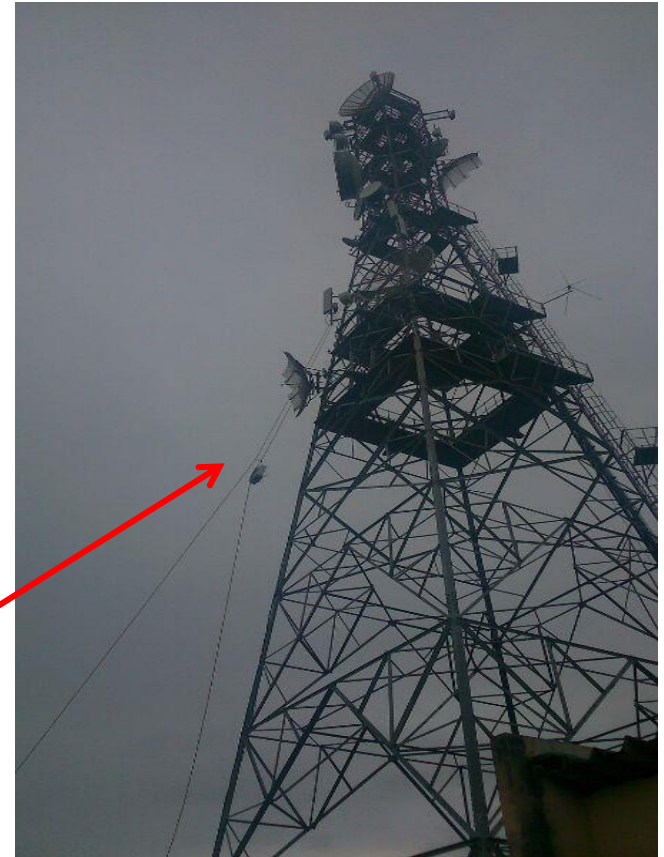


Testes em Campo LTE 450 MHz

- **Localidade do Trial:** Sobradinho-DF / Brasil
- **Data:** Abril-2014
- **Tecnologia:** LTE CPqD / Trópico



Instalação da eNodeB LTE 450 MHz



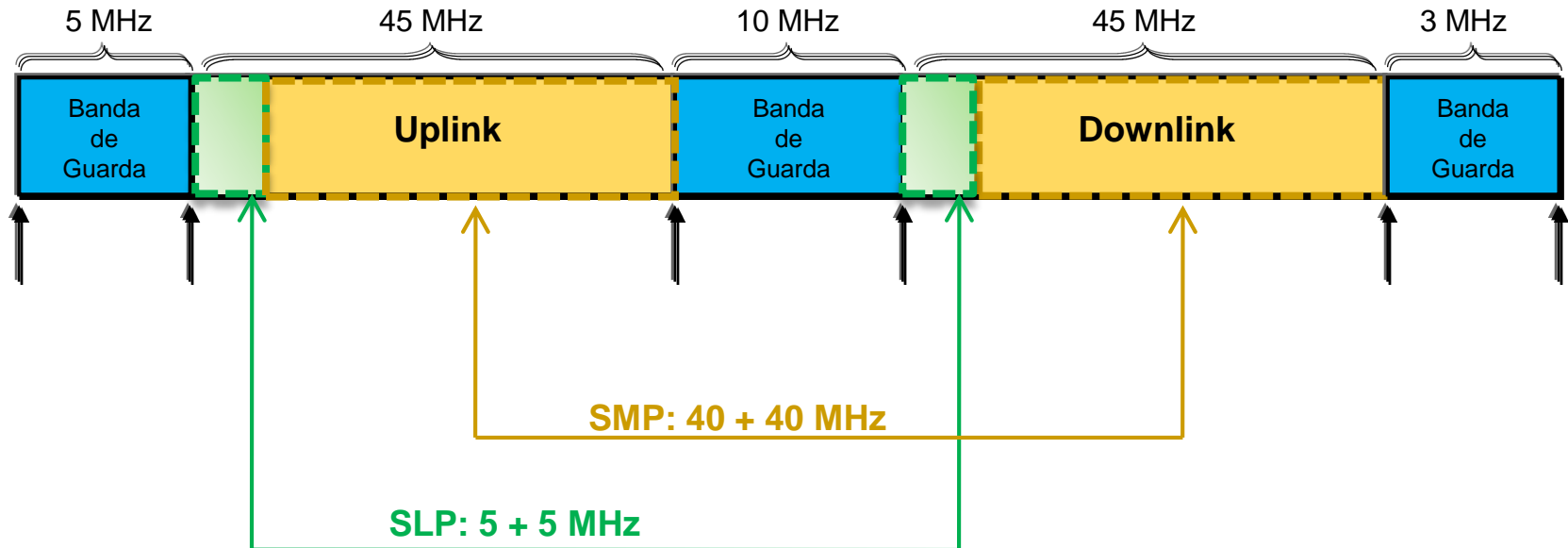


2. Solução LTE 700 MHz

Canalização da faixa de 700 MHz



- ❖ Recomendação UIT-R 1036-4 aprovada em 03/2012.
- ❖ Resolução Anatel N° 625, 11 de novembro de 2013.
- ❖ Padronização LTE 3GPP **Banda 28**



Equipamentos LTE 700



Estação Rádio Base 4G



Terminal 4G
Indoor



Terminal 4G
Outdoor

Demonstração LTE 700



TECNOLOGIA

teletime

CPqD demonstra LTE em 700 MHz com tecnologia nacional

sexta-feira, 29 de maio de 2015 , 14h25 | **POR REDAÇÃO**

O CPqD apresentou aos envolvidos na implantação do Sistema Nacional de Comunicações Críticas (SISNACC) na quinta-feira, 28, uma solução de LTE/4G para a frequência de 700 MHz com equipamentos desenvolvidos nacionalmente em parceria com a brasileira Trópico.



Conclusões



- A implantação comercial das redes 5G deverá ocorrer somente a partir de 2020.
- O aumento de tráfego e do número de dispositivos (M2M) irão guiar a evolução do 5G.
- Novos modelos de negócio serão necessários para suportar os investimentos na rede de acesso, backhaul e núcleo.
- Tecnologia nacional LTE/4G disponível para o mercado enquanto o 5G encontra-se em fase de pesquisa.



Ministério da
Cultura

Ministério da
Saúde

Ministério da
Educação

Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA



FORUM **RNP** 2015

mobilidade

Juliano J. Bazzo

jbazzo@cpqd.com.br

Fone: + 55 19 99776-8074

