

# VISÃO DE PLANEJAMENTO E PROJETO NO 5G

UTC – Workshop Infraestrutura 5G

08 de Agosto de 2019

Eduardo L. Naka – [naka@celplan.com.br](mailto:naka@celplan.com.br)

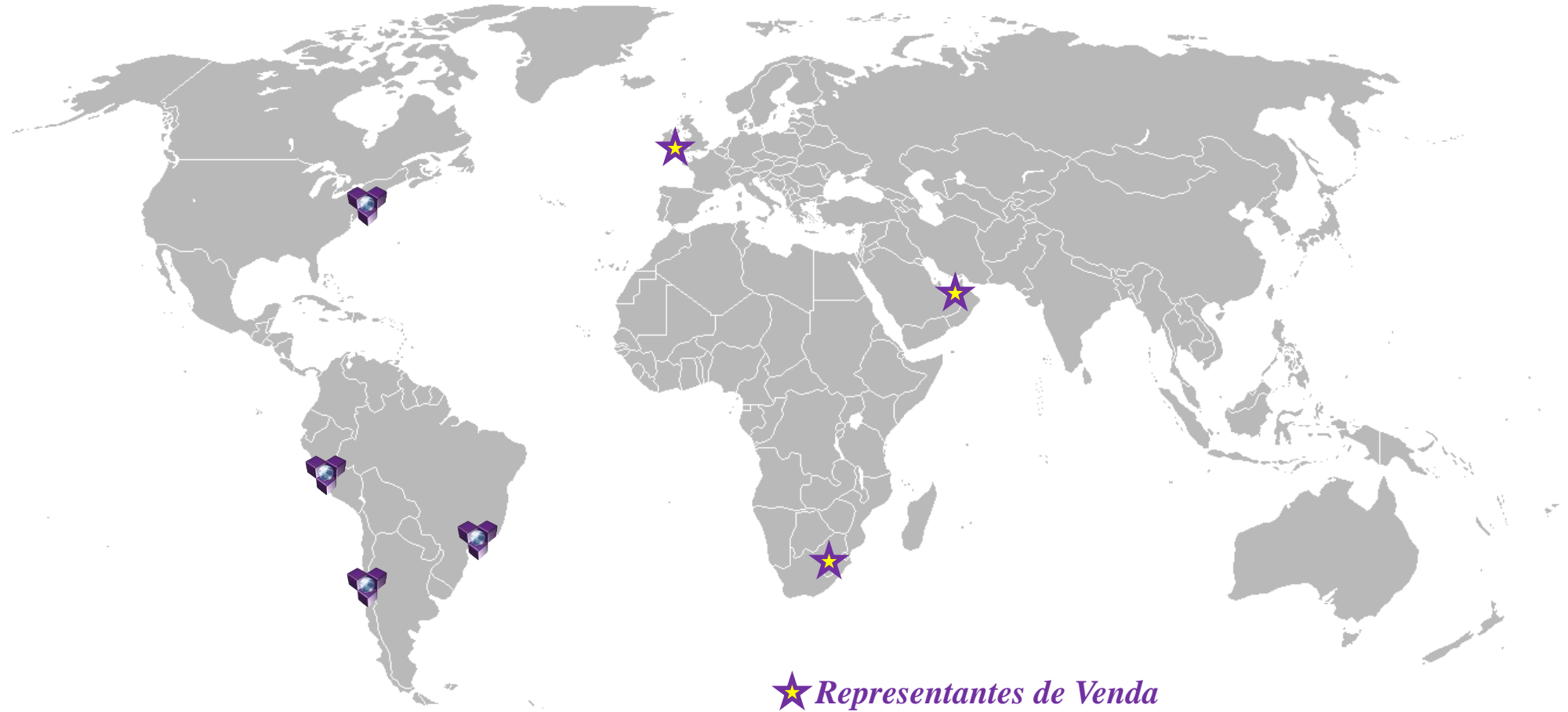


**CelPlan**<sup>®</sup>  
Wireless Global Solutions

# Agenda

1. A CelPlan
2. Espectros 3GPP para o 5G
3. Subcarrier no 4G e 5G
4. Partição de Banda
5. Simulações – Qualidade da Base de Dados
6. Simulações – Exemplos para Diferentes Frequências  
250 MHz / 900 MHz / 3,4 GHz / 28 GHz
7. O 5G em faixa 250 MHz e 400 MHz
8. Conclusão

# A CelPlan – Presença Global, Suporte Local



**1992**

*Brasil*

**1994**

*EUA*

**2005**

*Peru*

**2007**

*Chile*

# A CelPlan – Excelência em Telecomunicações

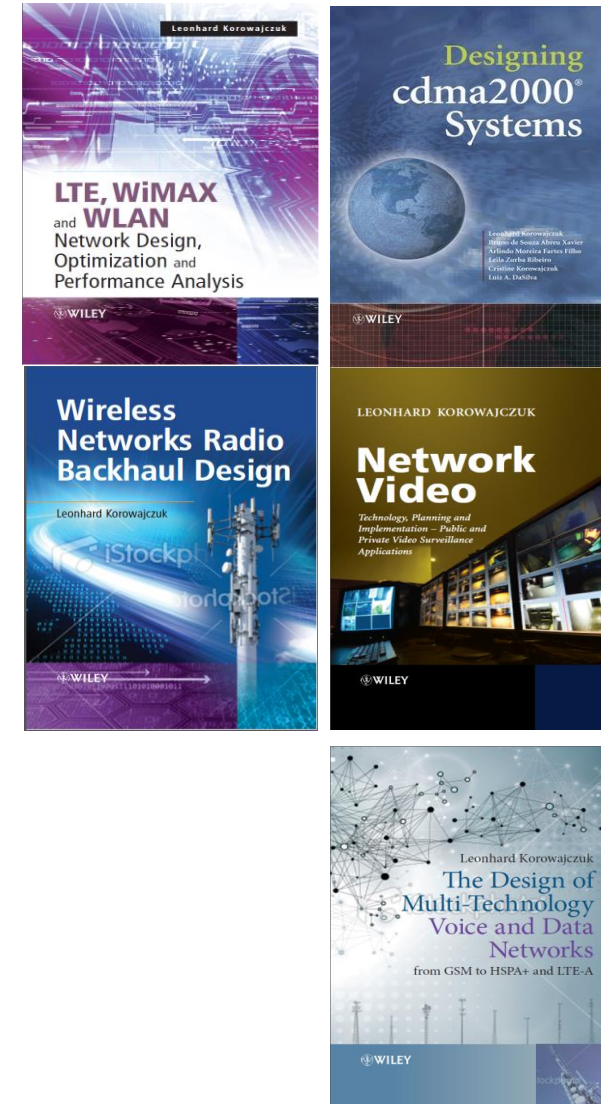
## Livros

- Designing cdma2000 Systems (2004)
- LTE, WiMAX and WLAN Network Design: Optimization and Performance Analysis (2009);
- Network Video: Private and Public Safety Applications;
- Backhaul Network Design;
- Multi-Technology Networks: from GSM to LTE;
- Smart Grids Network Design;

## Webinars

- How to dimension User Traffic in 4G Networks;
- Spectrum Analysis of LTE Systems;
- What LTE parameters need to be Dimensioned and Optimized;
- How to consider overhead in LTE Dimensioning and What is the Impact;
- LTE Measurements, What they Mean and How they are Used;
- MIMO, What is real, What is wishful thinking;
- IoT & Smart Energy Applications; How to take into account Customer Experience when Designing a Wireless Network.

## Membro do WiMax Forum, UTC e UTCAL



# A CelPlan – Reconhecida Internacionalmente



# A CelPlan – Principais Clientes



# A CelPlan – Base de Dados GIS

## Bases multi-resolução e alta definição:

- Atualização por satélite (1~2m de resolução)
- Bases 3D Buildings
- Estimated Building Heights (EBH)
- Clutter street carving

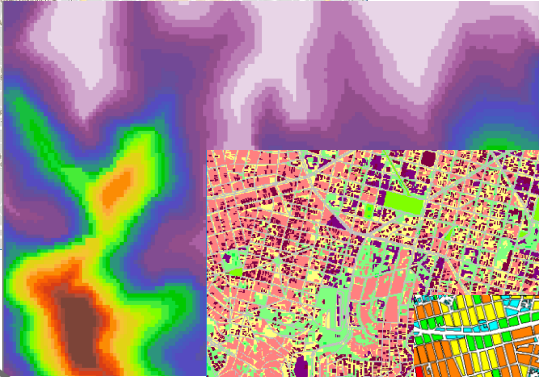
## Estudos e Coberturas 3D com *Estimated Building Heights*



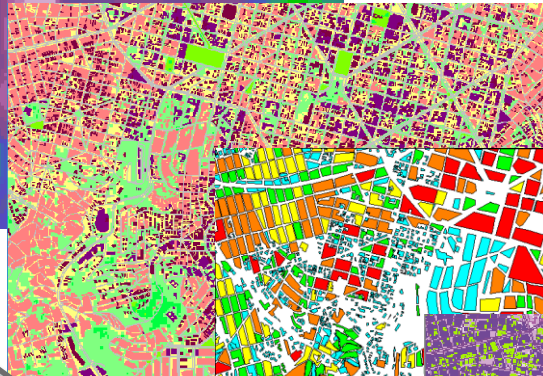
Arruamento



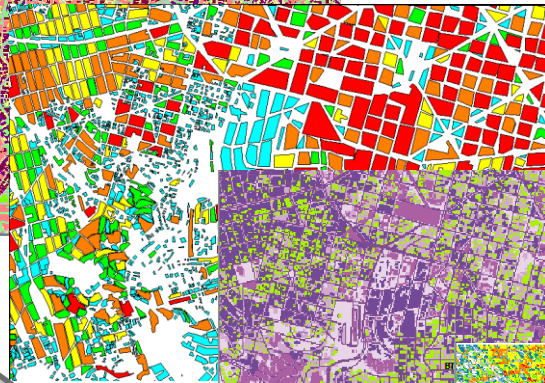
Topografia



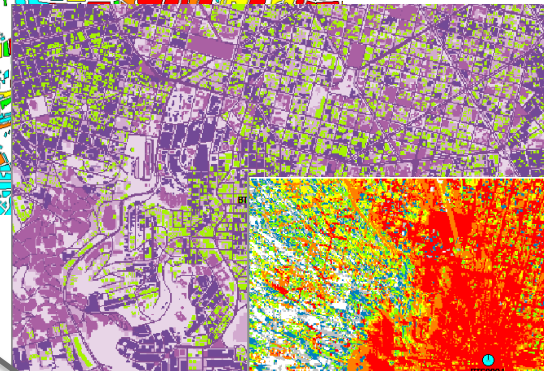
Morfologia (Clutters)



Censitária (IBGE, outras)



Tráfego (Demanda)



Experiência em criar e integrar distintas bases georreferenciadas

# Espectro 3GPP para o 5G

Range	Tipo
410 MHz – 7.125 MHz	FR1
24,25 GHz – 52,6 GHz	FR2

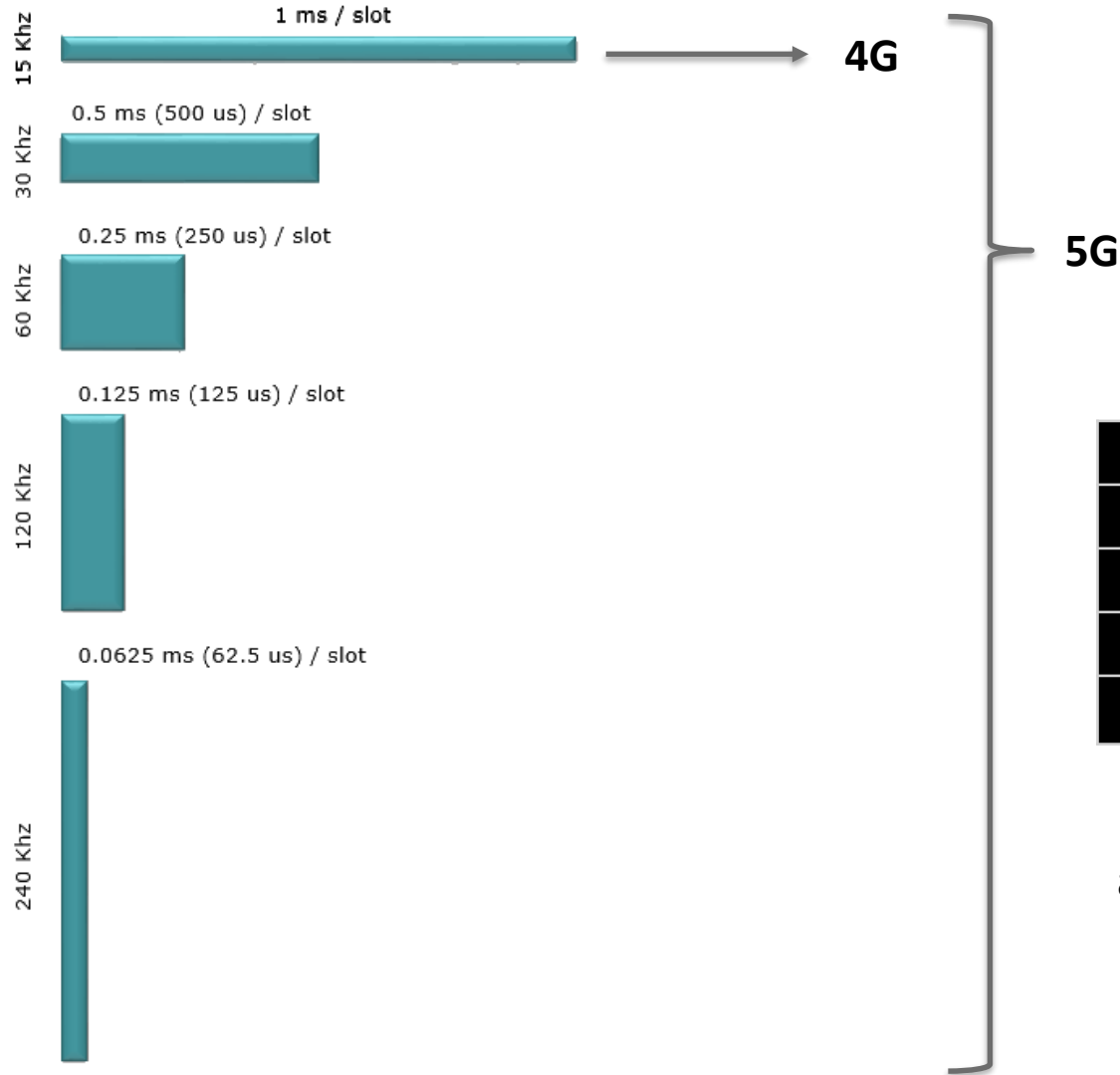
FR1: conhecida como “sub 6 GHz”

FR2: conhecida como “mmWave”

- Novas bandas podem ser adicionadas conforme a realidade de cada país.
- Não existe limitação de banda, mas sim de *subcarriers* (max. de 4.096).
- É possível utilizar Carrier Aggregation (CA) com até 16 bandas. Elas não precisam ser vizinhas.
- Também é possível utilizar bandas não-licenciadas, sempre lembrando que há limitação de potência e probabilidade de ter interferência.
- A faixa em 250 MHz pode ser baseada no 3GPP, mas não padronizada por ele. É uma solução especializada para SLP no Brasil.



# Subcarrier no 4G e 5G

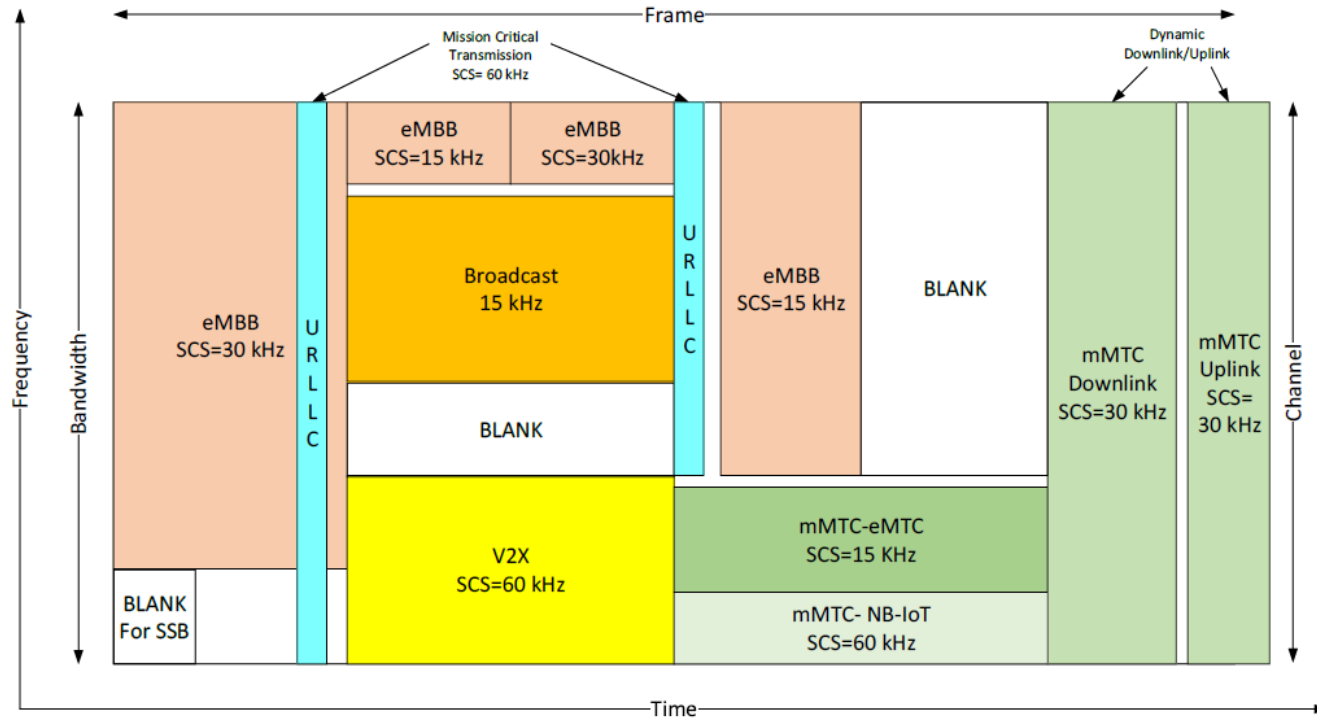


Parameter (μ)	0	1	2	3	4
<b>Subcarrier Spacing - SCS [kHz]</b>	15	30	60	120	240
<b>OFDM Symbol Duration [μs]</b>	66.67	33.33	16.67	8.33	4.14
<b>Cyclic Prefix Duration [μs]</b>	4.7	2.3	1.7	0.57	0.29
<b>OFDM Symbol Including CP [μs]</b>	71.35	35.68	17.84	8.92	4.46

Maior número de possibilidades, visando diferentes tipos de aplicações.

Não inclui o CP Estendido previsto para 4G e para 5G (60 kHz)

# Partição de Banda



\*Cenário onde a legislação permite priorização de serviços o URLLC pode interromper outros tipos de transmissão.

- eMBB: Enhanced Mobile Broadband
- mMTC: Massive Machine Type Communications (Massive IoT)
- URLLC: Ultra Reliable and Low Latency Communications (Mission Critical Control)
- V2X: Vehicle to Everything Communications

No 5G, as UEs não necessitam acessar toda a banda, ou seja, eles podem acessar somente uma parte dela. Diferentes UEs, com diferentes especificações, podem ser 5G.

## Redes de Terceiros

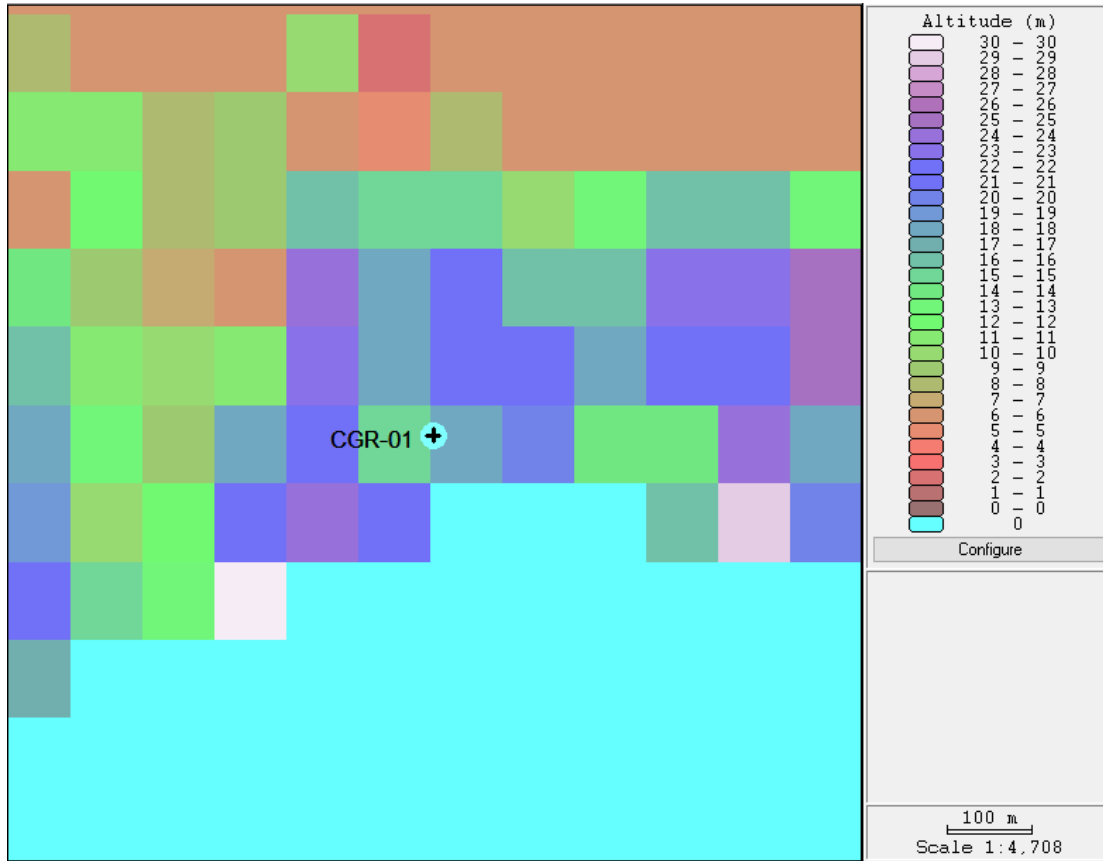
Deve-se atentar para como o terceiro divide e prioriza as partições de sua banda, frequências e modelos de UEs disponíveis.

## Redes Próprias

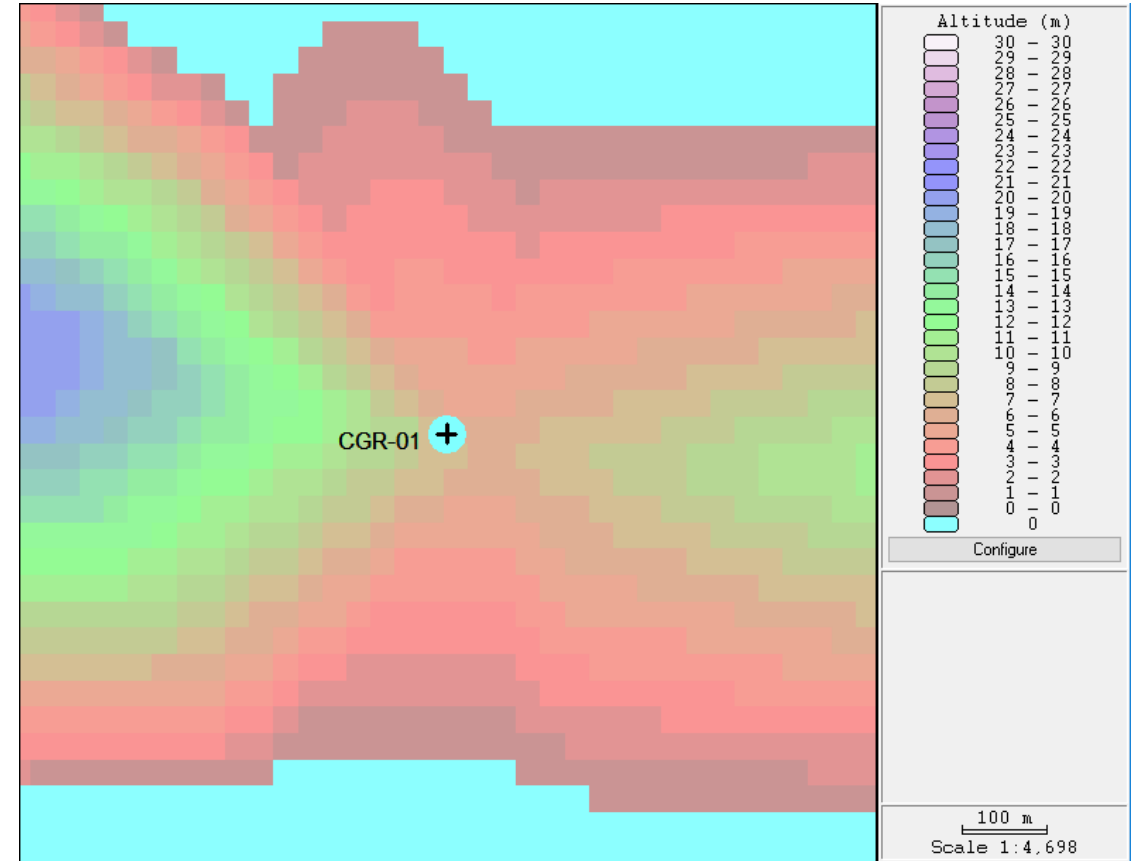
Atenção na escolha de combinação entre frequência, tamanho da banda e SCS. Diferentes combinações possuem diferentes consequências.

# Simulações – Qualidade da Base de Dados

**Topografia:** Base que contém a altura do terreno



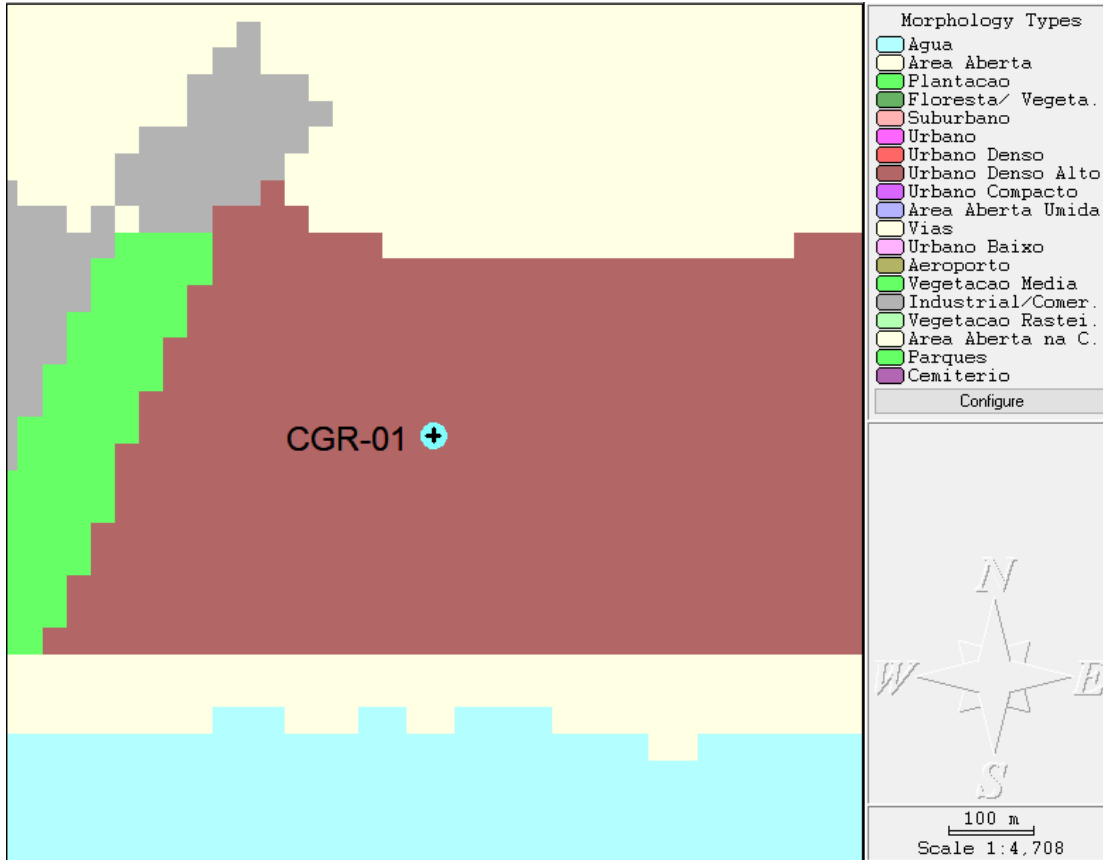
SRTM NASA: Pixel de 90 m



IBGE: Pixel de 30 m

# Simulações – Qualidade da Base de Dados

## Morfologia: Base com a ocupação do solo



Satélite  
Pixel de 30 m  
Sem altura da morfologia

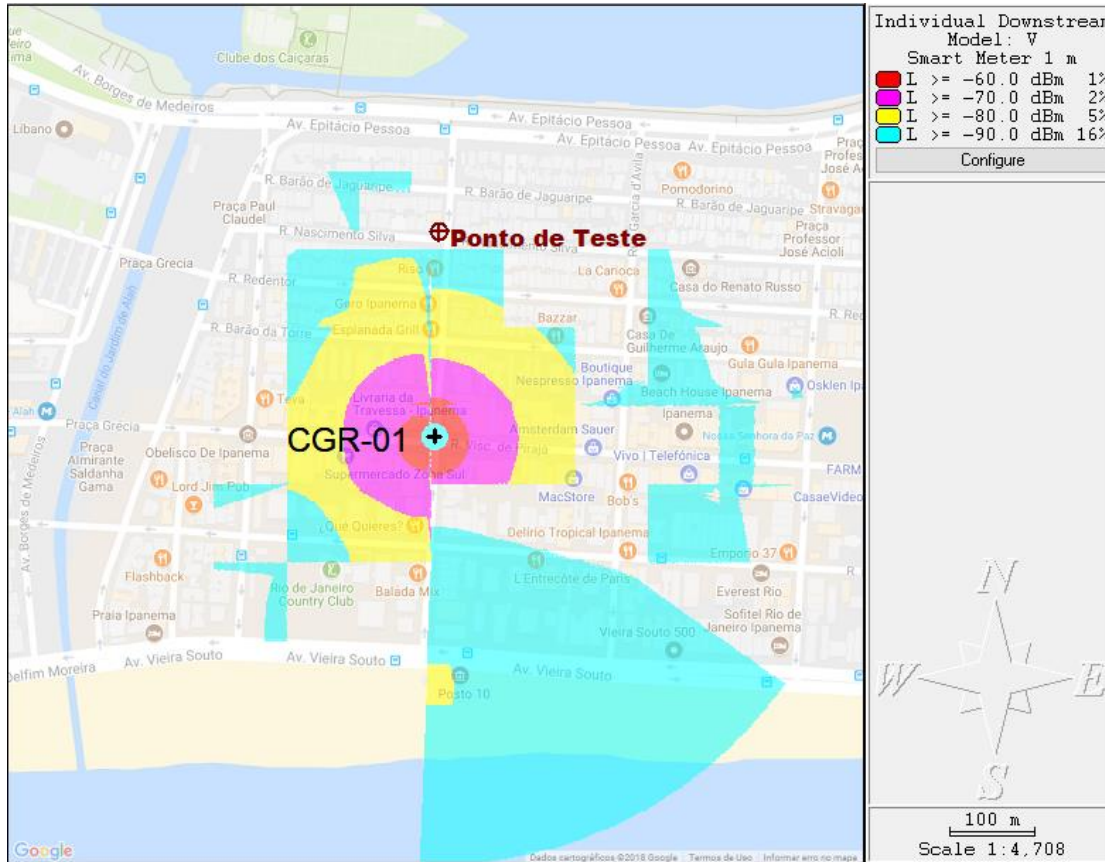


Detalhada  
Pixel de 2,5 m  
Altura dos prédios estimada

# Simulações – Qualidade da Base de Dados

**Topografia:** SRTM NASA 90 m

**Morfologia:** Satélite 30 m



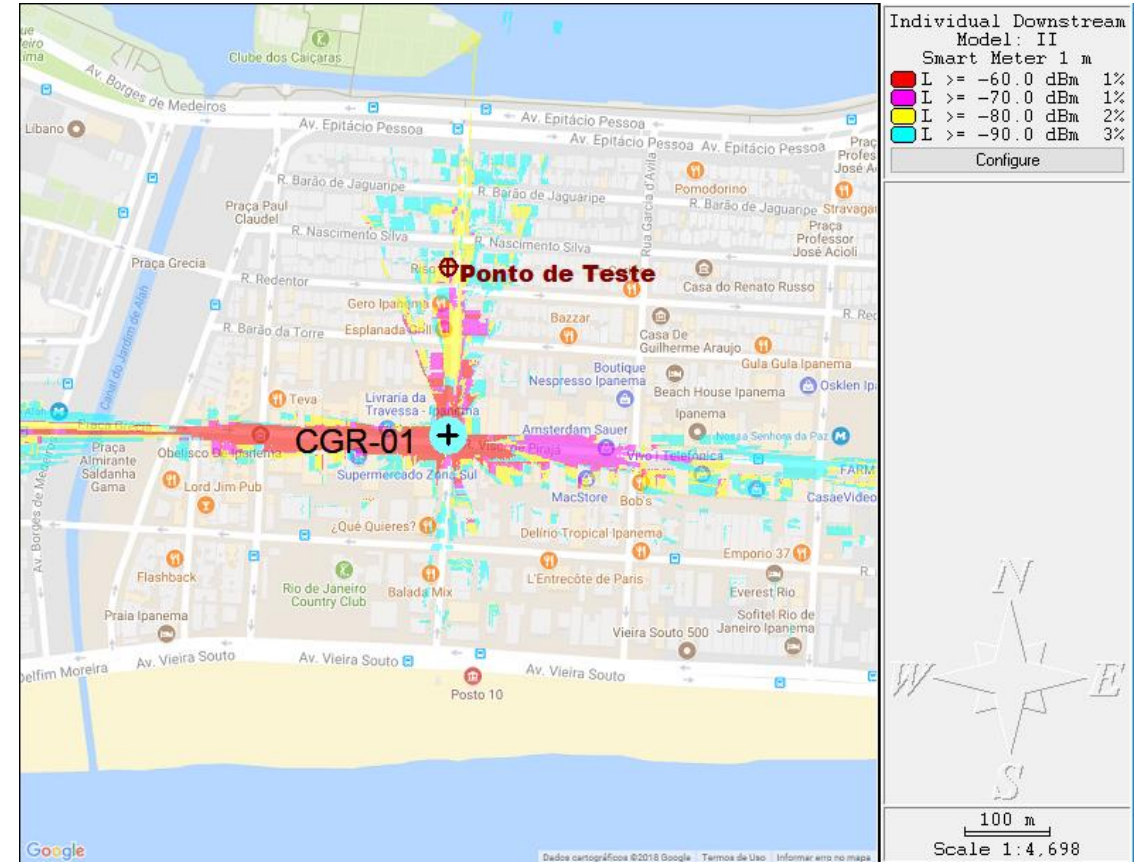
CGR 6m / Medidor 1m

EIRP 33 dBm

Frequência 920 MHz – Modelo Okumura Hata

**Topografia:** IBGE 30 m

**Morfologia:** Detalhada 2,5 m

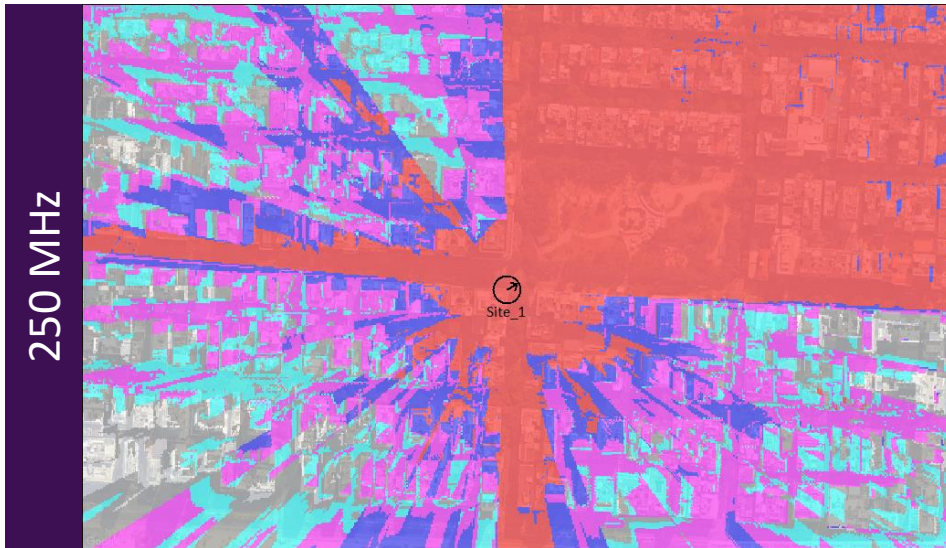


CGR 6m / Medidor 1m

EIRP 33 dBm

Frequência 920 MHz – Modelo Korowajczuck

# Simulações – Exemplos para Diferentes Frequências



## Cobertura de Uplink

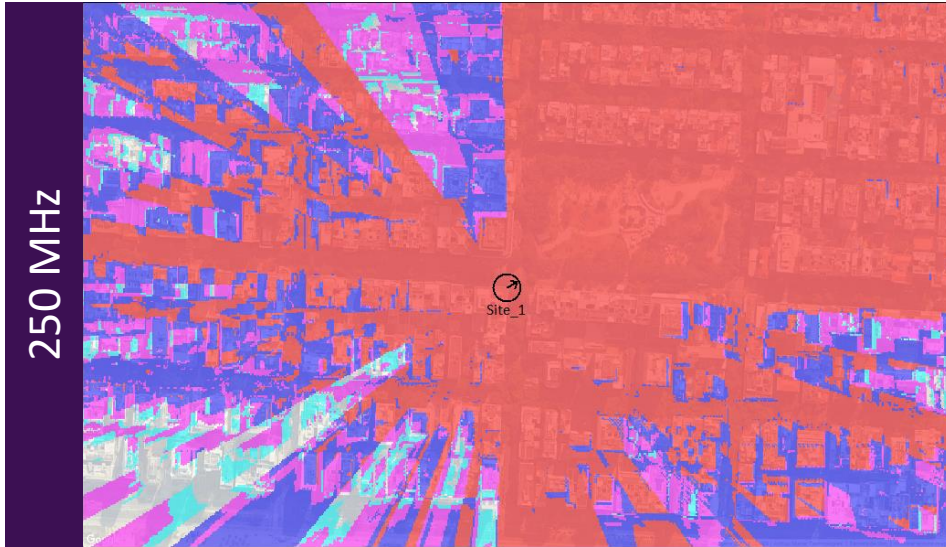
- Altura: **10 m**
- Ganho antenna: 10 dBi
- Azimute: 60°
- Terminal de 1 W
- Terminal a 6 m de altura

Potências de Uplink normalizadas em 1 W para todas as frequências.

Simulações realizadas com **CelPlanner™**

Red	I $\geq -80.0$ dBm
Blue	I $\geq -90.0$ dBm
Magenta	I $\geq -100.0$ dBm
Cyan	I $\geq -105.0$ dBm

# Simulações – Exemplos para Diferentes Frequências







## Cobertura de Uplink

- Altura: **30 m**
- Ganho antenna: 10 dBi
- Azimute: 60°
- Terminal de 1 W
- Terminal a 6 m de altura

Potências de Uplink normalizadas em 1 W para todas as frequências.

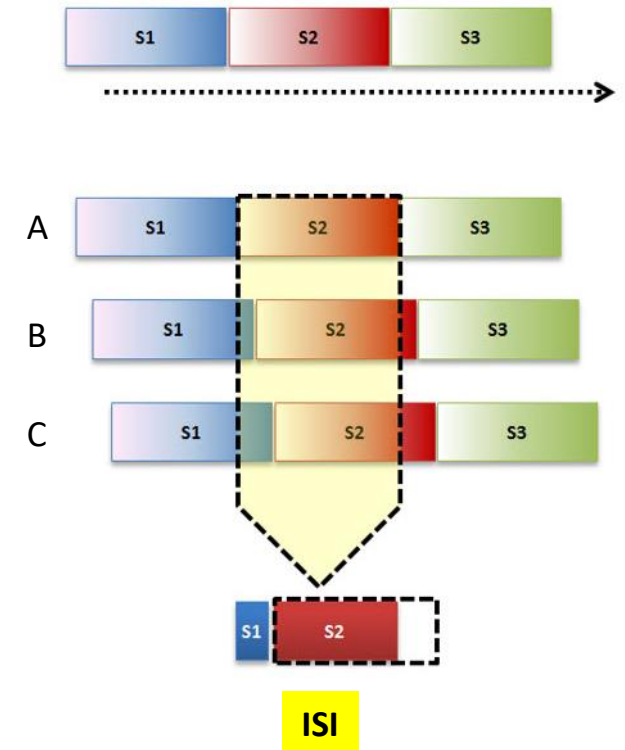
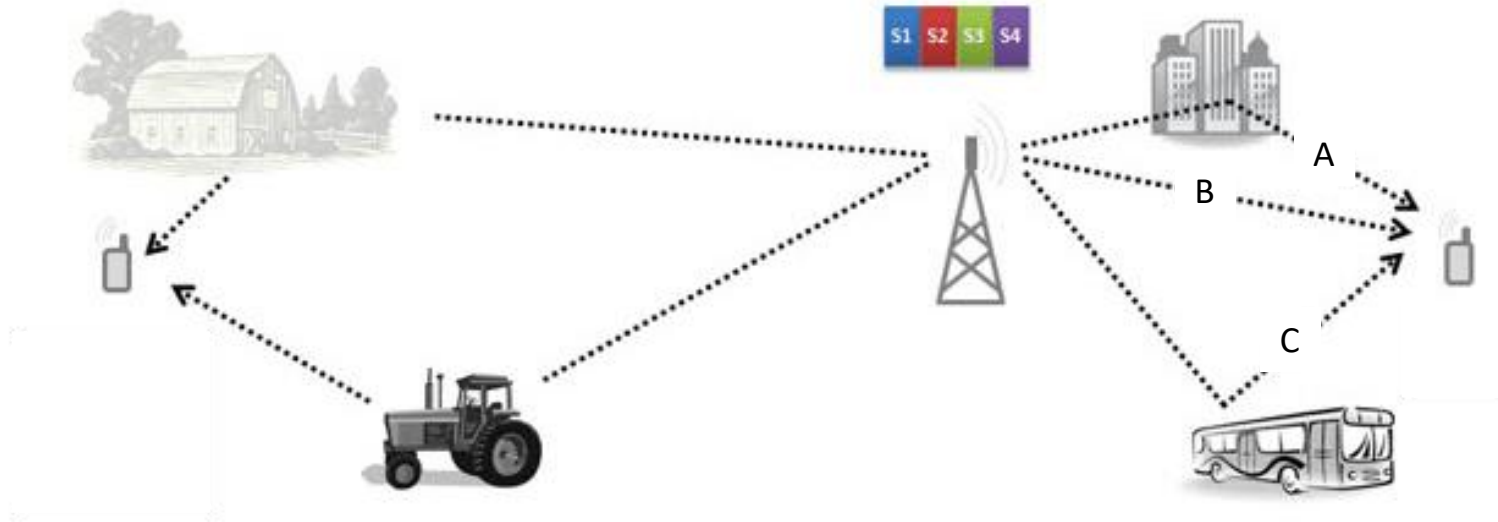
Simulações realizadas com *CelPlanner™*

	L >= -80.0 dBm
	L >= -90.0 dBm
	L >= -100.0 dBm
	L >= -105.0 dBm

# 5G em faixa 250 MHz e 400 MHz

Baixas frequências e coberturas maiores requerem cuidados específicos.

## Considerações sobre Interferência Inter-Simbólica (ISI)

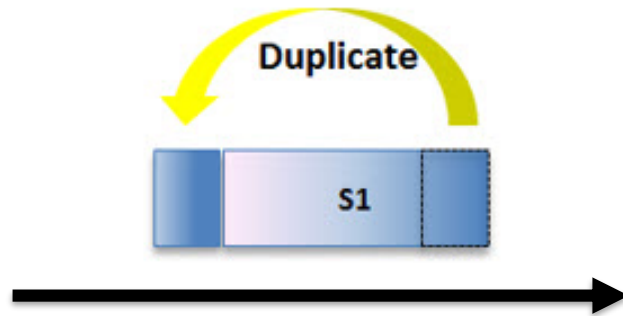


A ISI ocorre devido ao multi-caminho que os símbolos transmitidos podem percorrer. Isso pode acontecer tanto em ambientes urbanos como em rurais.



# 5G em faixa 250 MHz e 400 MHz

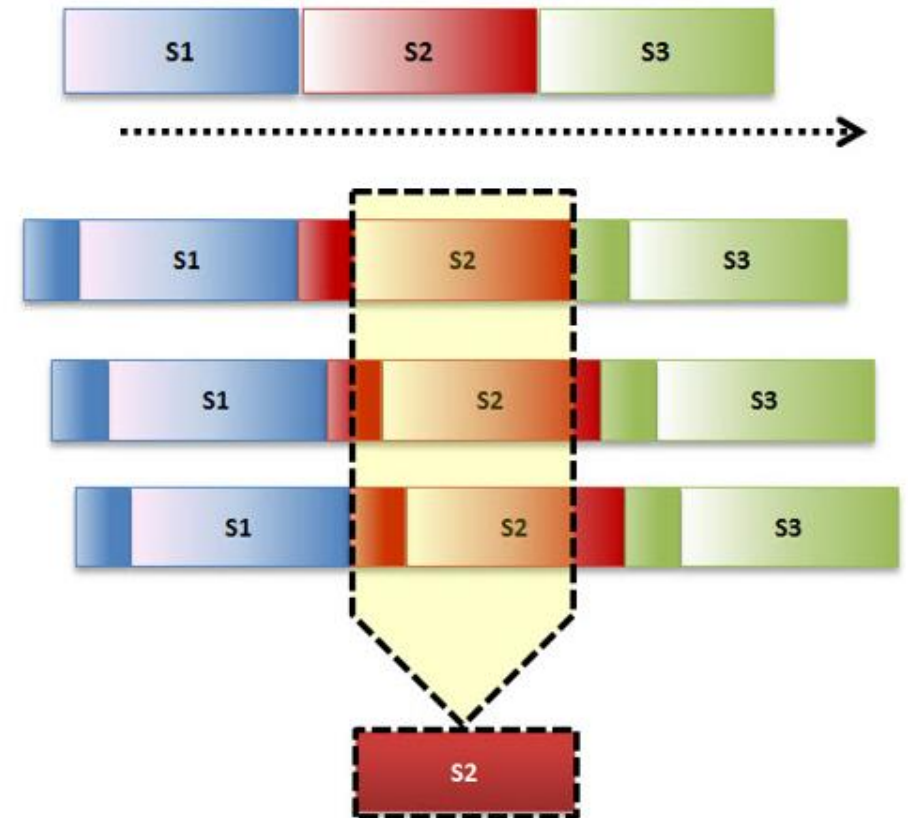
A solução para minimizar os efeitos da ISI é o uso do Prefixo Cíclico (CP), que consiste em copiar o início do símbolo para seu final.



O 4G possui dois tipos de CP:

- **Normal:** Usado para regiões urbanas
- **Estendido:** Usado para áreas rurais, onde a cobertura é mais extensa e, por isso, necessita de um CP maior.

Assim, ao usar o CP os símbolos ficam mais “protegidos” aos efeitos da ISI.



# 5G em faixa 250 MHz e 400 MHz

Menor Latência  
Mais sensível ao ISI

$\mu$	SCS [kHz]	Band	Uso para Dados	Uso para Sync	Ciclic Prefix [ $\mu$ s]	Max. Multipath Difference [m]
0	15	FR1	Sim	Sim	4.69	1407
1	30	FR1	Sim	Sim	2.35	703
2	60	FR1 / FR2	Sim	Não	Normal = 1.17 Extended* = 4.13	352 1239
3	120	FR2	Sim	Sim	0.59	176
4	240	FR2	Não	Sim	0.29	88

→ Similar ao 4G

\*Definido no 3GPP para aplicações de *broadcast*

O 4G possui Prefixo Cíclico Estendido (16.67 ms), o que minimiza os efeitos de Interferência Inter-Simbólica (ISI) para maiores distâncias de propagação. O prefixo cíclico estendido não foi implementado no 5G para todos os SCS no NR (*New Radio*).

Além disso, a norma permite apenas portadoras de 5 MHz para essas faixas de frequência, sem ganho significativo em termos de taxa de transferência se comparado com o 4G.

Caso a latência do sistema seja crítica, o desafio é achar uma solução para diminuir os efeitos da ISI no 5G NR para frequências mais baixas. Sem isso, não haverá ganho em se utilizar frequências mais baixas com objetivo de ter coberturas maiores.

# Conclusão

O 5G NR possui diversos ganhos: como o aumento da taxa de transferência e redução da latência. Por conta de sua maior complexidade, é necessário atentar para as combinações entre:

- Largura de Banda
- Aplicações – *Subcarrier Spacing (SCS)*
- Faixa de Frequência Utilizada



*CelPlan*®

Wireless Global Solutions

**Obrigado!**

[www.celplan.com.br](http://www.celplan.com.br)