

Análise geoespacial de cobertura pluviométrica e telefônica com base em cadastro de ativos do segmento de distribuição elétrica via análises de BDGD – ID 1078

Autores: *Caio Nahuel Sousa Fagonde; Thais Cardoso Franco; Gabriel Maia de Assis*

Coautores: *Lindemberg Nunes Reis; Sunny Jonathan*

Empresa: *Quasar Space*

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

SENDI
2025
BELO HORIZONTE



Introdução

- A necessidade de uma rede robusta de **monitoramento climático**, assim como a infraestrutura para **comunicação de dados**, é imprescindível para garantir a resiliência de redes de distribuição de energia.
- Desta forma, o presente trabalho apresenta uma **análise geoespacial de estações pluviométricas**, junto com a **malha de cobertura telefônica** nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, para avaliar as atuais condições de monitoramento para distribuidoras na região.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



Introdução

- Desta forma, torna-se possível identificar **zonas de vulnerabilidade** nas áreas de concessão de cada distribuidora.
- A análise é baseada no cadastro de **ativos do segmento de distribuição elétrica** e utiliza tecnologias baseadas em **técnicas geoespaciais** e dados georreferenciados disponíveis na Base de Dados Geográficos da Distribuidora (**BDGD**).
- Concessões abarcadas:
 - CPFL Paulista
 - CPFL Piratininga
 - CPFL Santa Cruz
 - EDP
 - Enel SP
 - LIGHT
 - Enegisa Sul/Sudeste
 - Neoenergia Elektro
 - Enel RJ

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



Introdução

- Desta forma, torna-se possível identificar **zonas de vulnerabilidade** nas áreas de concessão de cada distribuidora.
- A análise é baseada no cadastro de **ativos do segmento de distribuição elétrica** e utiliza tecnologias baseadas em **técnicas geoespaciais** e dados georreferenciados disponíveis na Base de Dados Geográficos da Distribuidora (**BDGD**).

- Concessões abarcadas:
 - CPFL Paulista
 - CPFL Piratininga
 - CPFL Santa Cruz
 - EDP
 - Enel SP
 - LIGHT
 - Enegisa Sul/Sudeste
 - Neoenergia Elektro
 - Enel RJ

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

Metodologia

- A primeira parte do levantamento consiste na **obtenção e visualização de dados de cobertura pluviométrica e telefônica** na região de análise.
- Neste caso, considerou-se pluviômetros e PCDs (Plataformas de Coleta de Dados) pertencentes ao **CEMADEN, INMET, DECEA e ANA**.



Fig 1. Fontes de dados

pluviométricos.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

Metodologia

- Para dados de torres telefônicas, considerou-se o registro oficial de ERBs (Estações Rádio-Base) da ANATEL.

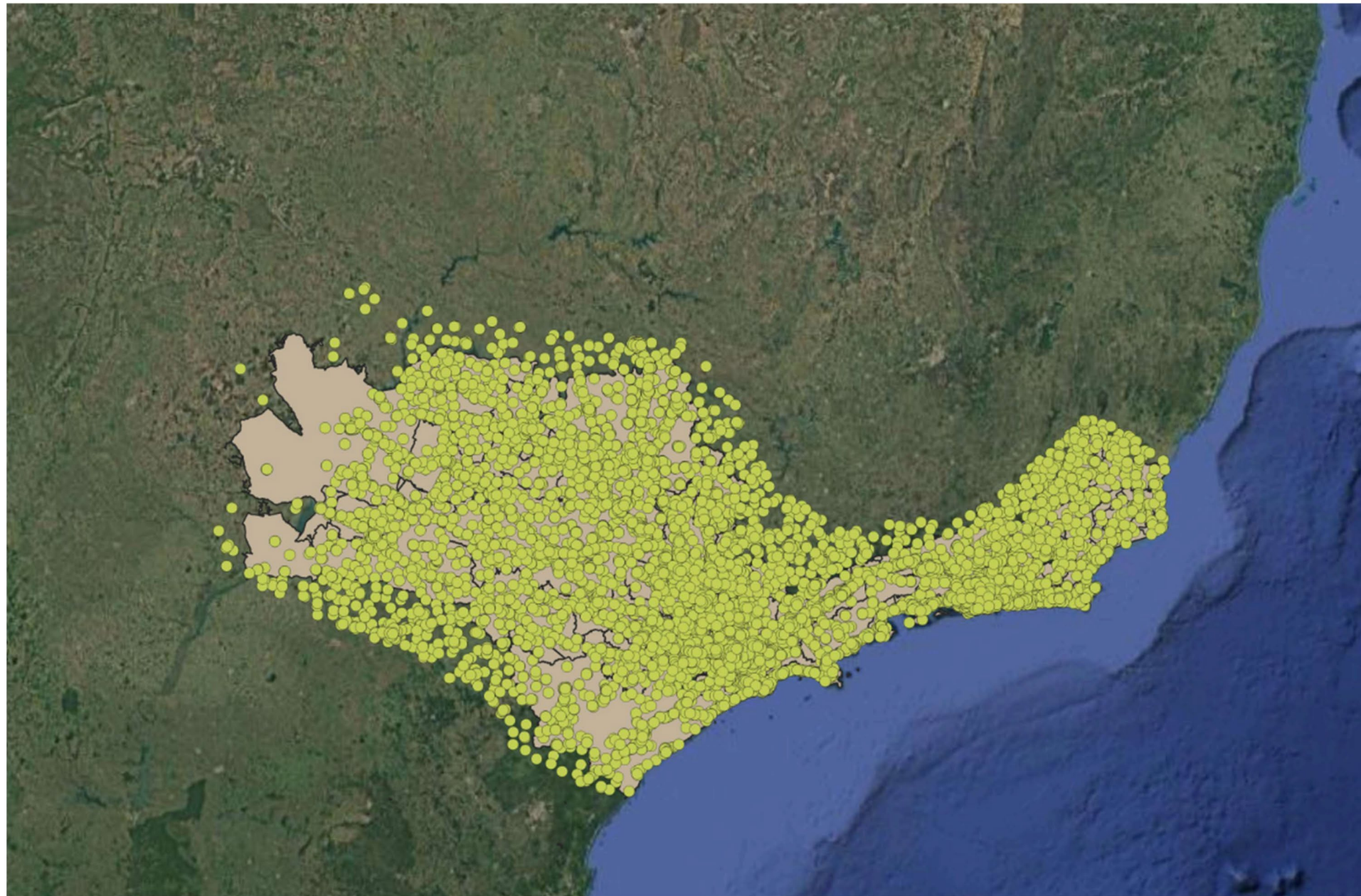


Fig 2. Distribuição de torres telefônicas na região de análise.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

Polígonos de Voronoi

- **Polígonos de Voronoi** (ou Diagrama de Thiessen) são utilizados para obter uma **região de influência** para cada respectivo ponto em um conjunto de pontos.
- Ela pode ser utilizada para identificar **zonas de melhor ou pior cobertura pluviométrica** a partir da densidade de sensores.

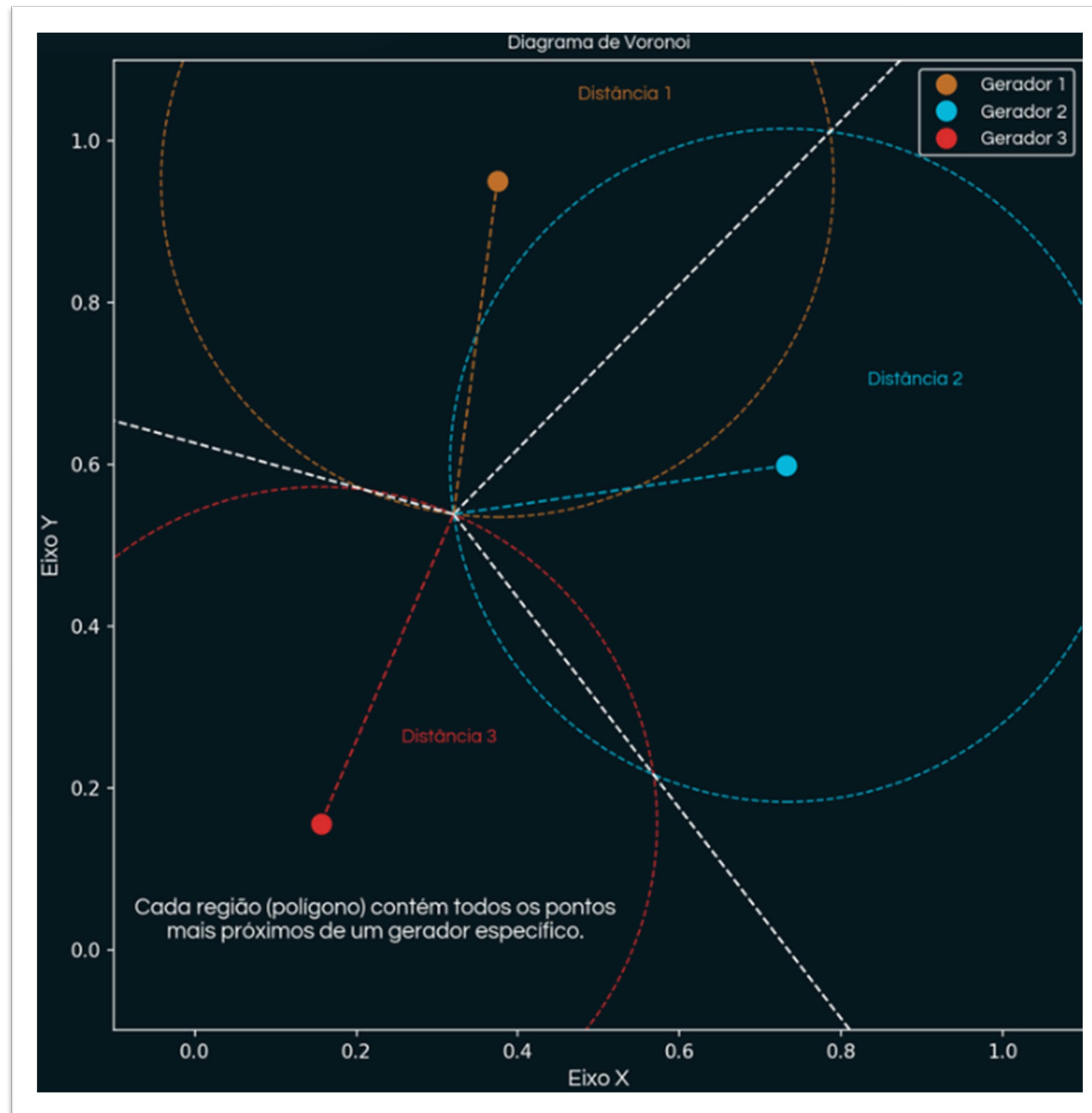


Fig 3. Análise de Voronoi .

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

Identificação de lacunas

- Para a identificação de lacunas de cobertura telefônica, assumiu-se um **raio médio de alcance de 10km para cada torre**, e analisou-se a **diferença vetorial entre a região total coberta e a extensão da área analisada**.

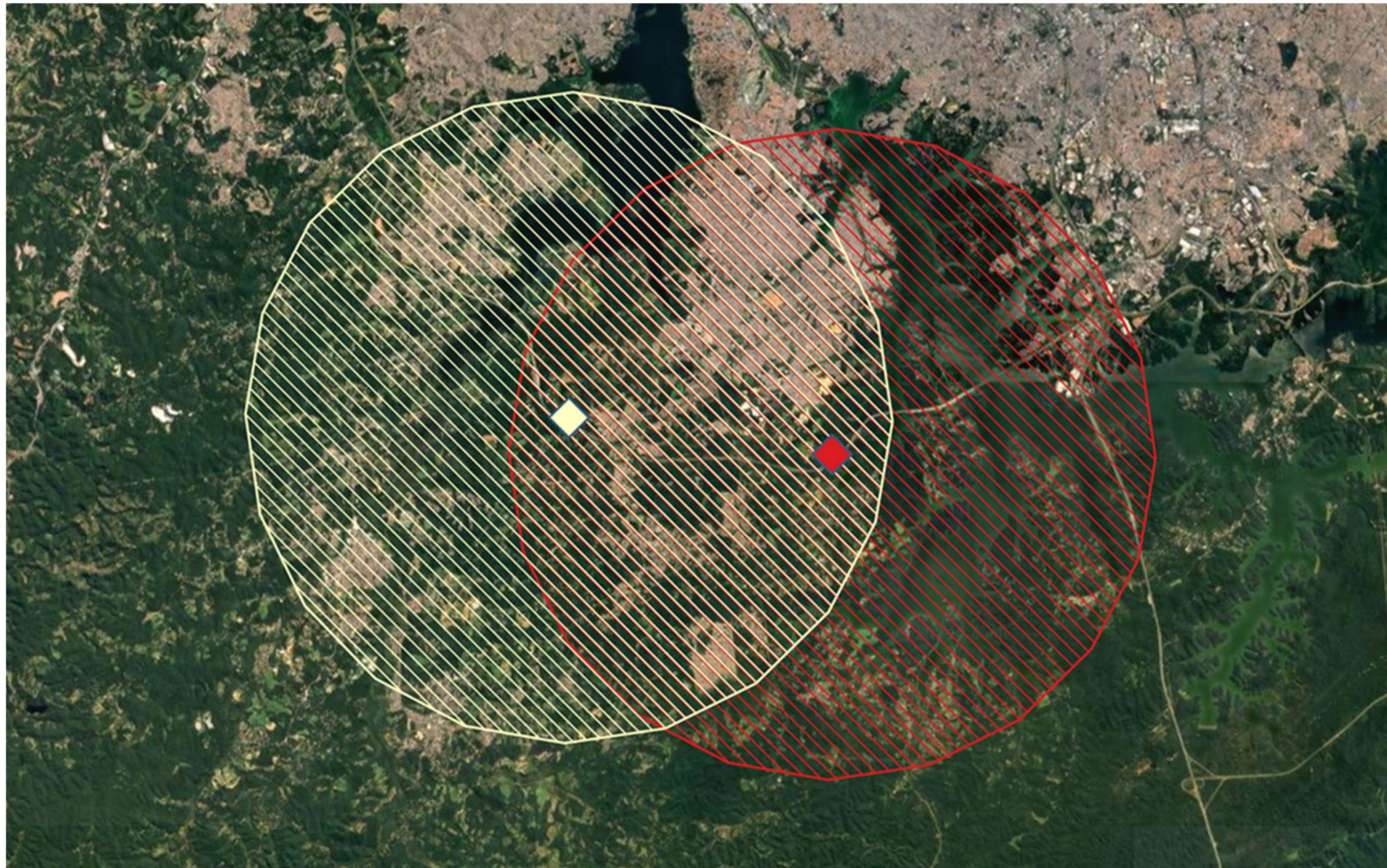


Fig 4. Análise vetorial de cobertura

telefônica .

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

Resultados

- Entre os resultados, destacam-se os mapas de Voronoi gerados para análise de cobertura pluviométrica, e a identificação de zonas de fraca cobertura telefônica.
- Estes podem ser aplicados a nível estadual, ou para cada concessão individual.

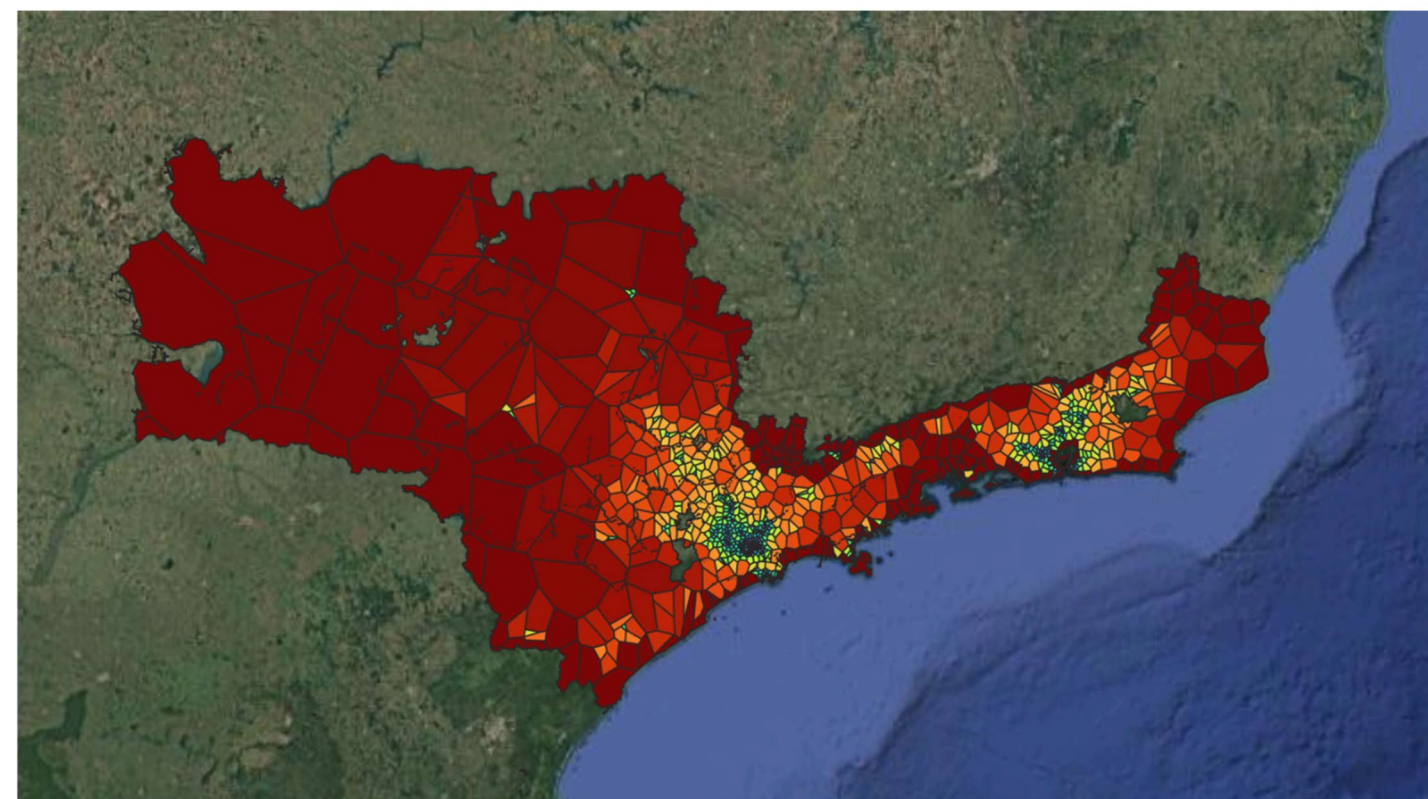


Fig 5. Mapa de Voronoi SP-RJ.

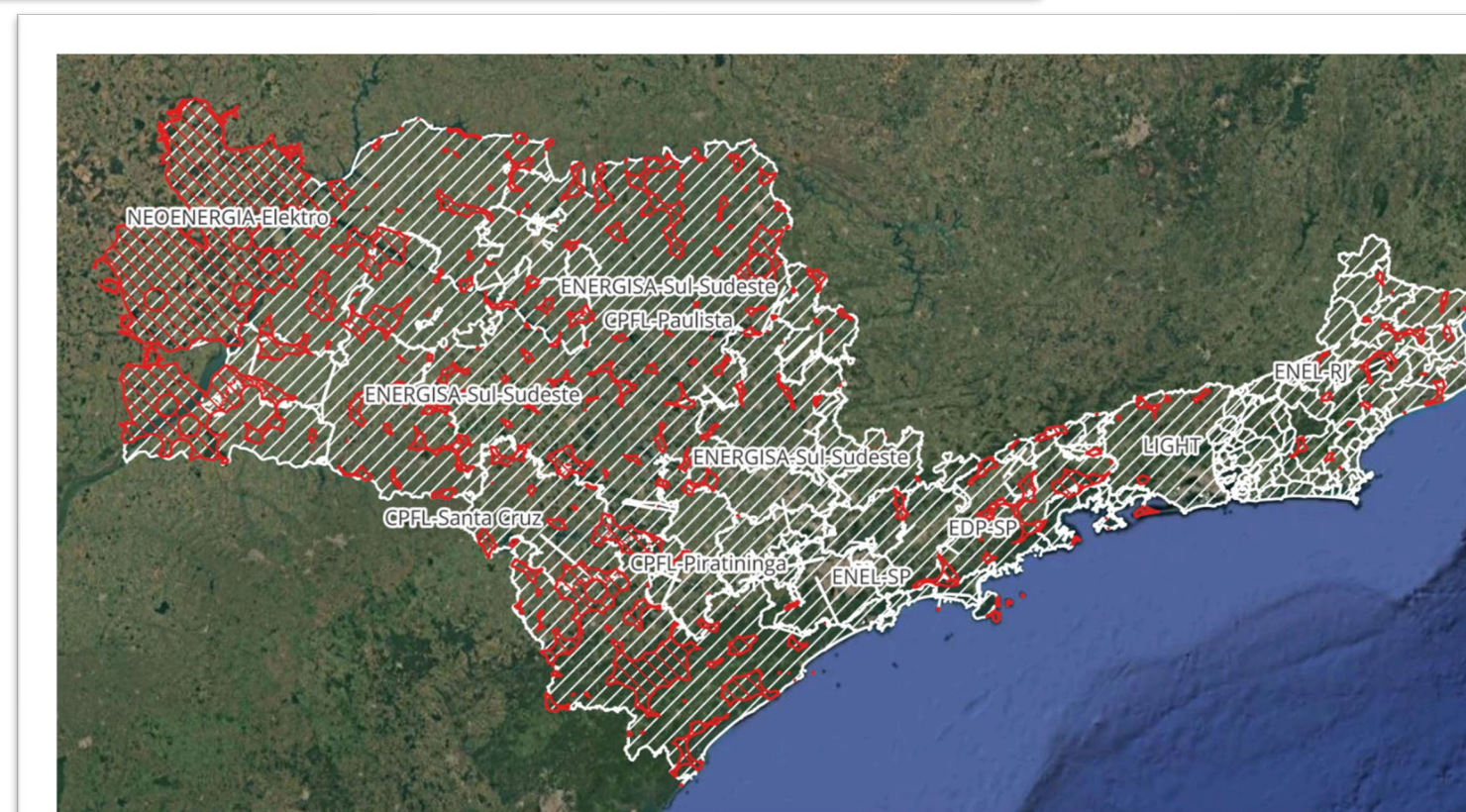


Fig 6 Lacunas de cobertura telefônica SP-RJ.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

Mapa de Voronoi

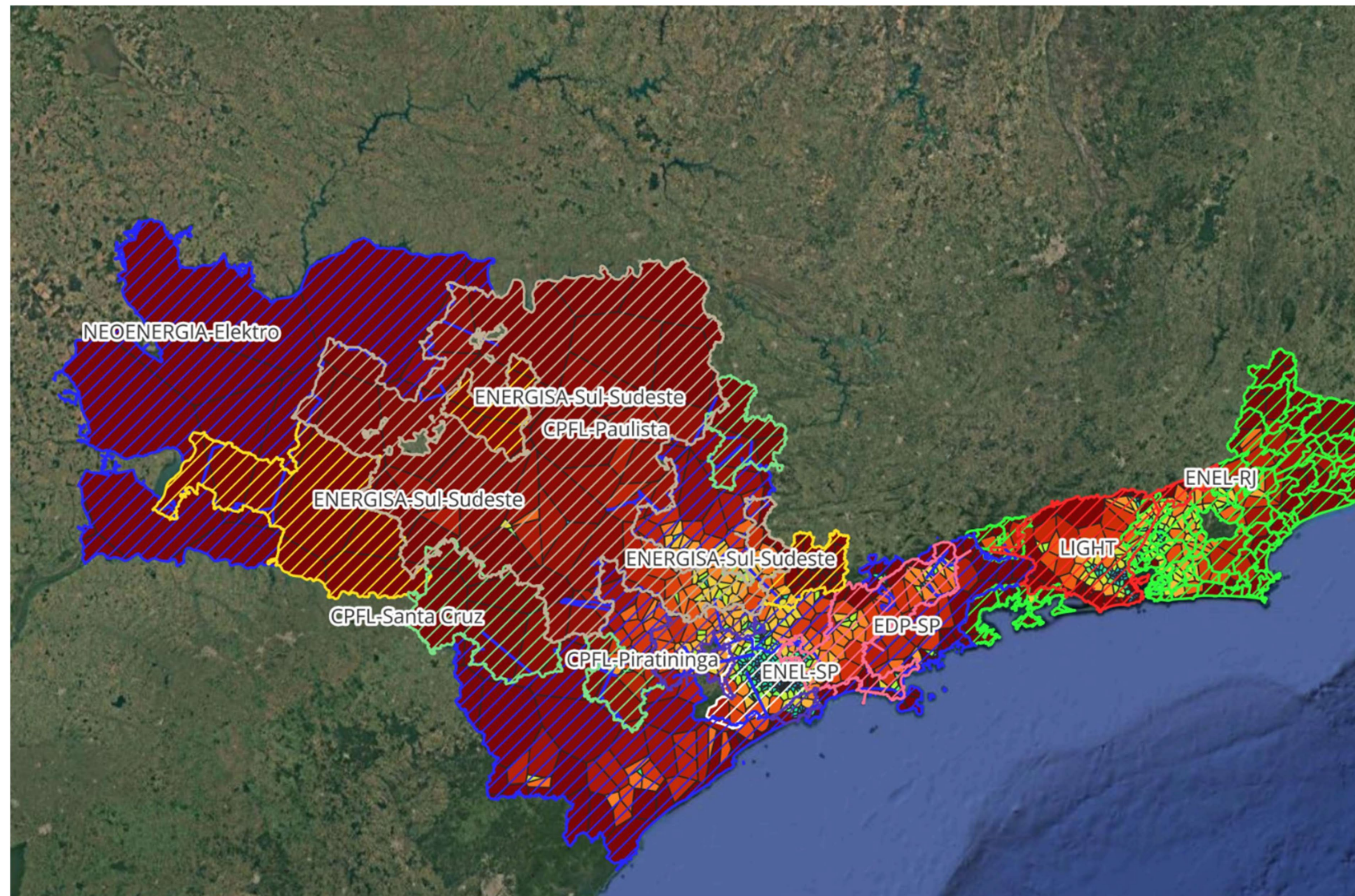


Fig 7 Mapa de Voronoi destacando, em branco, o nome de cada distribuidora. As diferentes áreas de concessão estão coloridas de forma sortida, e por baixo o mapa de calor indica a densidade de cobertura pluviométrica, com azul para regiões de melhor cobertura, e vermelho para regiões de pior cobertura.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

CPFL Paulista

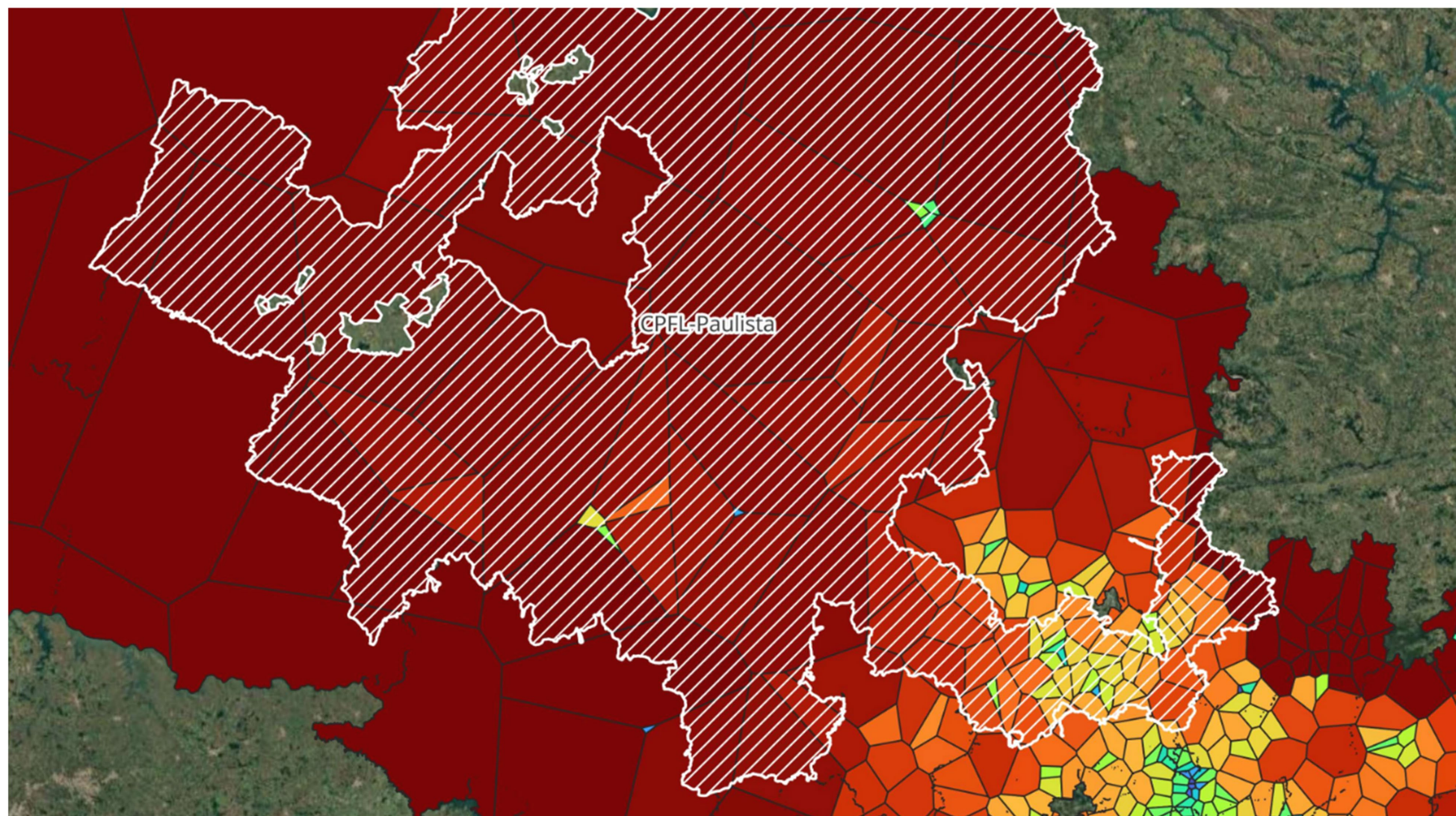


Fig 8 Mapa de Voronoi a concessão da CPFL Paulista. Observa-se que regiões interiores apresentam uma infraestrutura pública pior de monitoramento.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

CPFL Piratininga

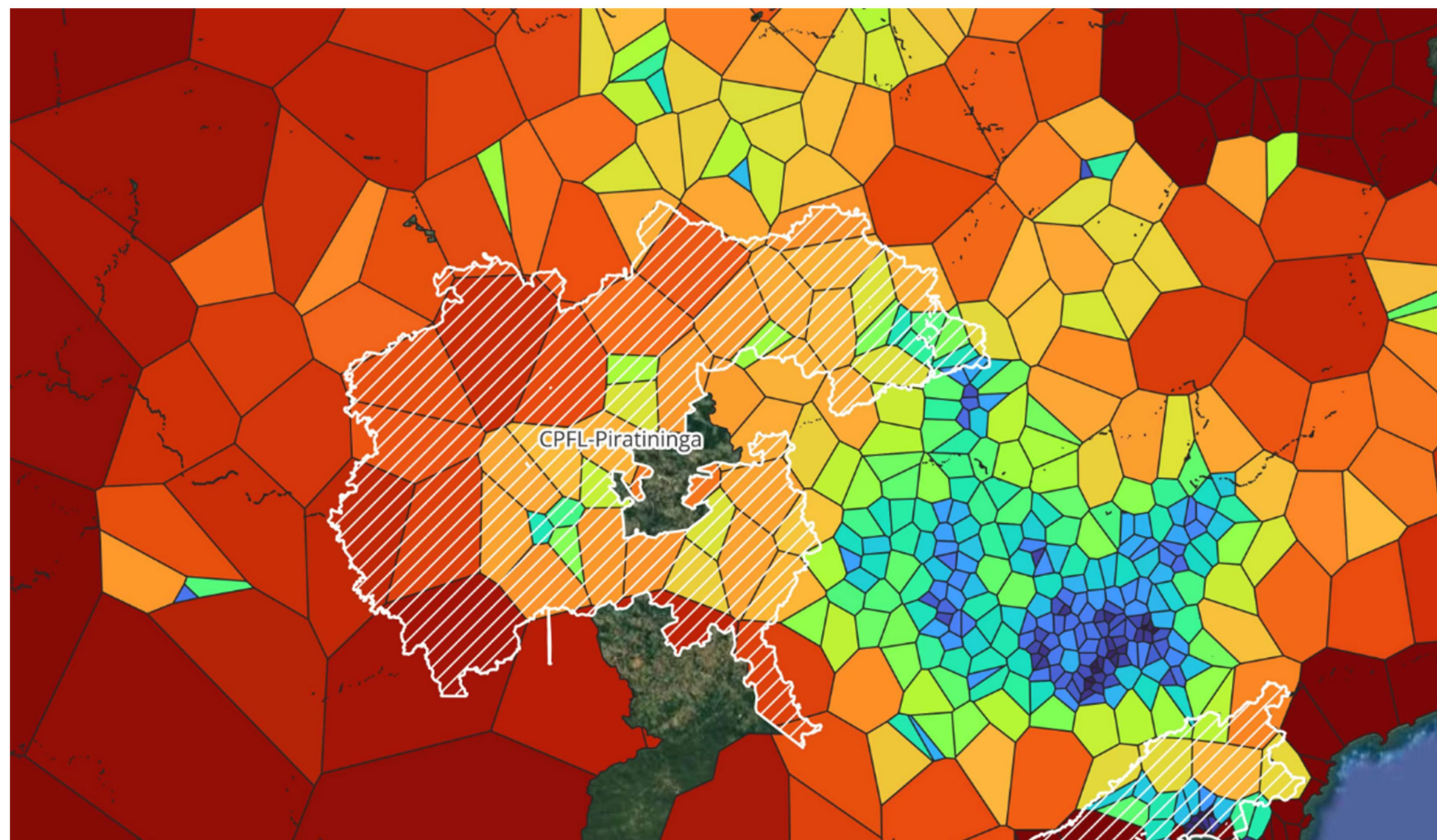


Fig 9 Mapa de Voronoi a concessão da CPFL Piratininga . Observa-se a alta densidade de cobertura pluviométrica próximo à região metropolitana.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

EDP-SP

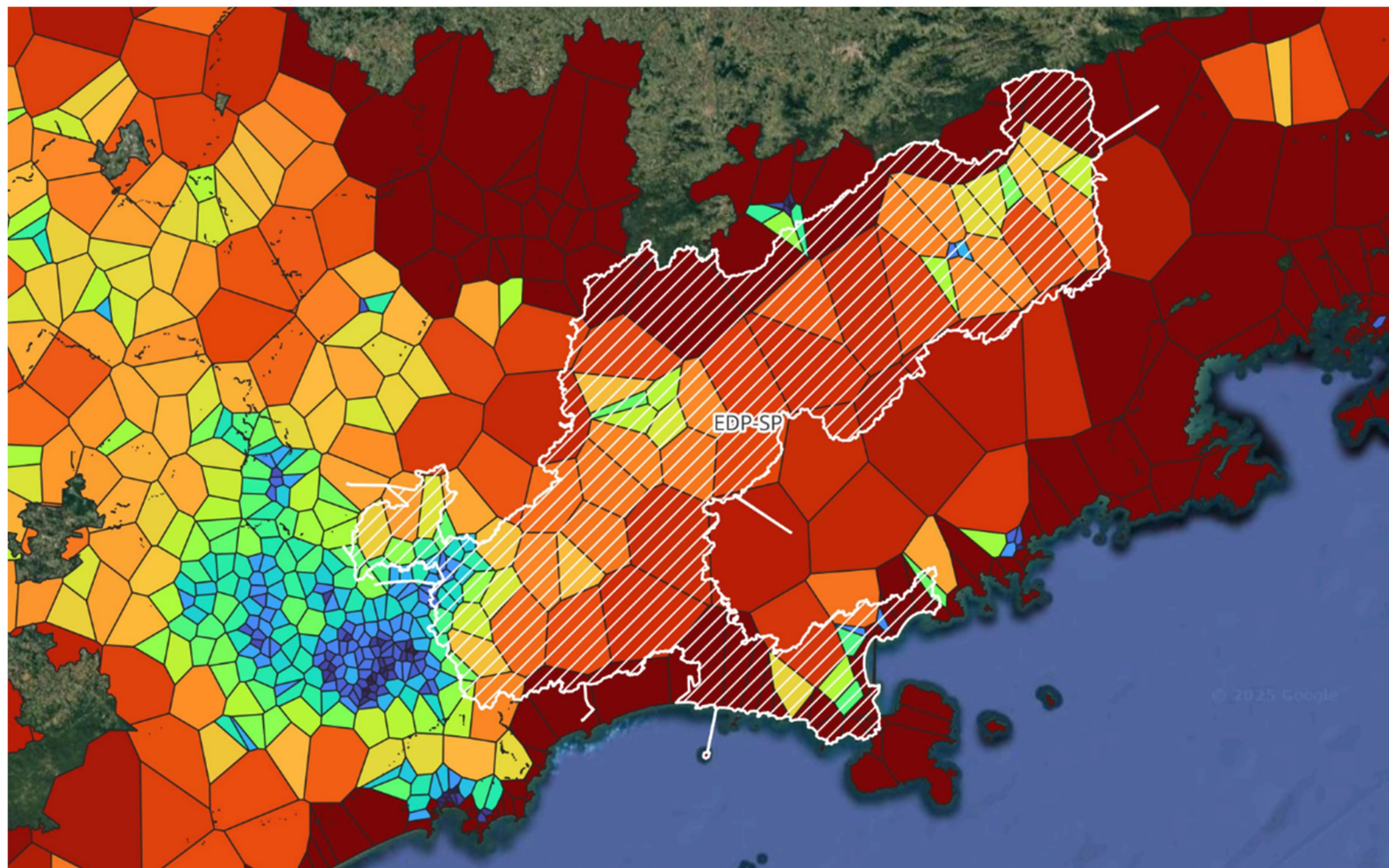


Fig 10 Mapa de Voronoi da EDP-SP .

Novamente, observa-se a alta densidade de pontos de cobertura pluviométrica próximo à região metropolitana de São Paulo.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

ENEL-RJ

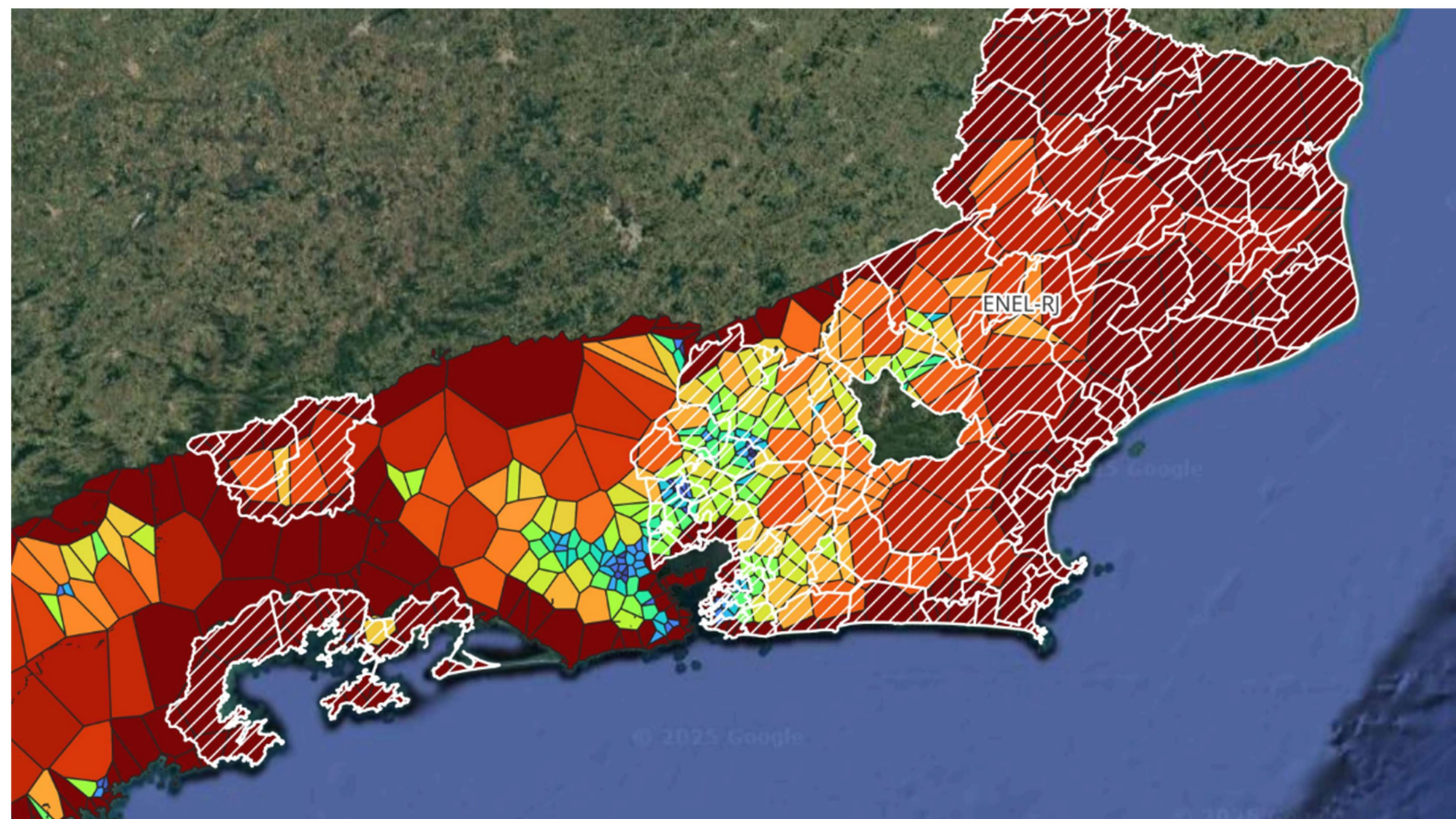


Fig 11 Mapa de Voronoi da ENEL-RJ.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

ENEL-SP

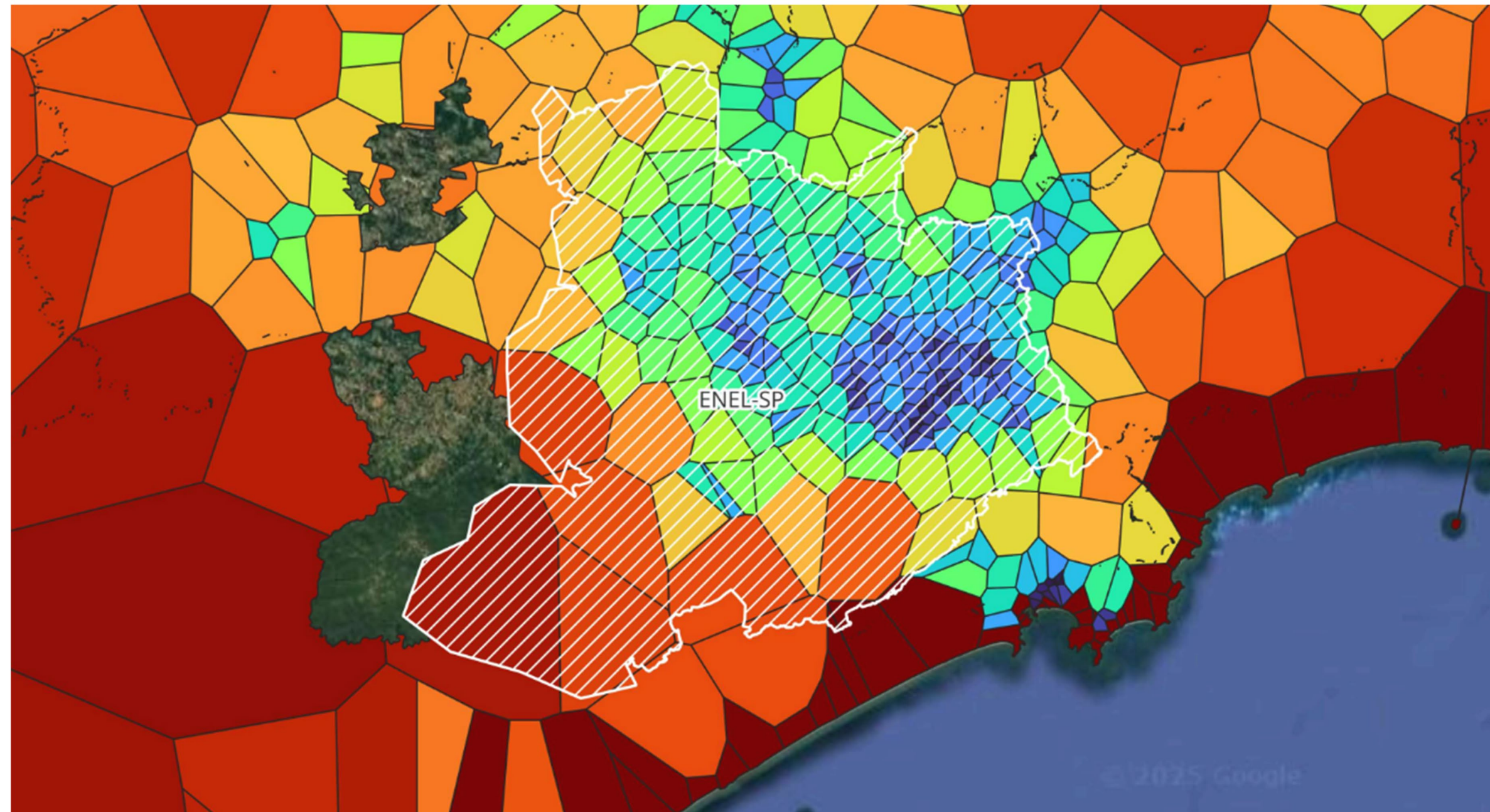


Fig 12 Mapa de Voronoi da ENEL-SP.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

LIGHT

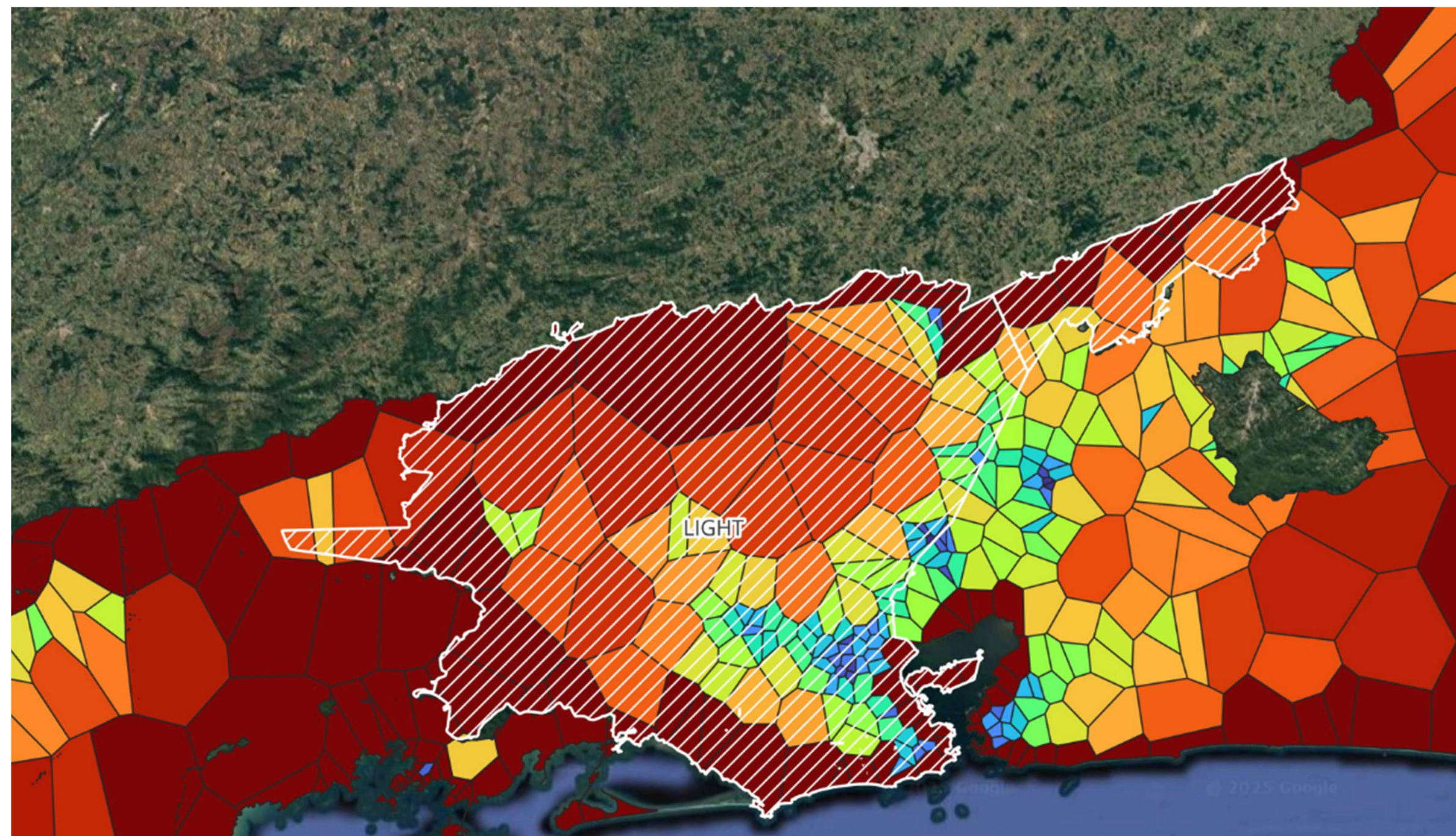


Fig 13 Mapa de Voronoi da LIGHT.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

NEOENERGIA ELEKTRO

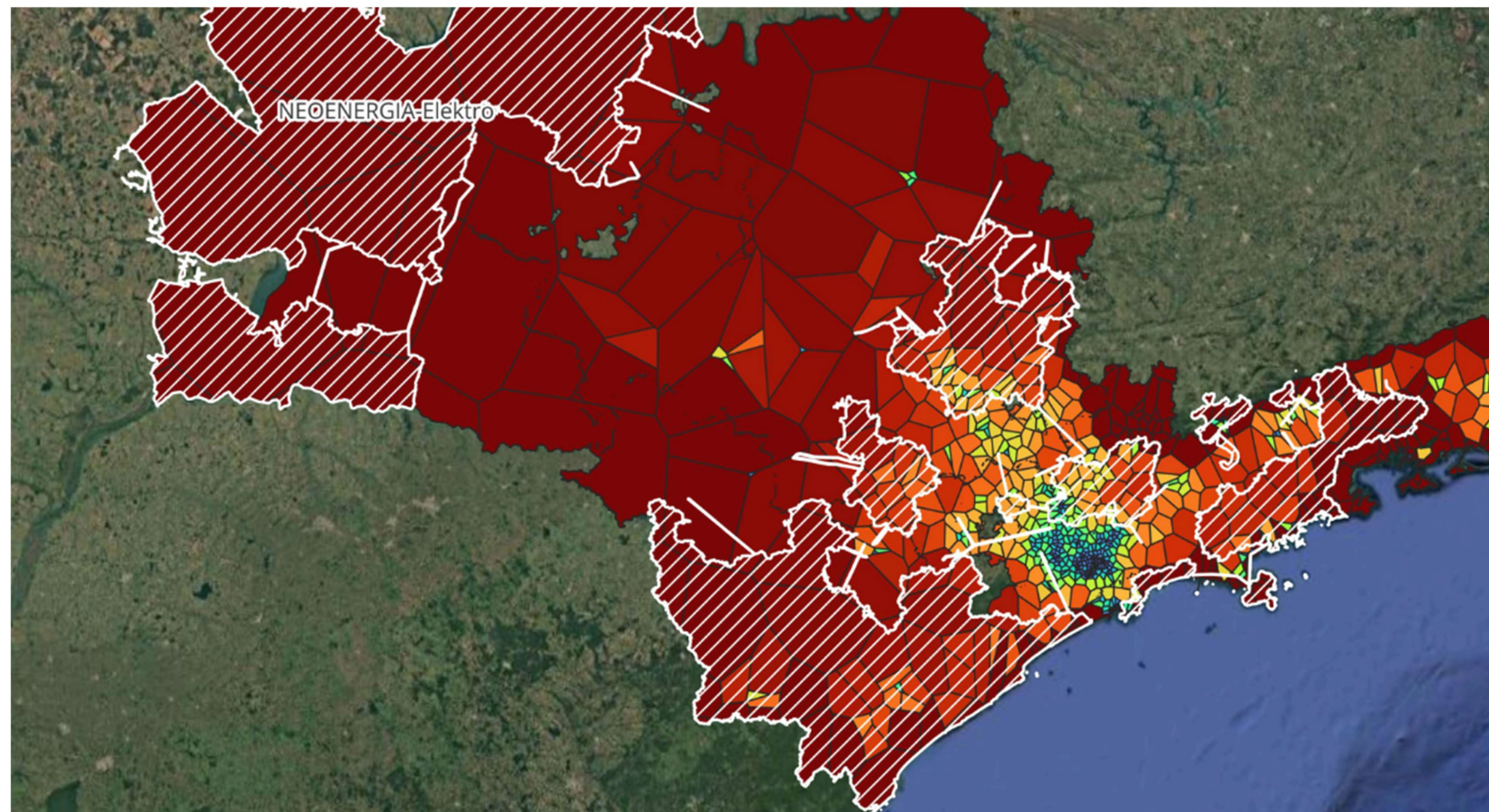


Fig 14 Mapa de Voronoi da NEOENERGIA ELEKTRO.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

Cobertura telefônica

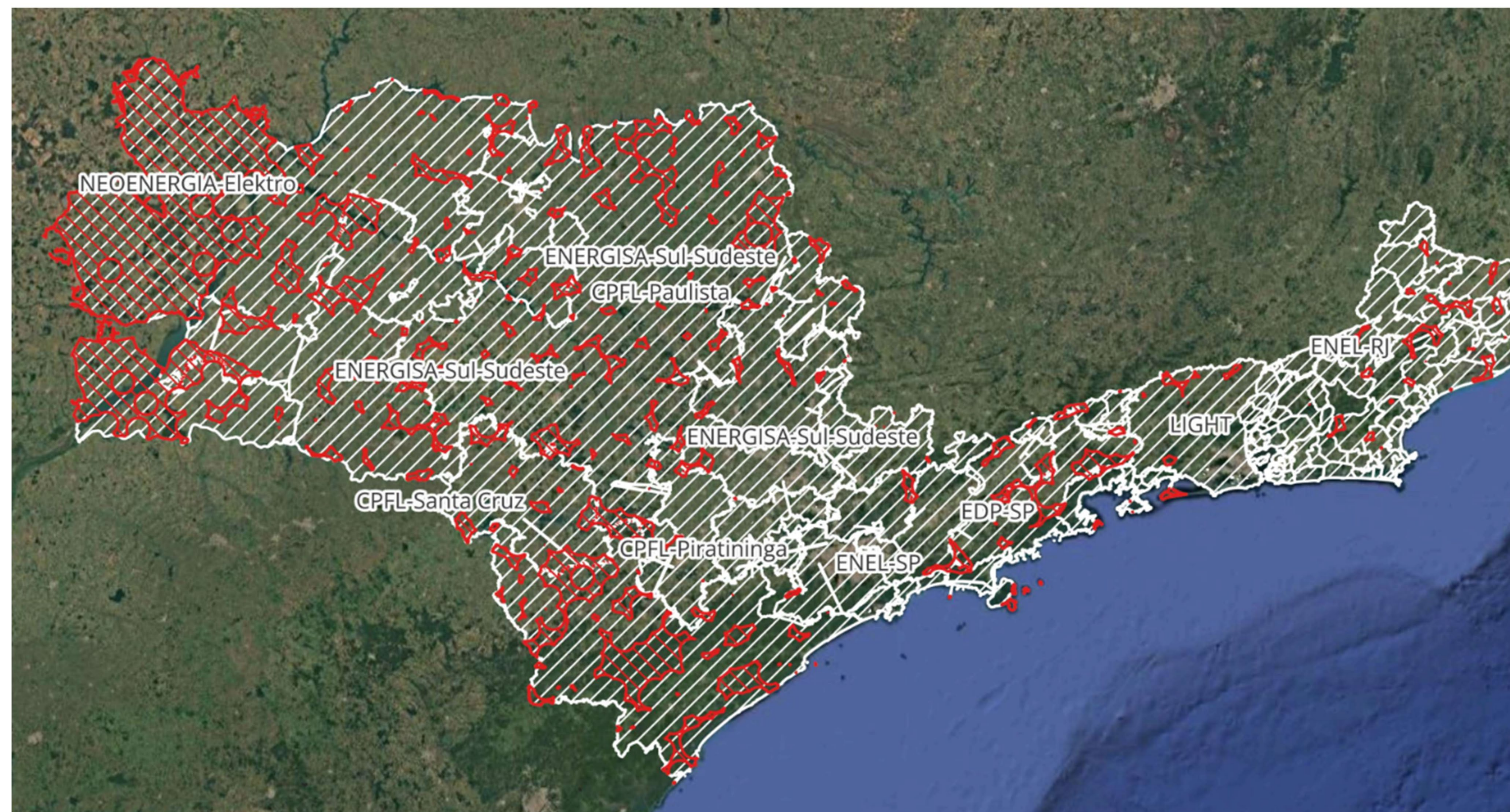


Fig 15 Mapa identificando regiões com carência em cobertura telefônica, destacadas em vermelho-hachurado. As áreas mais afetadas são aquelas nos limites oeste e sul do estado de São Paulo.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

Conclusão

- O presente trabalho aplicou técnicas de análise geoespacial de dados para a identificação de zonas vulnerabilidades pertinentes à infraestrutura pública de comunicação e monitoramento climático.
- O uso de polígonos de Voronoi permitiu a extração das áreas de melhor cobertura pluviométrica, sendo estas nas regiões metropolitanas de São Paulo e do Rio de Janeiro.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

Conclusão

- No âmbito de comunicação, as áreas com maior número de **lacunas** mostraram-se principalmente nos **limites oeste e sul do estado de São Paulo**.
- O uso de **polígonos de Voronoi** permitiu a extração das **áreas de melhor cobertura pluviométrica**, sendo estas nas regiões metropolitanas de **São Paulo** e do **Rio de Janeiro**.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



Conclusão

- Agradecemos a oportunidade em apresentar os resultados parciais do **Projeto PA1098 – Melhores Práticas para o Segmento de Distribuição em Face de Eventos Climáticos Extremos**. Iniciado em novembro de 2024, o projeto tem duração de 18 meses e é coordenado pelo Instituto Abradee, com o Grupo Enel como proponente e patrocinadora, junto os Grupos Econômicos Celesc, Cemig, Copel, CPFL, EDP, Energisa, Equatorial, Light, Neoenergia e Oliveira Energia. O desenvolvimento está a cargo do consórcio liderado pela Ernst Young (EY), contando com a participação das empresas Quasar Space, Critério, Delta Infra e Quantum.
- Este trabalho contempla uma parte do projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PDI, dentro do Programa de PDI da Agência Nacional de Eficiência Energética ANEEL.

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



Referências

- Dobrin, Adam. **A review of properties and variations of voronoi diagrams.** Whitman College 10.1.453 (2005): 9156.
- Rojas Briceño, N.B.; Salas López, R.; Silva López, J.O.; Oliva-Cruz, M.; Gómez Fernández, D.; Terrones Murga, R.E.; Iliquín Trigos, D.; Barrena Gurbillón, M.; Barboza, E. **Site Selection for a Network of Weather Stations Using AHP and Near Analysis in a GIS Environment in Amazonas, NW Peru.** *Climate* **2021**, *9*, 169.
- J. M. Trabal, J. G. Colom-Ustariz, S. L. Cruz-Pol, G. A. Pablos-Vega and D. J. McLaughlin, "**Remote Sensing of Weather Hazards Using a Low-Cost and Minimal Infrastructure Off-the-Grid Weather Radar Network,**" in *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 51, no. 5, pp. 2541–2555, May 2013, doi: 10.1109/TGRS.2012.2214227
- Hernández, L.; Baladrón, C.; Aguiar, J.M.; Calavia, L.; Carro, B.; Sánchez-Esguevillas, A.; Cook, D.J.; Chinarro, D.; Gómez, J. **A Study of the Relationship between Weather Variables and Electric Power Demand inside a Smart Grid/Smart World Framework.** *Sensors* **2012**, *12*, 11571–11591.
- J. Sharp, M. Milligan, and H. C. Bloomfield, "**Weather Dataset Needs for Planning and Analyzing Modern Power Systems,**" Oct. 2023.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG



OBRIGADO!