

# TVWS as a solution for unlicensed 6G networks

## Geolocation Database

Prof. Rodrigo Porto  
[rodrigo@gtel.ufc.br](mailto:rodrigo@gtel.ufc.br)

Federal University of Ceara (Brazil)

Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMBRAPA  
Instituto de Pesquisas em Telecomunicações e Redes

**Inatel**

**FAPEMIG**

**EMBRAPPII**  
Programa Nacional de Inovação e Competência

**GOVERNO DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



# TVWS System Architecture (Radio)



Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMBRAPA  
Iniciativa em Rede 5G e 6G

**Inatel**

**FAPEMIG**

**EMBRAPPII**  
Programa Nacional de Inovação  
e Competência

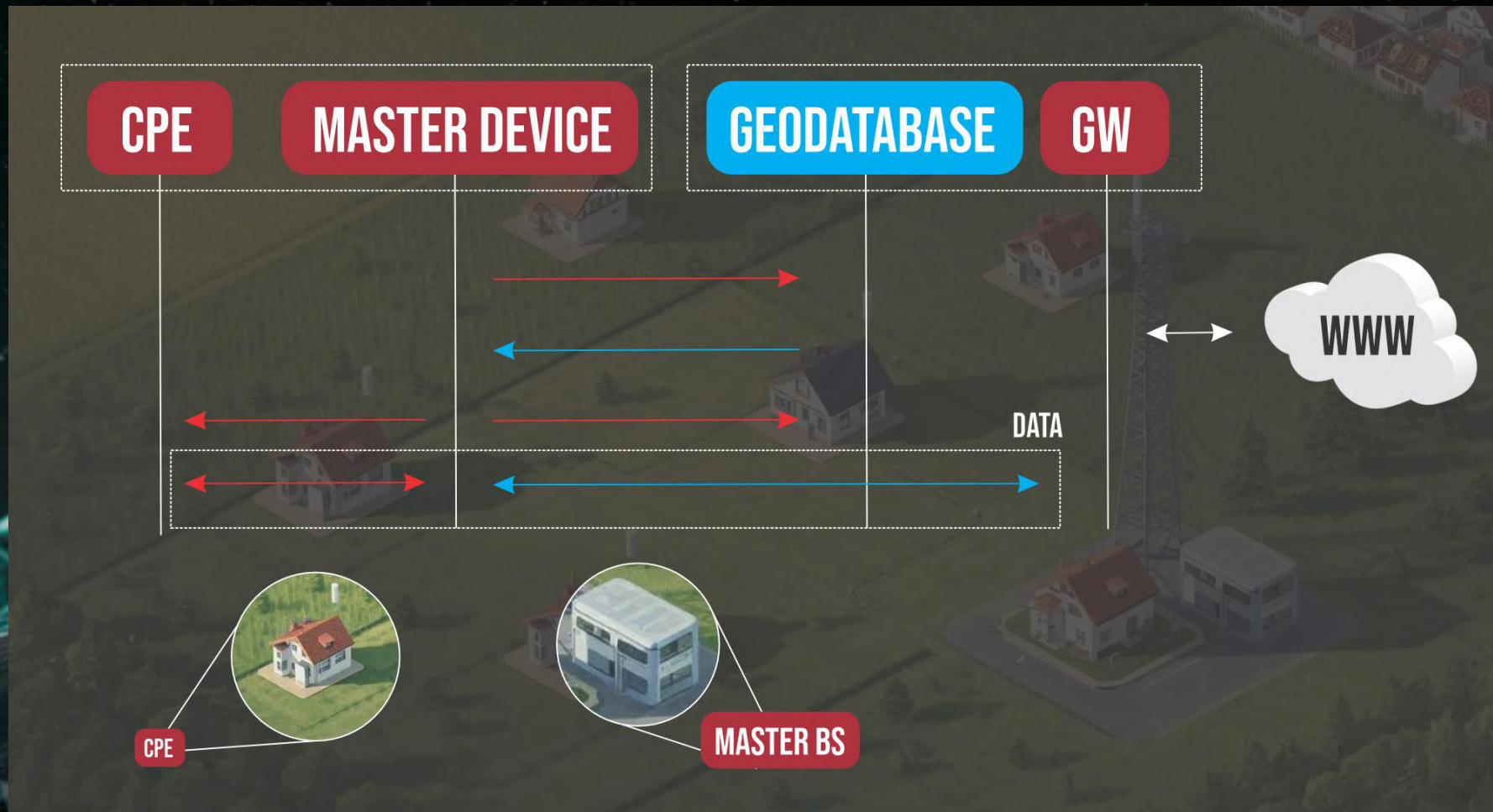
**GOVERNO  
DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



# TVWS System Architecture (Logical)



Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMBRAPA  
Instituto de Pesquisas em Telecomunicações

**Inatel**

**FAPEMIG**

**EMBRAPA**  
Empresa Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento

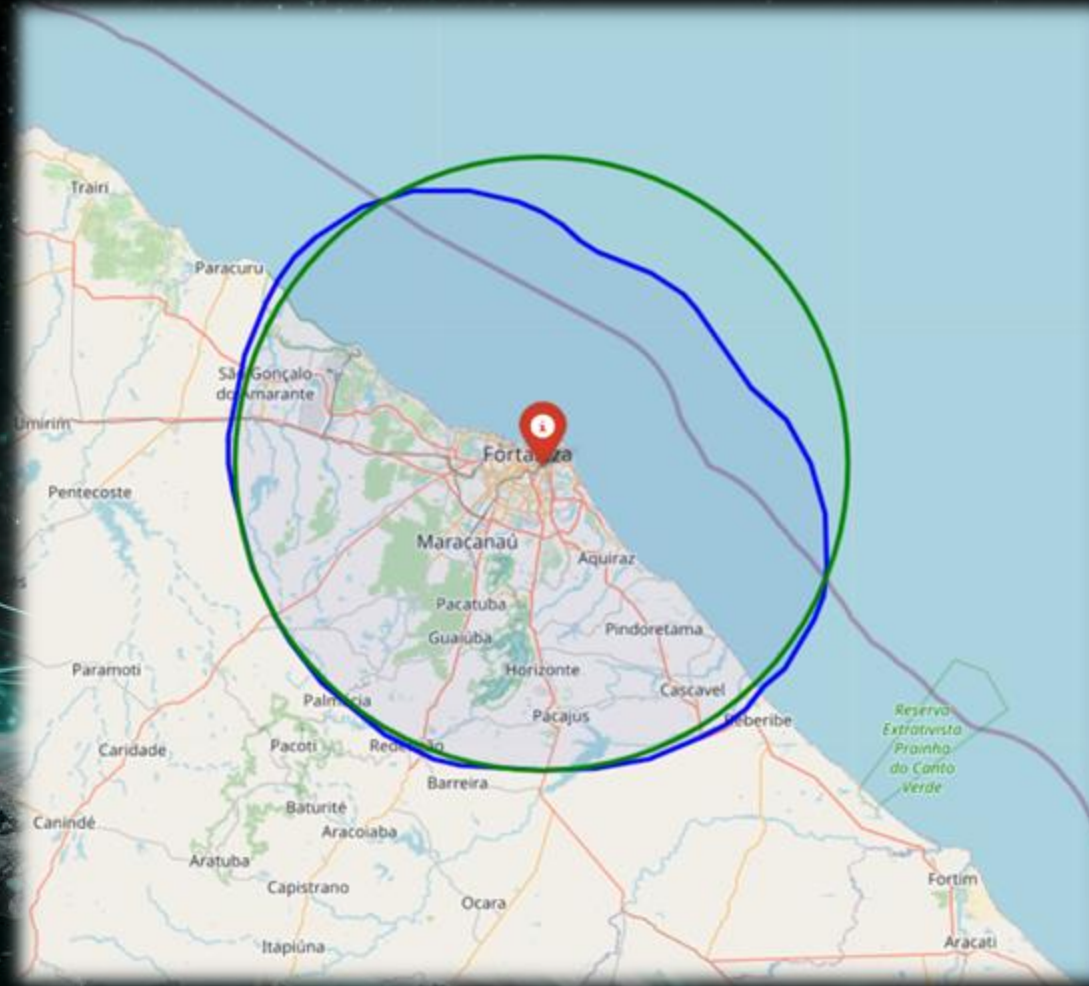
**GOVERNO DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



# Key concept 1: Exclusion Zones



Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMBRAPA  
Iniciativa em Rede (C3 e R3)

**Inatel**

**FAPEMIG**

**EMBRAPPI**  
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

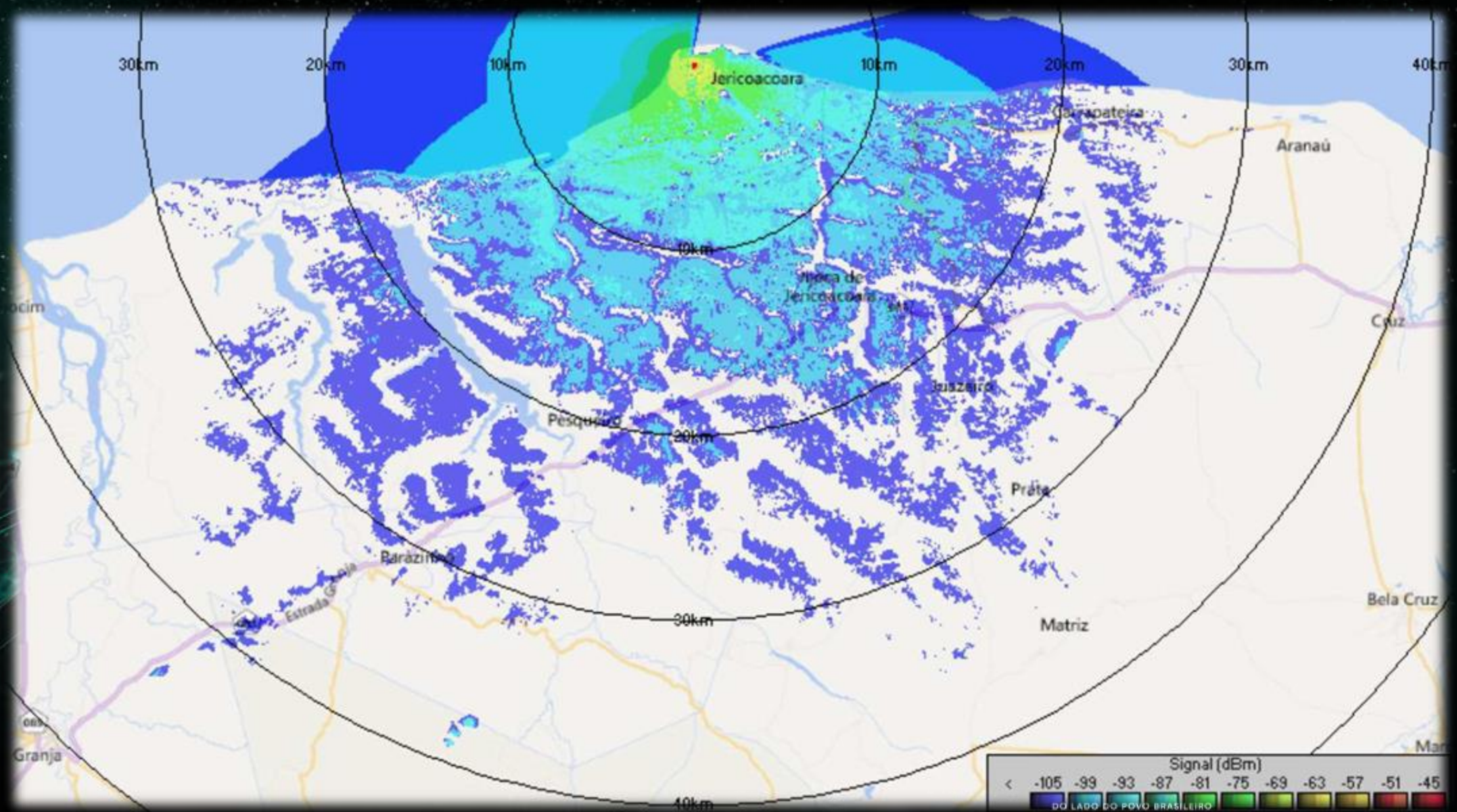
**GOVERNO  
DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

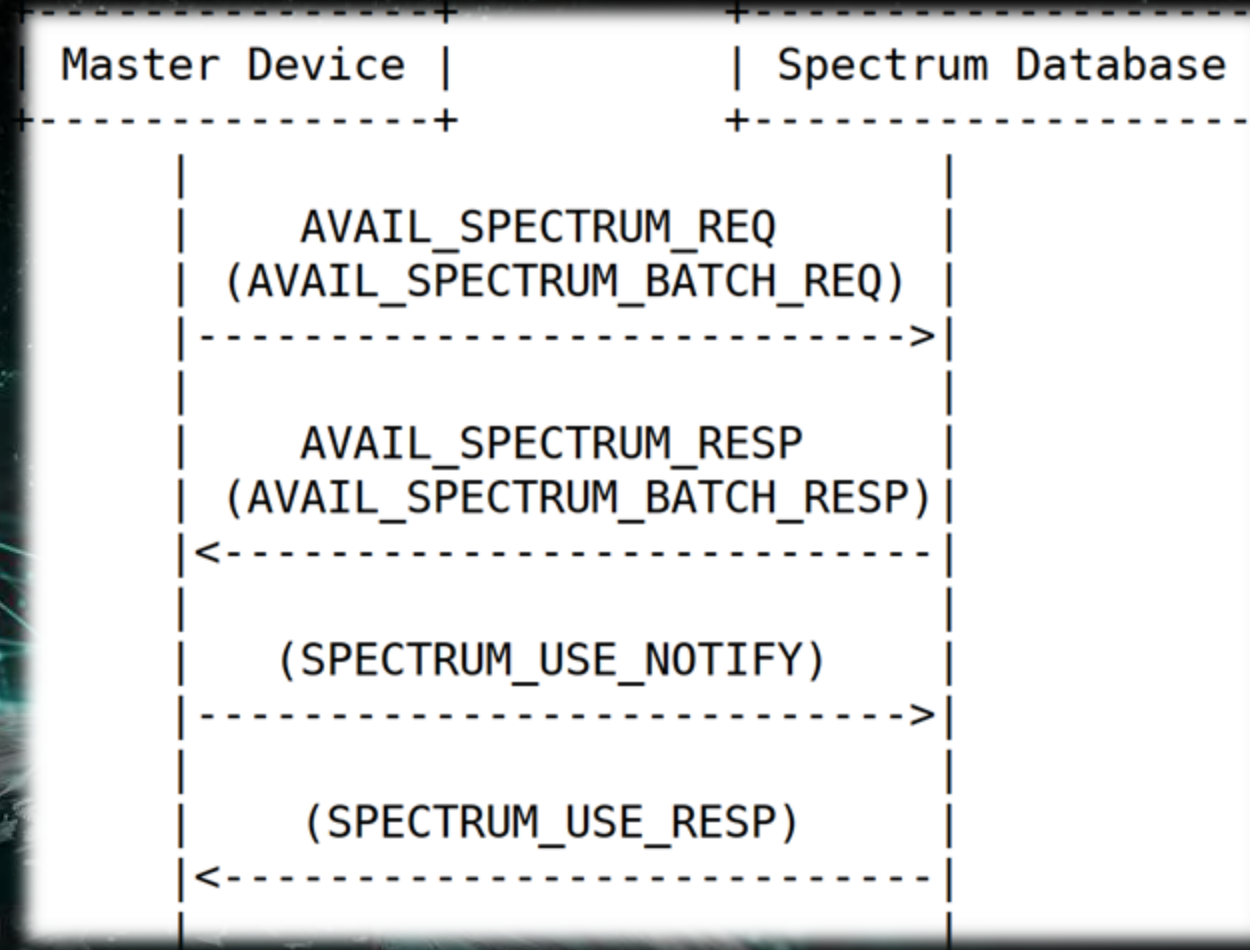


# Key Concept 2: Propagation Modeling





# Key Concept 3: RFC 7545 / PAWS Protocol



Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMBRAPII  
Iniciado em 2008, o xGMobile é o

**Inatel**

**FAPEMIG**

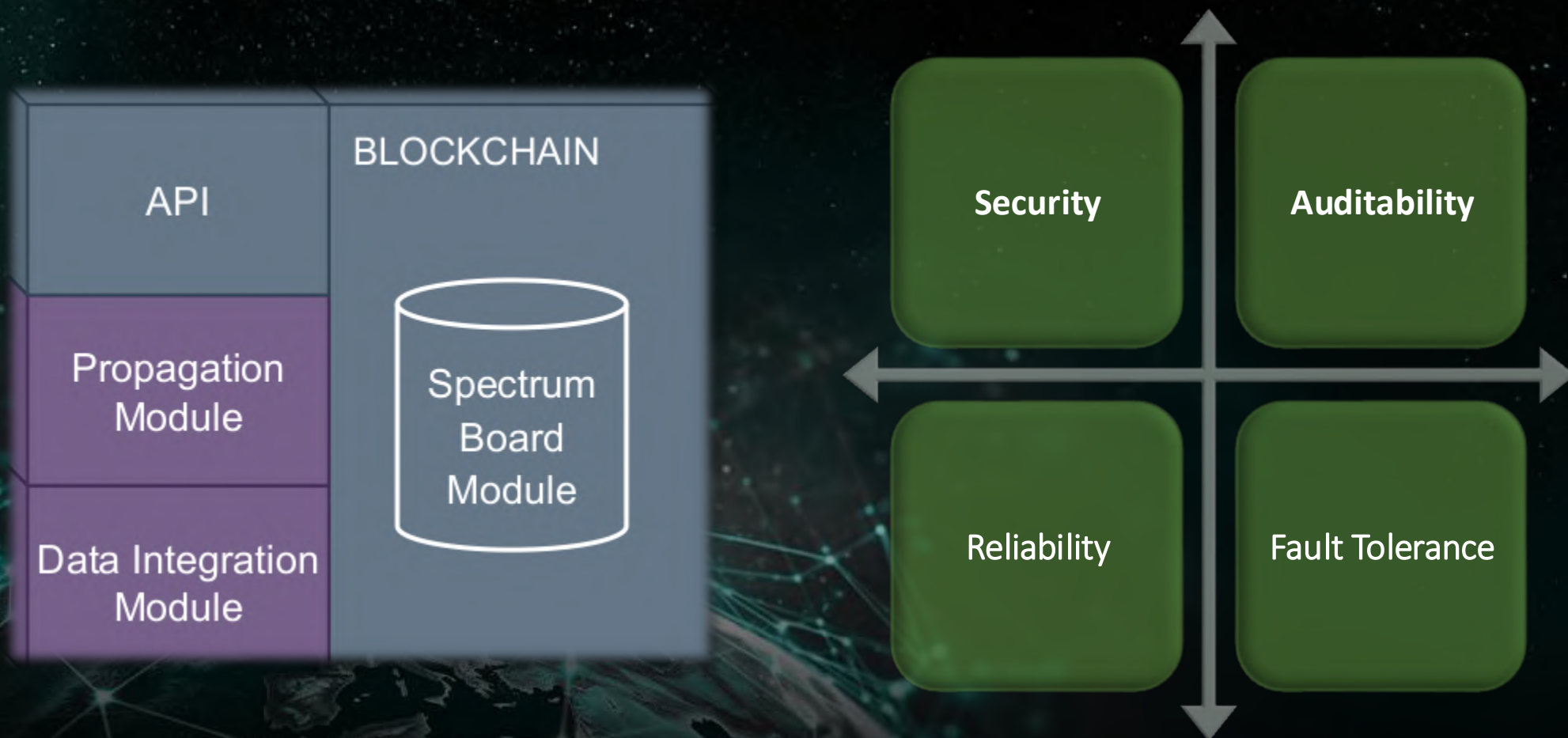
**EMBRAPII**  
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

**GOVERNO DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

# Key Concept 4 – Blockchain Database



Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMBRAPI  
Iniciado em 2010, o xGMobile é o

**Inatel**

**FAPEMIG**

**EMBRAPPI**  
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

**GOVERNO DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

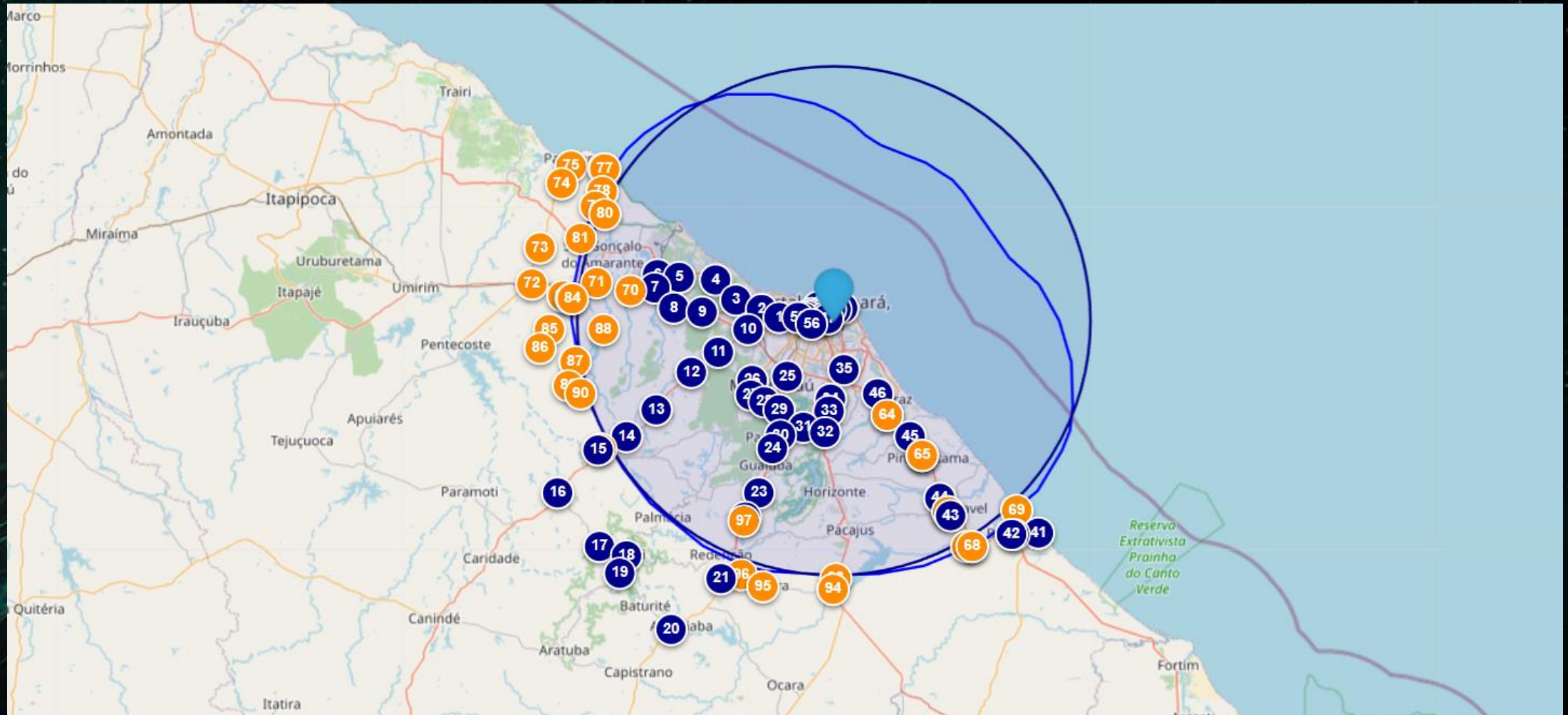
# Practical Results

Organized by:





# Field Measurements for Model Validation



Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMORAPI  
Instituto de Pesquisas em Telecomunicações e Redes (COPPE) UFRJ

**Inatel**

**FAPEMIG**

**EMBRAPPI**  
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação em Telecomunicações

**GOVERNO DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



# Field Measurements for Model Validation



Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMBRAPA  
Iniciativa em Rede (C3 e R3)

**Inatel**

**FAPEMIG**

**EMBRAPA**  
Empresa Brasileira de Pesquisa  
e Desenvolvimento

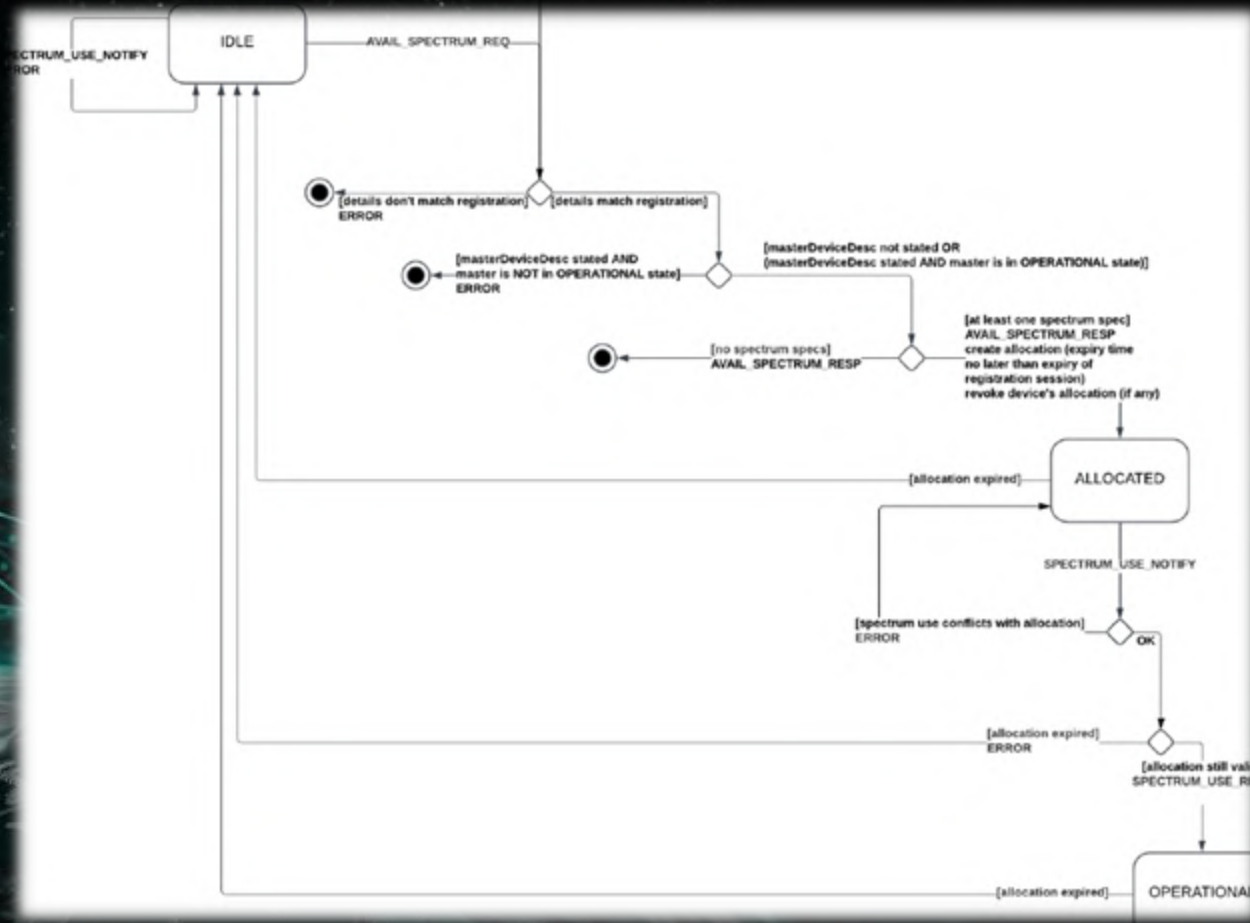
**GOVERNO  
DE MINAS**  
AQUI O TEMPO PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



# API Validation via External Consulting



Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMBRAPA  
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento

**Inatel**

**FAPEMIG**

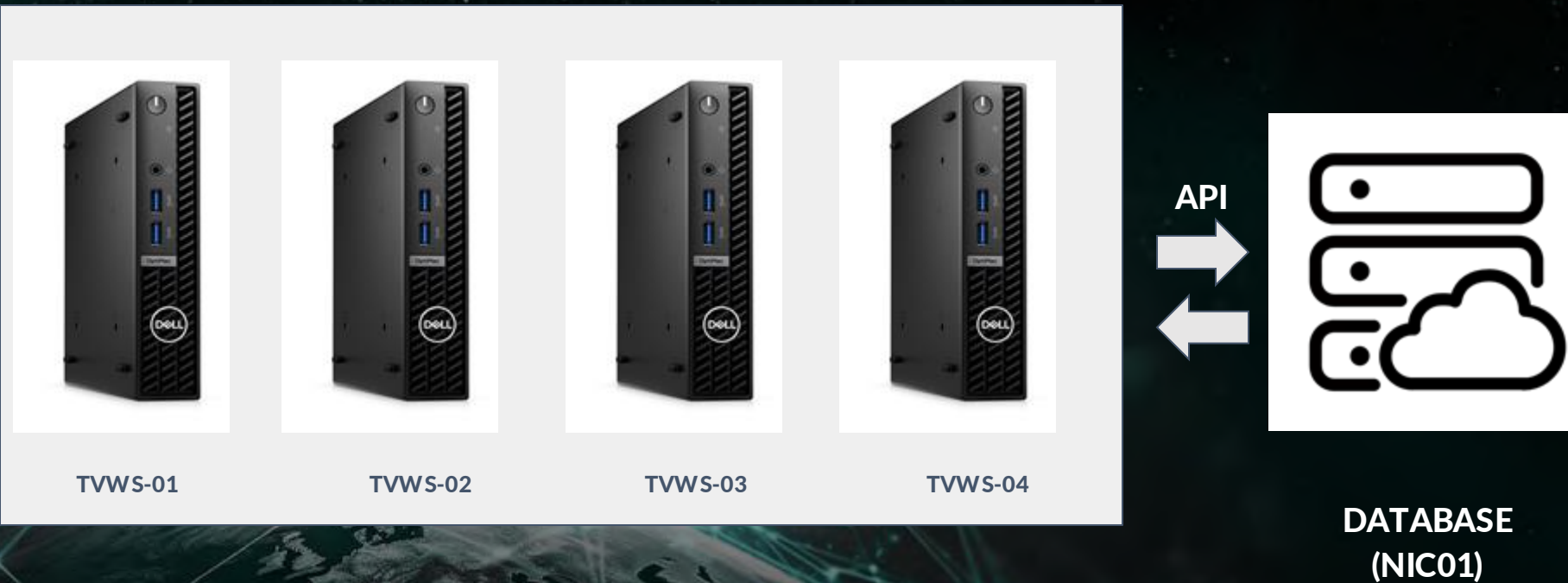
**EMBRAPA**  
Empresa Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento

**GOVERNO DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

# End-to-End Wi-Fi Prototyping



Organized by:

**xGMobile**  
Centro de Competência EMBRAPA  
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento

**Inatel**

**FAPEMIG**

**EMBRAPA**  
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

**GOVERNO DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



100  
 90  
 80  
 70  
 60  
 50  
 40  
 30  
 20  
 10  
 0

```
macbs@MACBS: ~/src/radio_interface
```

```
File Edit View Search Terminal Help
```

```
100      545    100     199   100    346       762    1325  --:--:--  -:--:-  --:--:~  2080
```

```
curl -X POST -H "Content-Type: application/json" -d '{"jsonrpc":"2.0","method":"sp
ectrum.paws.getSpectrum","params":{"type":"'AVAIL_SPECTRUM_REQ'", "version": "1.0", "deviceDesc":{"serialNu
mber":"'fbbf-bae3-c8c5706745e3'", "fccId":"'14d8610a-9eea'", "rulesetIds":["FccTvBandWhiteSpace-2010"]}, "loc
ation":{"point":{"center":{"Latitude":-22.19764,"Longitude":-45.74194}}},"antenna":{"height":10.2,"hei
ghtType":"'AGL'", "antennaDirection":{"zenith":10.1,"azimuth":12.1},"antennaRadiationPattern":[[11.1, 11.
1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.
1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.1, 11.
1, 11.1, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.
2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.2, 22.
2, 22.2, 22.2], "antennaPolarization":"'v'"},"id":"'001'"}' http://200.160.6.8/api/ > /home/macbs/src/rad
io_interface/Database_Communication/AVAIL_SPECTRUM_RESP_0.json
```

```
% Total      % Received % Xferd Average Speed Time Time Time Current
                  Dload Upload Total Spent Left Speed
100 2074 100 1174 100 900 100 76 0:00:11 0:00:11 --:--:~ 261
```

```
Exception in Tkinter callback
Traceback (most recent call last):
  File "/usr/lib/python3.6/tkinter/__init__.py", line 1705, in __call__
    return self.func(*args)
```

**xG Mobile**  
Centro de Competência EMBAPI  
www.xgmobile.com.br



**GOVERNO  
DE MINAS**  
AQUI O TREM PROSPERA

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO  
**BRASIL**  
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

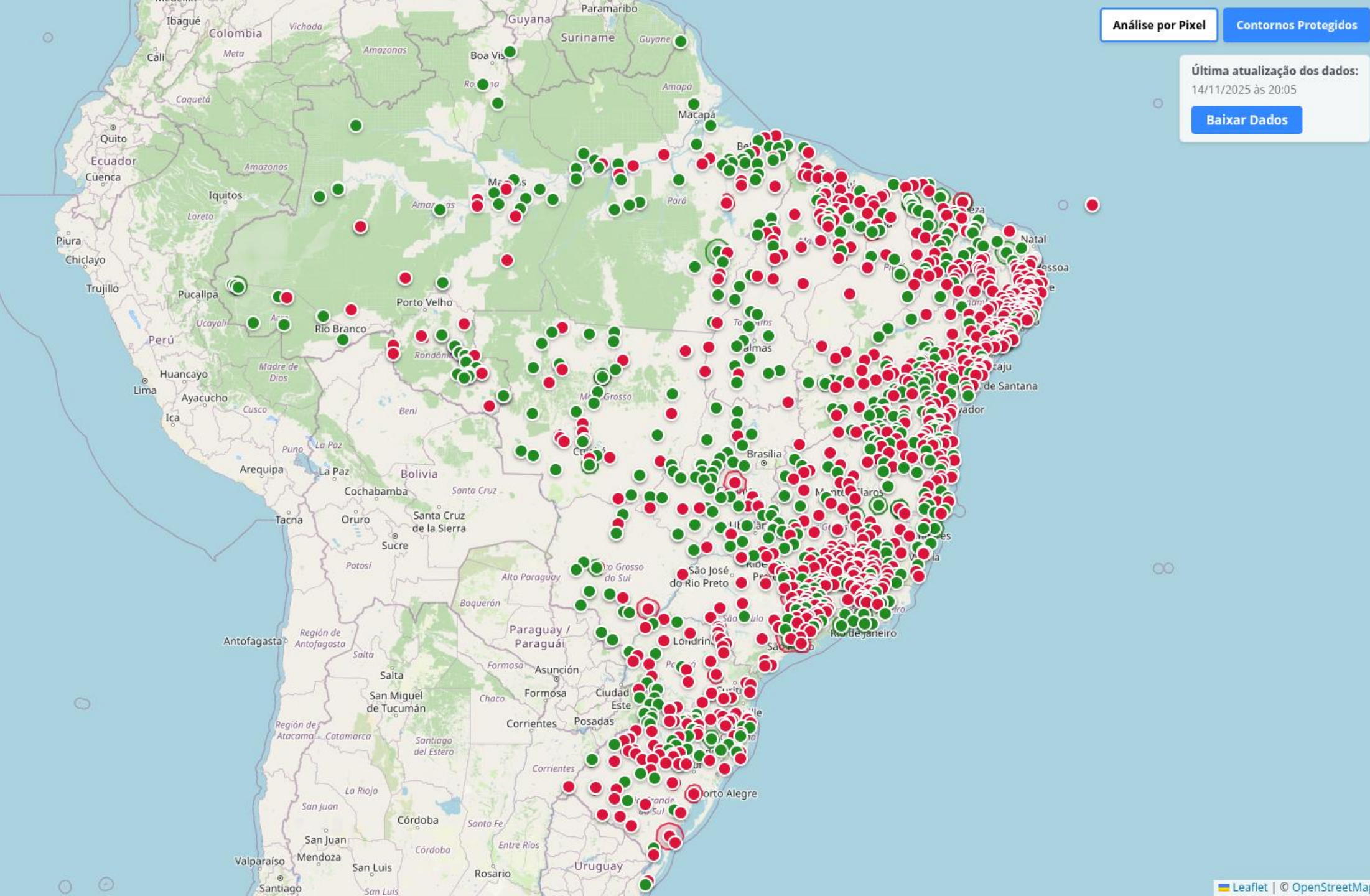
# Tool for TVWS Spectrum Analysis

Beta Version: [www.fiquespectro.com.br/mapa](http://www.fiquespectro.com.br/mapa)

Organized by:







Análise por Pixel

Contornos Protegidos

Última atualização dos dados:

14/11/2025 às 20:05

Baixar Dados

Exibindo 100809 pixels.

## Contornos Protegidos

Radiais Faltantes

Com Contornos Protegidos

Por Município





Última atualização dos dados:  
14/11/2025 às 20:05

**Baixar Dados**

**Transmissor 57dbab9950ce0**  
**Canal:** 35  
**Classe:** E  
**ERP:** 172.1001  
**Entidade:** TV JANGADEIRO LTDA  
**Fistel:** 50405995954  
**Município:** Fortaleza/CE  
**Serviço:** TV-C4  
**Coordenadas:** -3.746470, -38.498520

- Radiais Faltantes

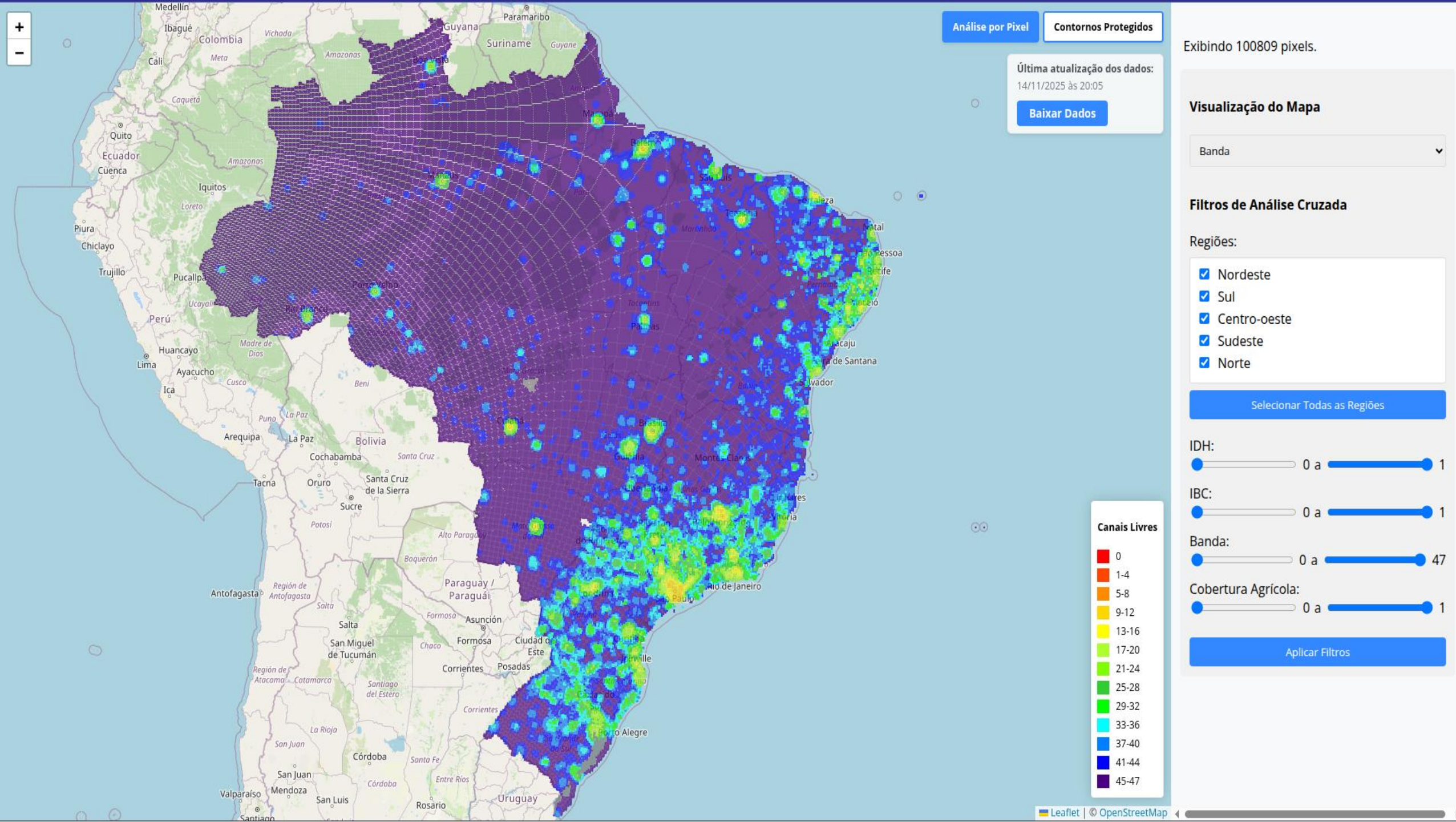
- Com Contornos F
- ☐ Canal 12 - TV-
  - ☐ Canal 14 - TV-
  - ☐ Canal 19 - TV-
  - ☐ Canal 21 - TV-
  - ☐ Canal 22 - TV-
  - ☐ Canal 23 - TV-
  - ☐ Canal 31 - TV-
  - ☒ Canal 35 - TV-
  - ☐ Canal 39 - TV-
  - ☐ Canal 40 - TV-
  - ☐ Canal 46 - TV-
  - ☐ Canal 47 - TV-
  - ☐ Canal 49 - TV-
  - ☐ Canal 51 - TV-

Fortim (4)

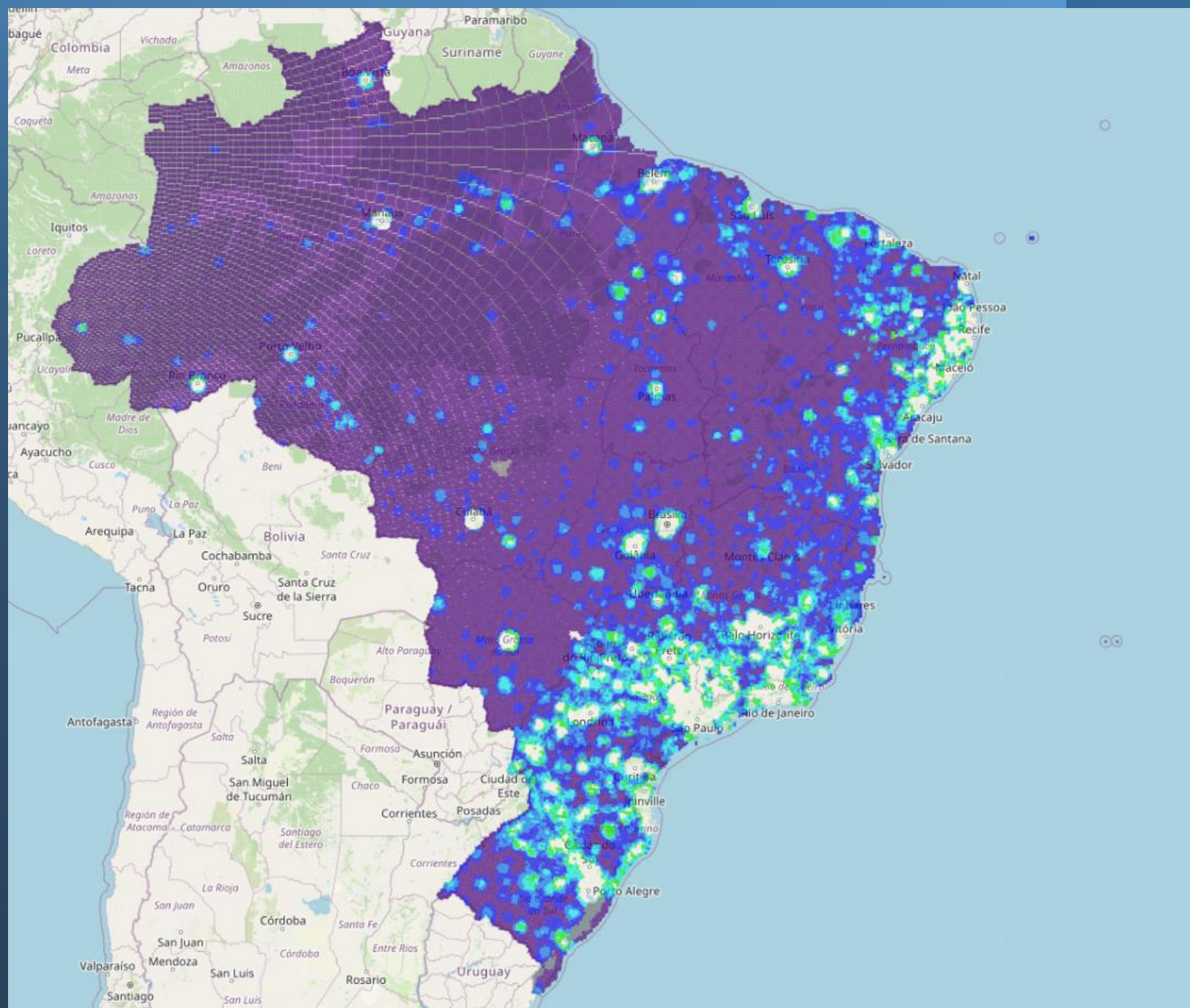
Frecheirinha (1)

General Sampaio

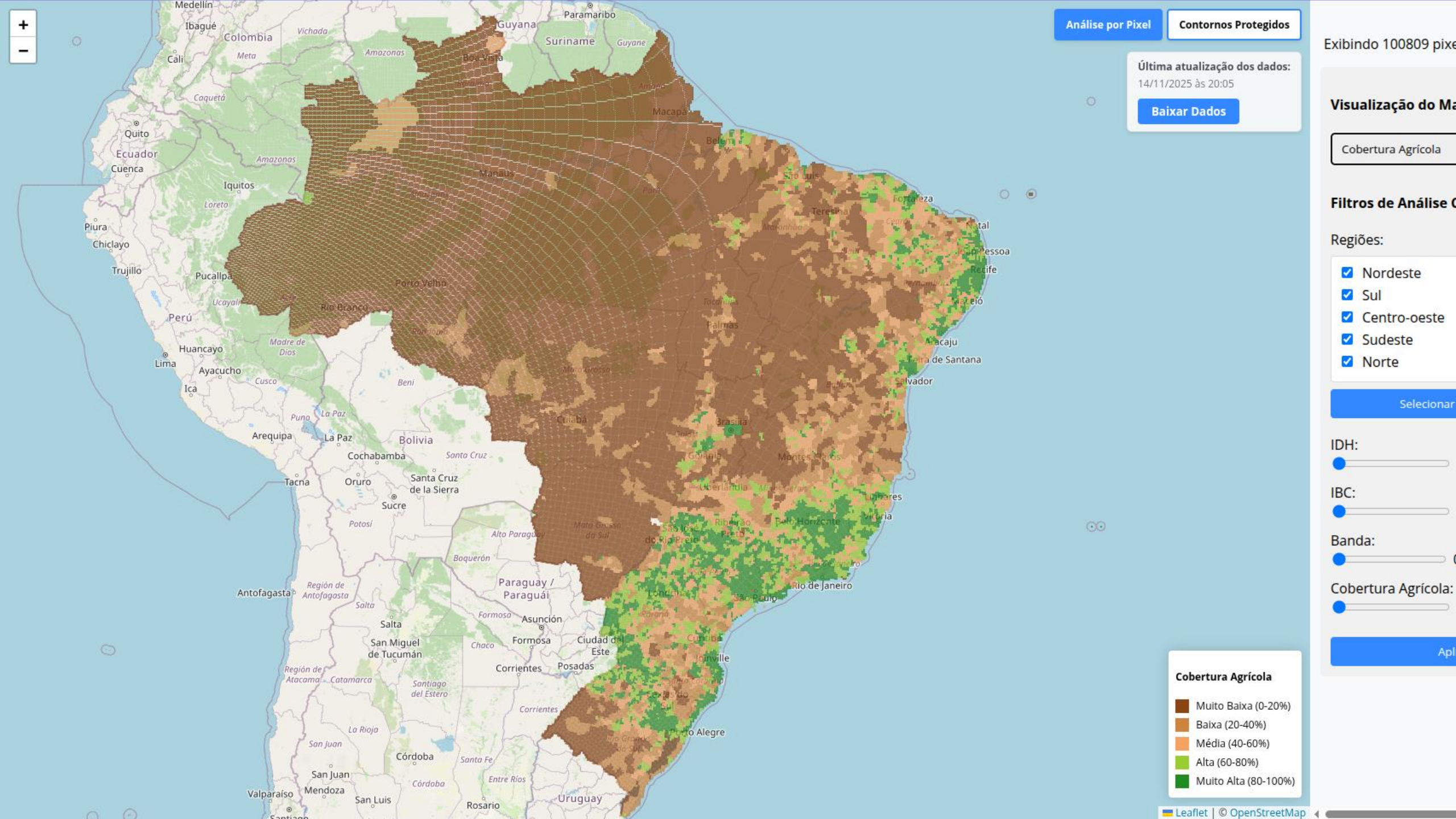














Baixar Dados

Visuali

Banda

Filtros

Regiões

- ☒ No
- ☒ Su
- ☒ Ce
- ☒ Su
- ☒ No

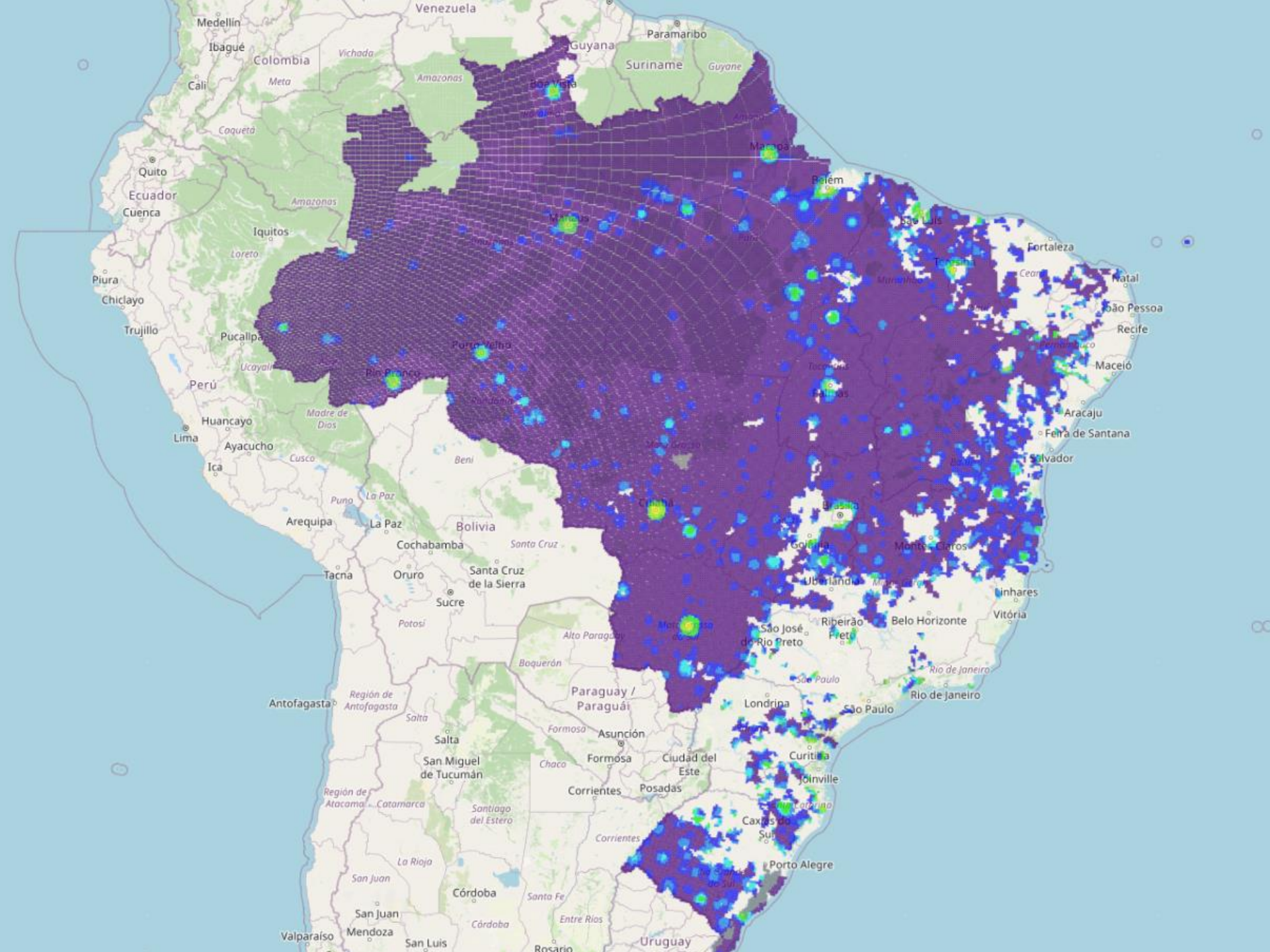
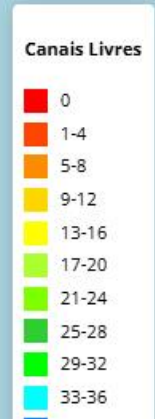
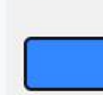


IDH:

IBC:

Banda:

CoBERT





# Thank You!

Also to my Co-PIs:

Dr. Carlos Silva  
(UFC)

Prof. Thiago Nóbrega  
(UFCG)

and the Project Team



*Inatel*

