

3º Workshop Brasil 

AVANÇOS DA PESQUISA RUMO AO 6G: CONNECTIVIDADE DO FUTURO EM CONSTRUÇÃO



Apoio:



Realização:



3º Workshop Brasil

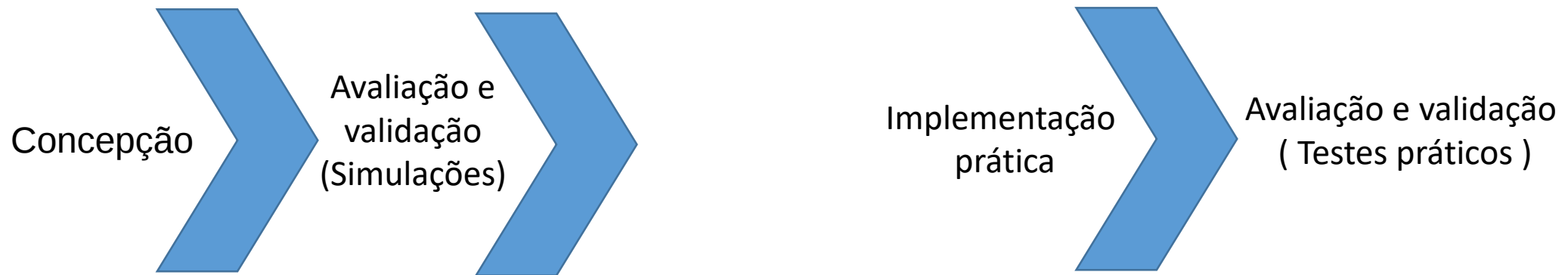
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS (Atividade 4.3)

Juliano Silveira Ferreira
silveira@inatel.br

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

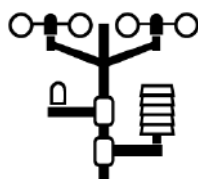
- O projeto Brasil 6G busca contribuir de forma concreta para o desenvolvimento das futura rede de comunicação.

Uma das iniciativas principais tem como foco o atendimento de áreas remotas e rurais.





Acesso à internet



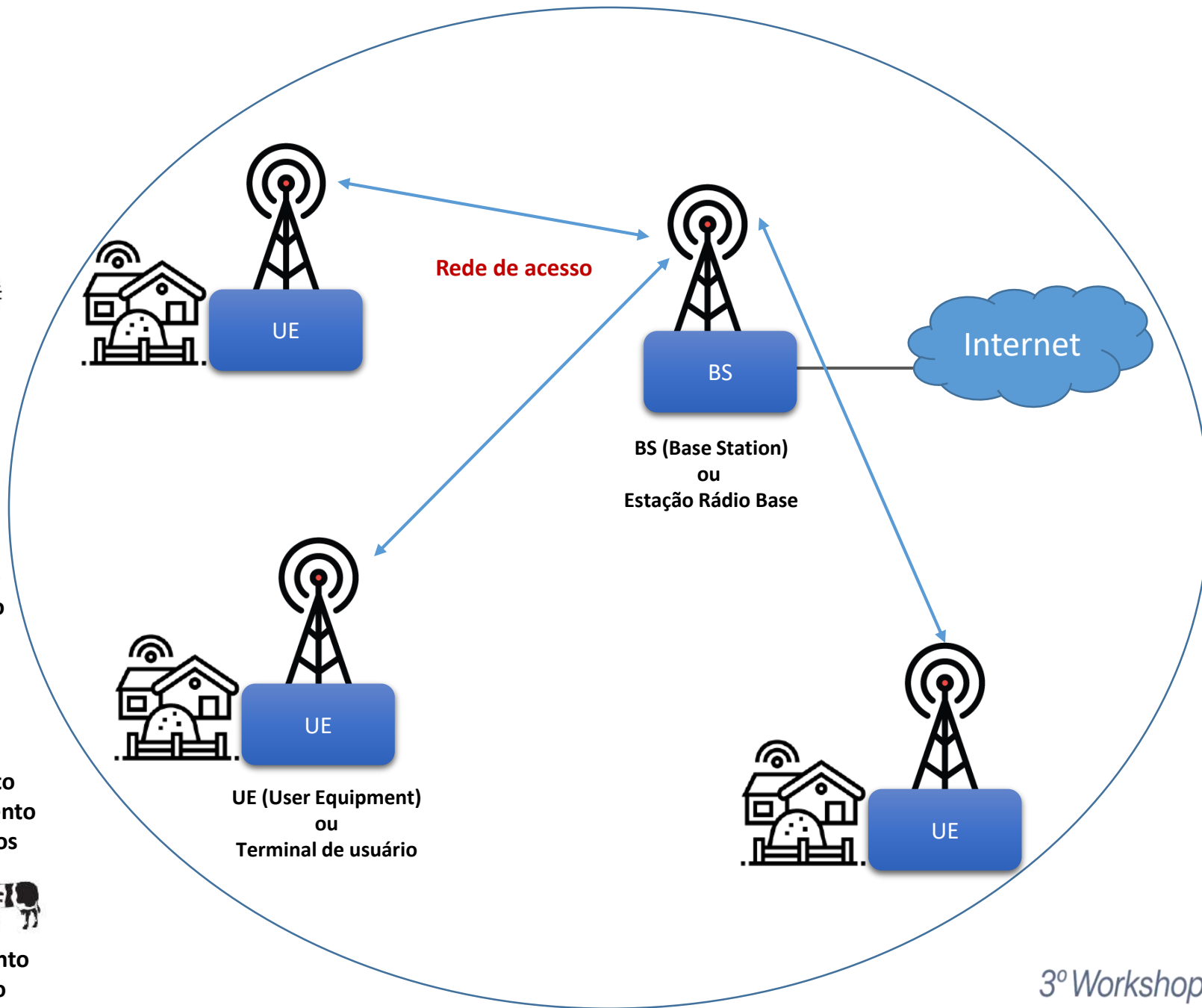
Monitoramento de condições do tempo



Sensoriamento de posicionamento de maquinários



Monitoramento de rebanho

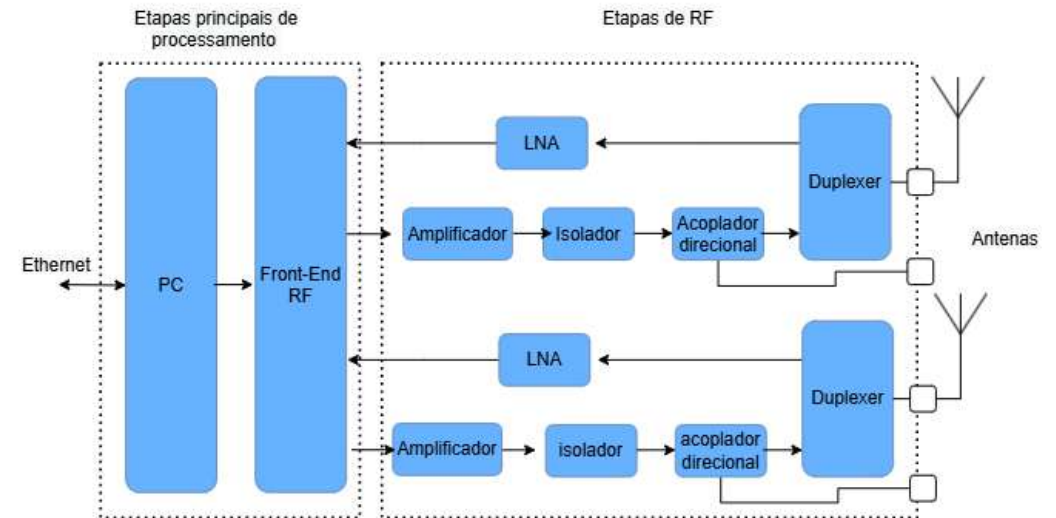
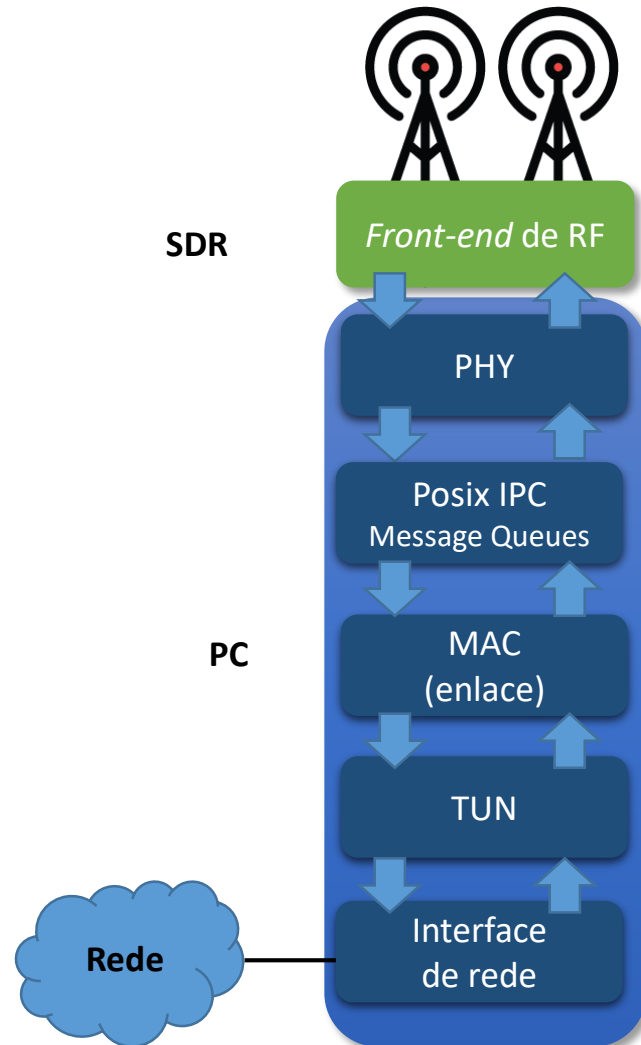


AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

- **Tecnologias principais adotadas para a rede de acesso**
 - Implementação: Rádio Definido por *Software*;
 - Forma de onda inovadora: GFDM (*Generalized Frequency Division Multiplexing*) (Menor emissão fora de faixa em relação ao OFDM);
 - Transmissão com múltiplas portadoras: 12.672
 - Mapeamento: QPSK, 16-QAM, 64-QAM e 256-QAM;
 - Código corretor de erro: Polar;
 - Modulação e codificação adaptativa (MCA): 17 MCS (*Modulation and Coding Scheme*);
 - Técnica MIMO (*Multiple-Input-Multiple-Output*) : 2 x 2;
 - Alocação dinâmica do espectro;
 - Sensoriamento espectral;
 - Atualmente utilizamos a faixa de UHF: sistema de TVWS (*TV White Spaces*).

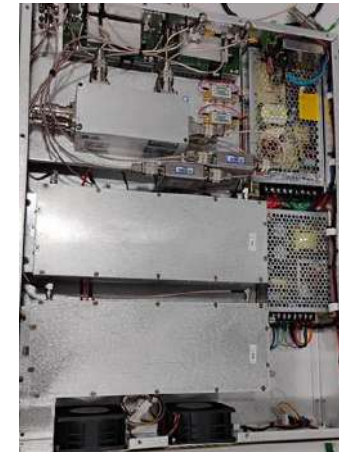
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

- Arquitetura da solução da rede de acesso



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

- Montagem de protótipos para realização de testes



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

- Set-ups iniciais para a realização de testes



Via cabo



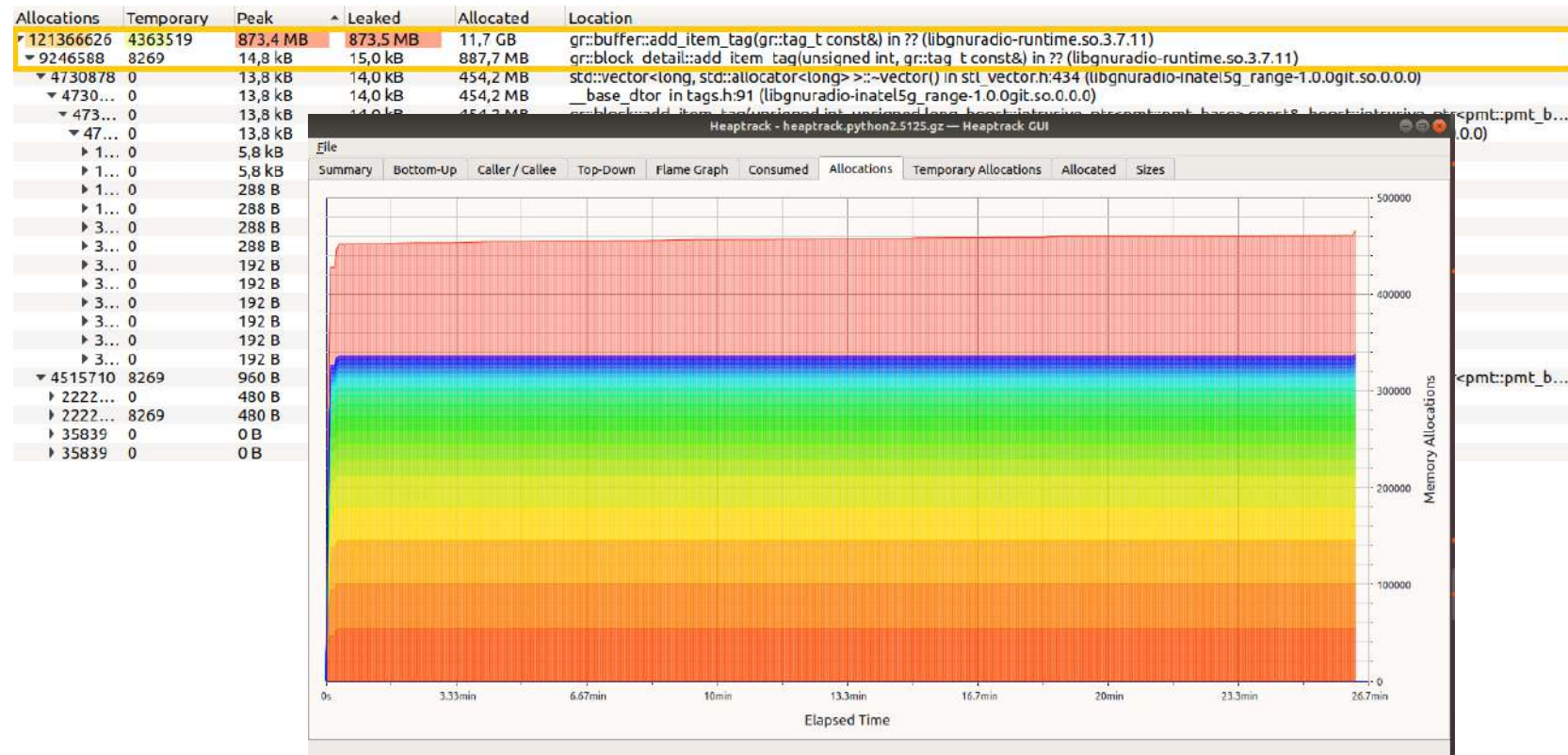
Via Antenas

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

- Melhorias na estabilidade de operação;
- Armazenamento de logs de operação e do sistema operacional;
- Melhoria do sistema de arrefecimento dos protótipos;

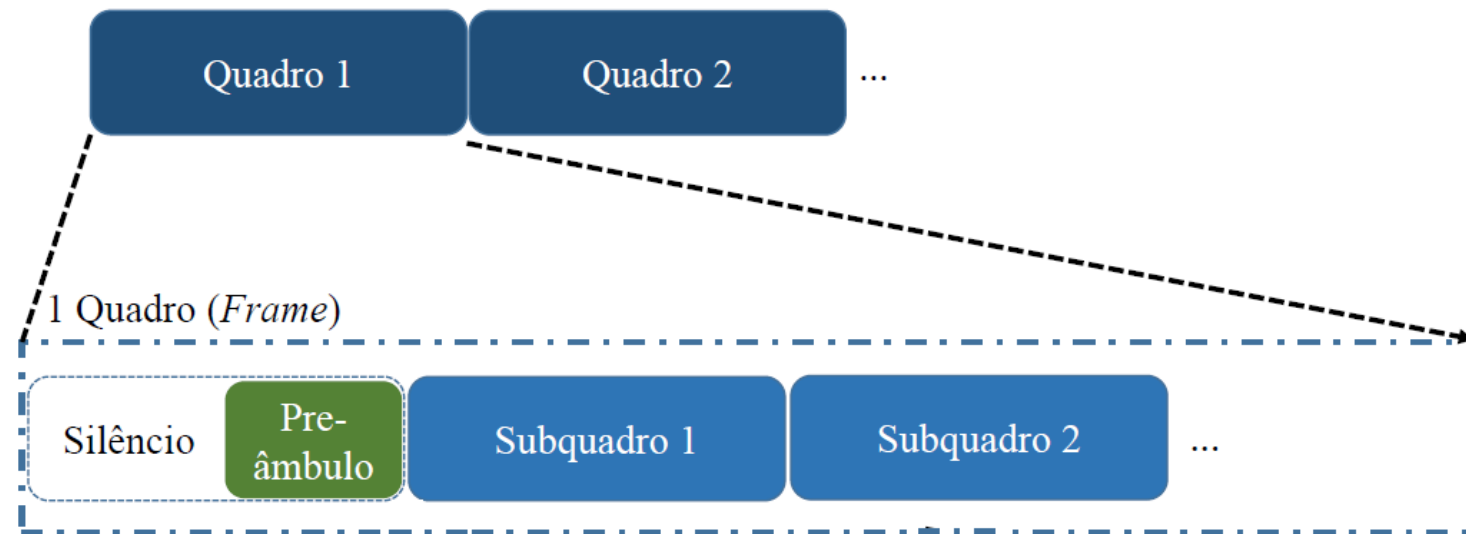
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

Otimizações com relação a alocação de memória



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

Aprimoramento da sincronização do terminal de usuário com a BS;



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

Integração com base de dados de TVWS;

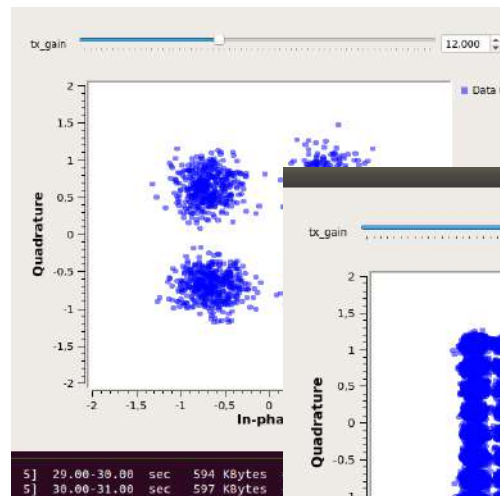
Protocolo PAWS:

Protocol to Access White-Space Databases: definido pela RFC 7545 e usado para troca de mensagens entre dispositivos de TVWS e bancos de dados de espectro para obter informações de canais disponíveis;

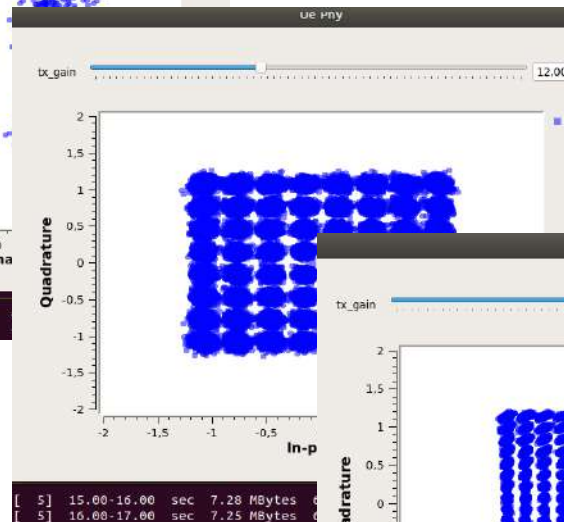


AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

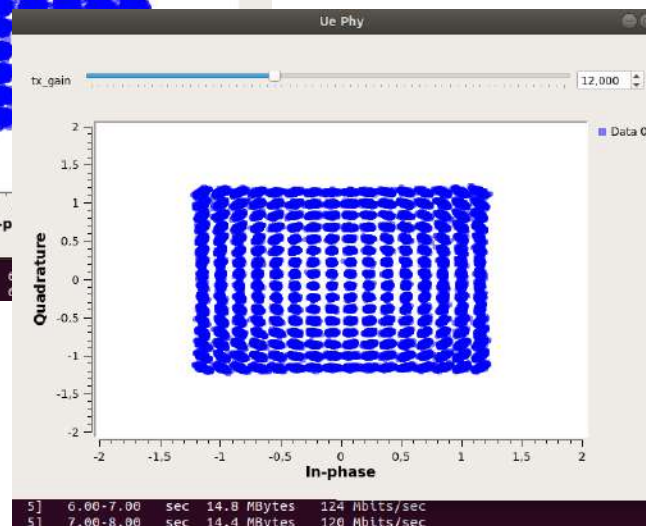
Refinamento da medida do valor de SNR
(*Signal-to-Noise Ratio*) testes com relação aos diferentes MCS (*Modulation and Coding Scheme*);



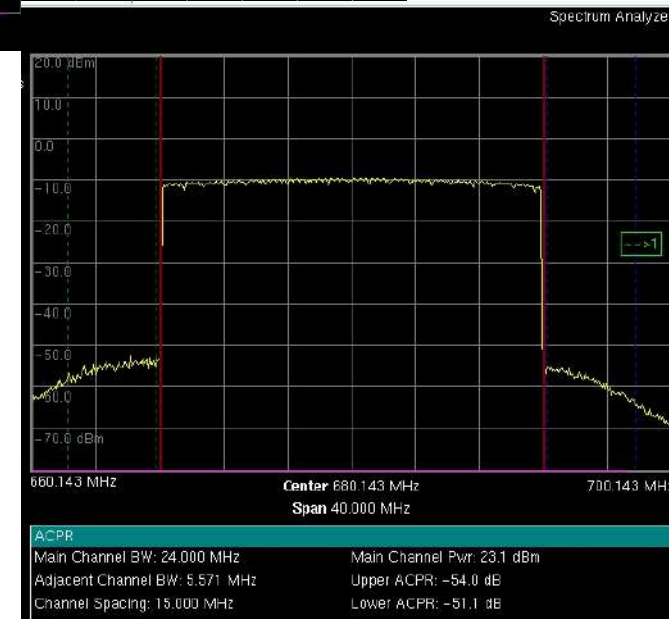
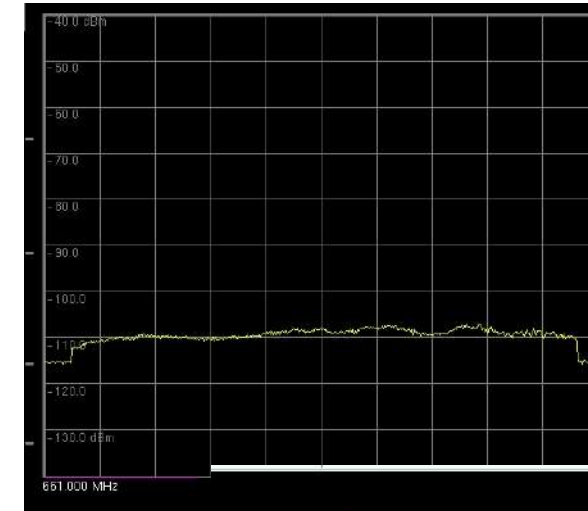
SNR 12 dB



SNR 25 dB



SNR 33,5 dB



Testes
e valores
preliminares

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

```
| Mod : 6 | Code rate : 0,894167)
| SNR RX : 28,778250 [dB] (MSE) | Ch. Cond. Number : 10 [dB]

# 03/12 07:46:21

[ Intel ][ xG TVWS Transceptor ] [User Equipment]
RX Data Total Throughput (Mbps): ~95.46
SSM Downlink=[15][1111]
[ RX Status ]==
| Numerology : 0 | MIMO : DIVERSITY
| Mod : 6 | Code rate : 0,908079)
| SNR RX : 28,390869 [dB] (MSE) | Ch. Cond. Number

# 03/12 07:54:02

[ Intel ][ xG TVWS Transceptor ] [User Equipment]
RX Data Total Throughput (Mbps): ~98.69
SSM Downlink=[15][1111]
[ RX Status ]==
| Numerology : 0 | MIMO : DIVERSITY
| Mod : 6 | Code rate : 0,908079)
| SNR RX : 28,307594 [dB] (MSE) | Ch. Cond. Number

# 03/12 08:20:11

File Edit View Search Terminal Help
Inatel-crr@inatelcrr:~$ sensors
asus-isa-0000
Adapter: ISA adapter
cpu_fan: 0 RPM
acpitz-virtual-0
Adapter: Virtual device
temp1: +27.8°C (crit = +105.0°C)
coretemp-isa-0000
Adapter: ISA adapter
Package id 0: +71.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 0: +67.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 4: +68.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 8: +68.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 12: +71.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 16: +66.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 20: +64.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 24: +64.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 28: +61.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 32: +65.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 33: +65.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 34: +65.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 35: +65.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 36: +57.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 37: +57.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 38: +57.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 39: +57.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 40: +58.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 41: +58.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 42: +58.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 43: +58.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 44: +57.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 45: +57.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 46: +58.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)
Core 47: +58.0°C (high = +80.0°C, crit = +100.0°C)

[ 14 ] 2389.00-2390.00 sec 11.3 MBytes 94.9 Mb/s
[ 14 ] 2390.00-2391.00 sec 11.4 MBytes 95.3 Mb/s
[ 14 ] 2391.00-2392.00 sec 11.3 MBytes 94.9 Mb/s
[ 14 ] 2392.00-2393.00 sec 11.4 MBytes 95.3 Mb/s
[ 14 ] 2393.00-2394.00 sec 11.4 MBytes 95.3 Mb/s
[ 14 ] 2394.00-2395.00 sec 10.7 MBytes 89.9 Mb/s
[ 14 ] 2395.00-2396.00 sec 11.4 MBytes 95.3 Mb/s
[ 14 ] 2396.00-2397.00 sec 11.4 MBytes 95.3 Mb/s
[ 14 ] 2397.00-2398.00 sec 11.4 MBytes 95.3 Mb/s
[ 14 ] 2398.00-2399.00 sec 11.3 MBytes 94.9 Mb/s
[ 14 ] 2399.00-2400.00 sec 11.3 MBytes 94.9 Mb/s
[ 14 ] 2400.00-2401.00 sec 11.4 MBytes 95.3 Mb/s
[ 14 ] 2401.00-2402.00 sec 11.4 MBytes 95.3 Mb/s

[L1L2Interface] D
[L1L2Interface] D
[L1L2Interface] D

Inatel-crr@inatelcrr:~$ top - 08:20:27 up 10 days 14:34, 5 users, load average: 7.79, 7.33, 7.37
Threads: 1545 total, 14 running, 1368 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
%Cpu(s): 16.3 us, 7.7 sy, 0.0 ni, 76.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
KiB Mem : 32671144 total, 22027672 free, 3778536 used, 6864936 buff/cache
KiB Swap: 2097148 total, 2097148 free, 0 used. 28203184 avail Mem

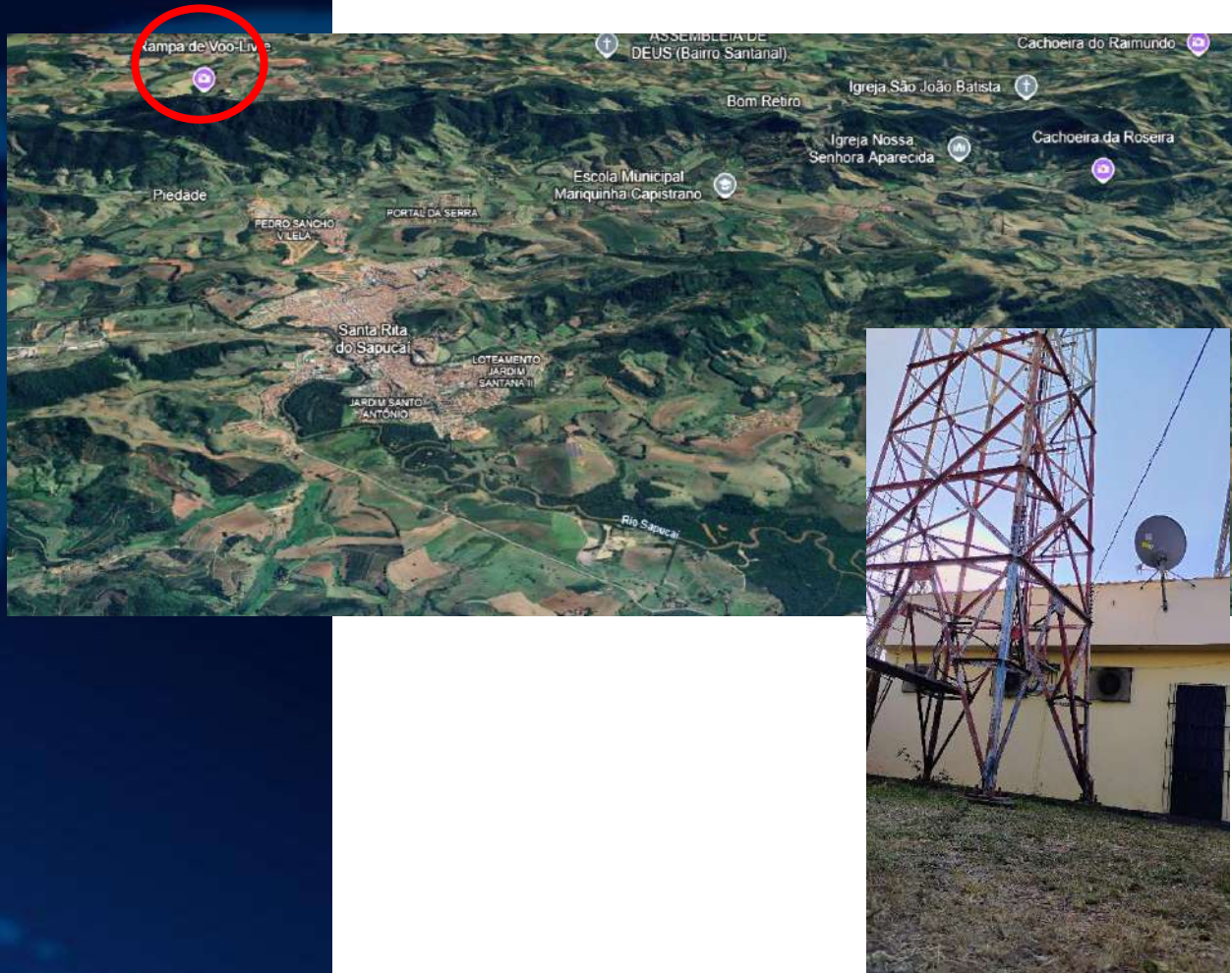
PID USER PR NI VIRT RES SHR S %CPU %MEM TIME+ COMMAND
14277 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 94.7 1.4 14418:30 gr_uhd usrp+
14290 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 40.9 1.4 6134:01 fft_filter_+
14288 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 38.9 1.4 5859:22 fft_filter_+
14281 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 35.3 1.4 5363:59 skiphead26
14241 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 33.0 1.4 5036:03 python2
14322 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 33.0 1.4 5040:18 python2
14282 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 32.3 1.4 4921:40 phy_tx11
14278 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 28.1 1.4 4143:47 add_cc44
14287 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 27.7 1.4 4200:10 gr_uhd usrp+
14279 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 23.4 1.4 3594:22 keep_m_tn_n+
14297 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 22.1 1.4 3334:28 cfo_rotator+
14296 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 21.8 1.4 2983:20 Spectrum Se+
14298 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 18.5 1.4 2745:12 frame_sync14
14318 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 17.8 1.4 2686:10 preamb10
14280 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 16.5 1.4 2328:45 Credit gen25
14292 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 15.2 1.4 2286:15 add_ff43
14293 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 14.9 1.4 2271:24 peak_detect+
14315 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 14.2 1.4 2072:22 physGrange_+
14313 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 13.9 1.4 2040:31 gfdm_wavefo+
14317 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 13.9 1.4 2092:10 physGrange_+
14283 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 13.2 1.4 1882:27 gfdm_wavefo+
14284 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 13.2 1.4 1959:36 gfdm_wavefo+
14312 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 12.9 1.4 1826:26 gfdm_wavefo+
14246 root rt 0 256032 12060 3464 S 11.2 0.0 1626:34 coreL2.o
14264 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 10.6 1.4 1449:35 pdecoder_0
14265 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 10.6 1.4 1450:35 pdecoder_1
14266 root -30 0 9,963g 454532 262556 R 10.6 1.4 1450:19 pdecoder_2
14273 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 10.6 1.4 1456:55 pdecoder_1
14274 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 10.6 1.4 1451:06 pdecoder_2
14272 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 10.2 1.4 1451:01 pdecoder_0
14295 root -30 0 9,963g 454532 262556 S 10.2 1.4 1561:44 triggered_b+
```

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

- Set-ups de teste



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS



3º Workshop Brasil

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA REDE EM CONDIÇÕES REALISTAS

Obrigado!

Juliano Silveira Ferreira

silveira@inatel.br