

Identificação de padrões de consumo e áreas de irregularidade por meio denúncias e segmentação semântica de imagens de satélite – Estudo de caso em Sabará, Minas Gerais – ID 5228

Autores: *Arino Sulita Barbosa, Endrews Cezar Rodrigues Bezerra Silva, Saad do Carmo Pereira Habib, Luiz Eduardo Nunes Cho Luck, Luisa Christina de Souza, Álisson de O. Alves*

Coautores: *Fábio Sapucaia, Eptácio J. Virgens, Wesley J. S. Marinho, Rafael de M. M. Capuano, Bruno Cesar P. da Costa, Marina de Siqueira, Jesaias Carvalho P. Silva, Ranieri R. Melo de Lima, Carlos Augusto Teixeira*

Empresa: *CEMIG Distribuição S.A*

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

SENDI
2025
BELO HORIZONTE

INTRODUÇÃO

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

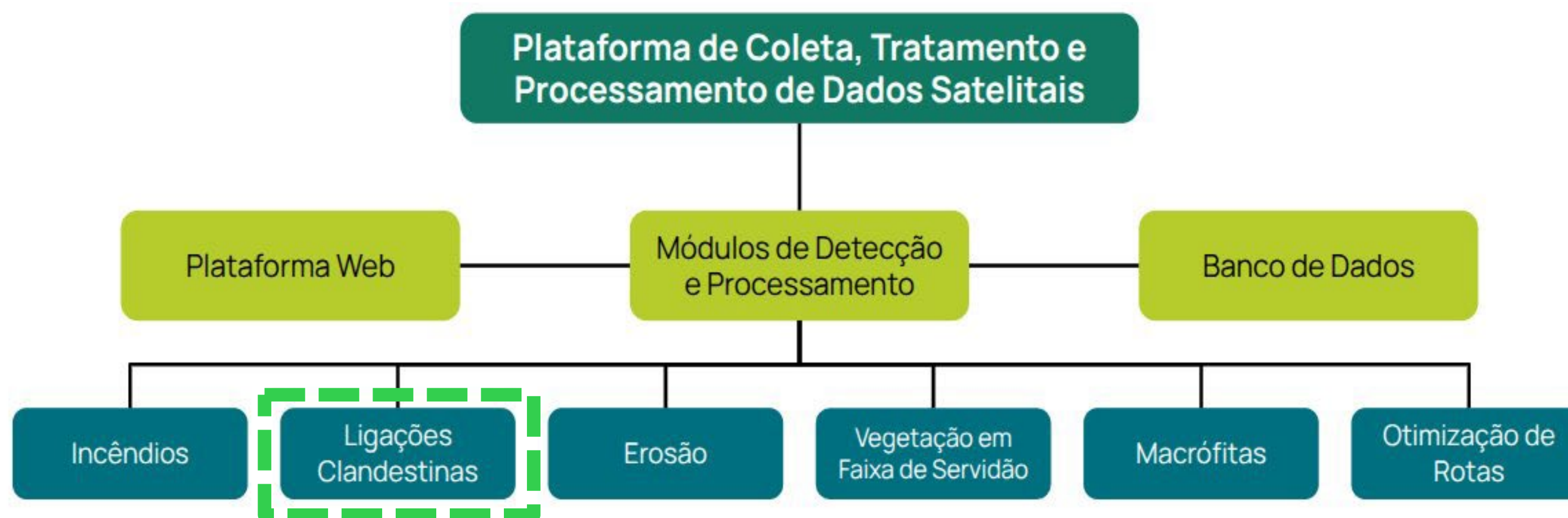
CEMIG



XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

SENDI
2025
BELO HORIZONTE

PLATAFORMA DE COLETA, TRATAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS SATELITAIS PARA GTD



Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (PD-04950-0664)
com os parceiros:

INSTITUTO SENAI
DE INOVAÇÃO
ENERGIAS RENOVÁVEIS

Natal - Rio Grande do Norte

INSTITUTO SENAI
DE INOVAÇÃO
SISTEMAS EMBARCADOS

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

COMO IDENTIFICAR POSSÍVEIS CAUSAS DE PERDAS NÃO TÉCNICAS DE ENERGIA ELÉTRICA EM ÁREAS URBANAS OCUPADAS?



Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

DADOS CEMIG

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

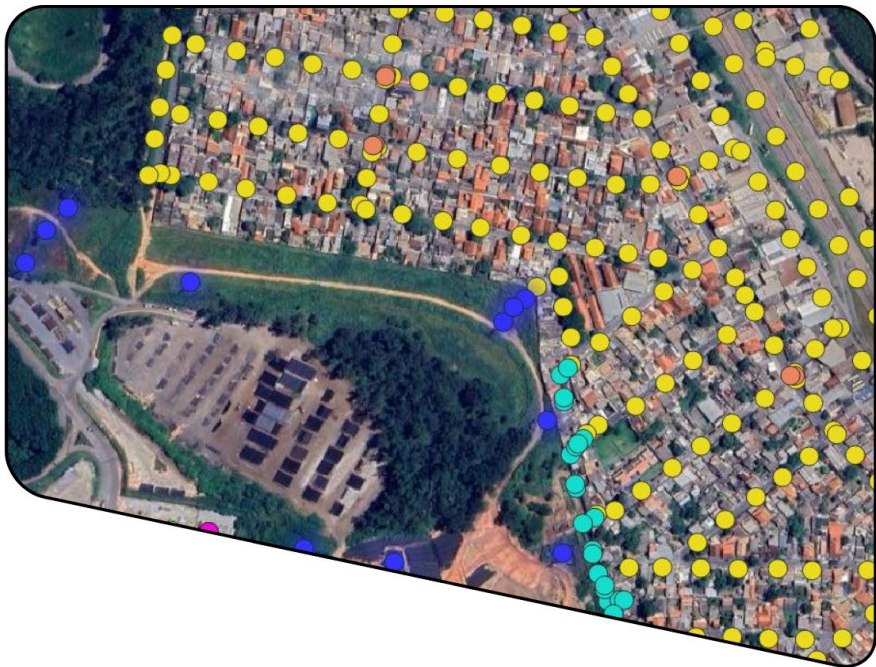
SENDI
2025
BELO HORIZONTE

DADOS CEMIG

Base de Dados da Distribuidora Geográfica - BDGD



PONNOT



Monitoramento da Rede (FRAMEWORK)



Denúncias



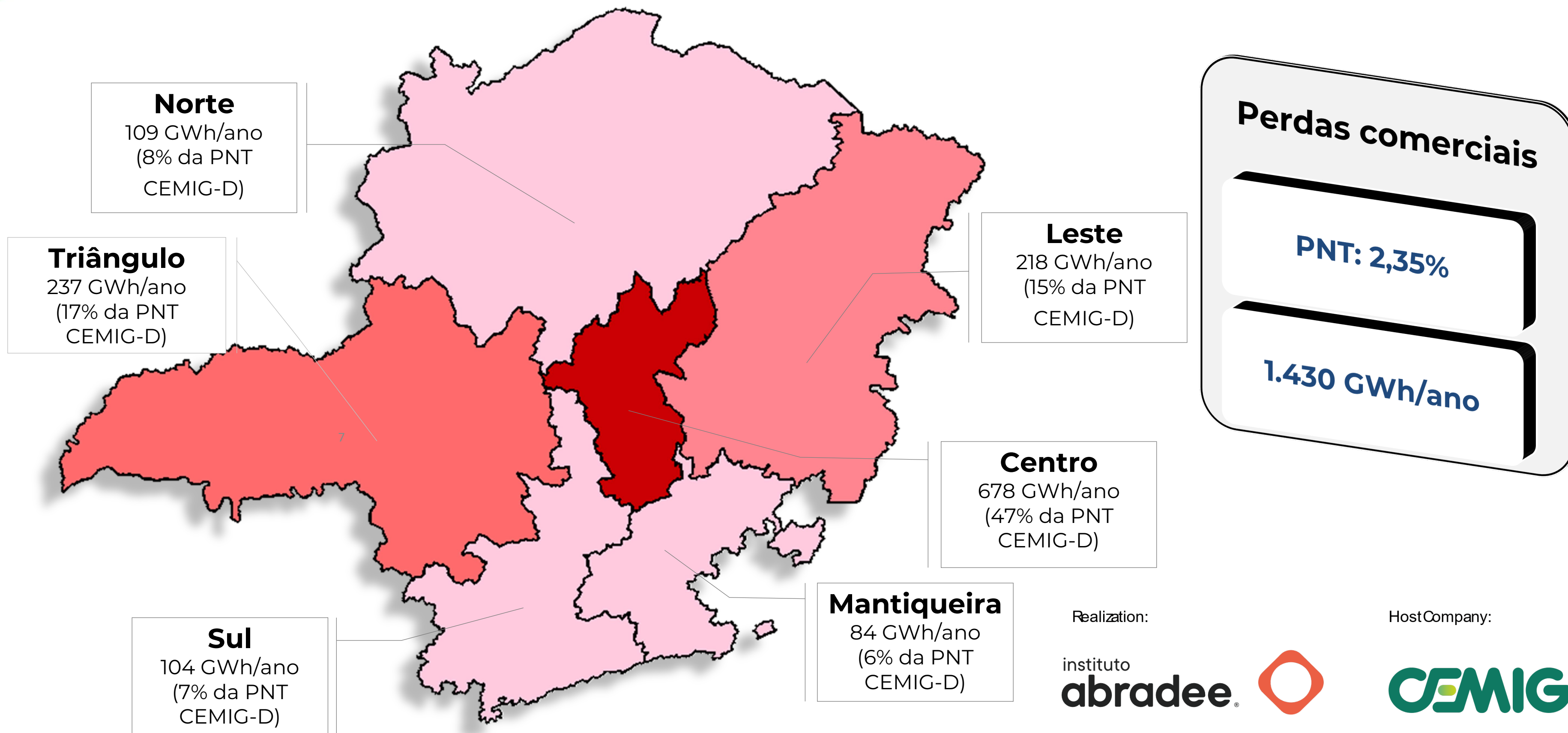
Realization:



Host Company:



MAPEAMENTO DAS PERDAS NÃO TÉCNICAS NA CEMIG



DADOS DE SENSIORMENTO REMOTO

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

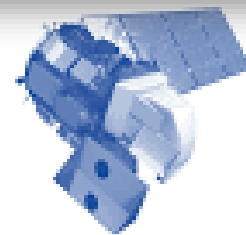
CEMIG



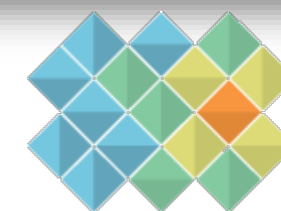
XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

SENDI
2025
BELO HORIZONTE

DADOS DE SENSORAMENTO REMOTO



Landsat 8



MAPBIOMAS
BRASIL

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

DETECÇÃO DE ÁREA DE OCUPAÇÃO URBANA COM APRENDIZAGEM DE MÁQUINA

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

SENDI
2025
BELO HORIZONTE

COMO IDENTIFICAR ÁREAS DENSAMENTE OCUPADAS?



Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

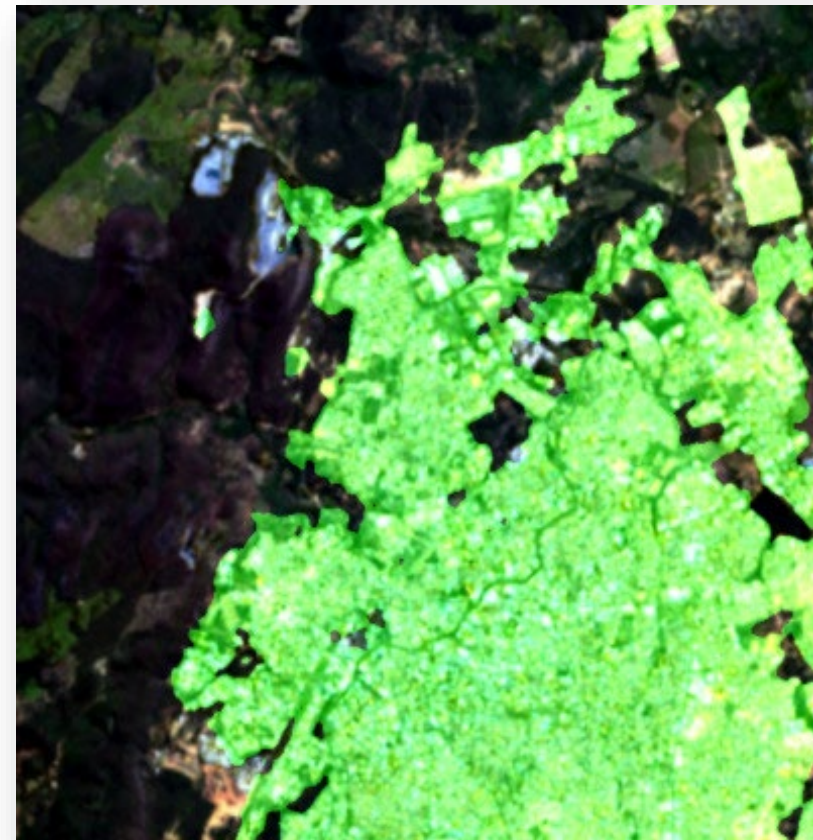


INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A IMAGENS DE SATÉLITE PARA IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

RESULTADOS DA DETECÇÃO COM REDES NEURAIS



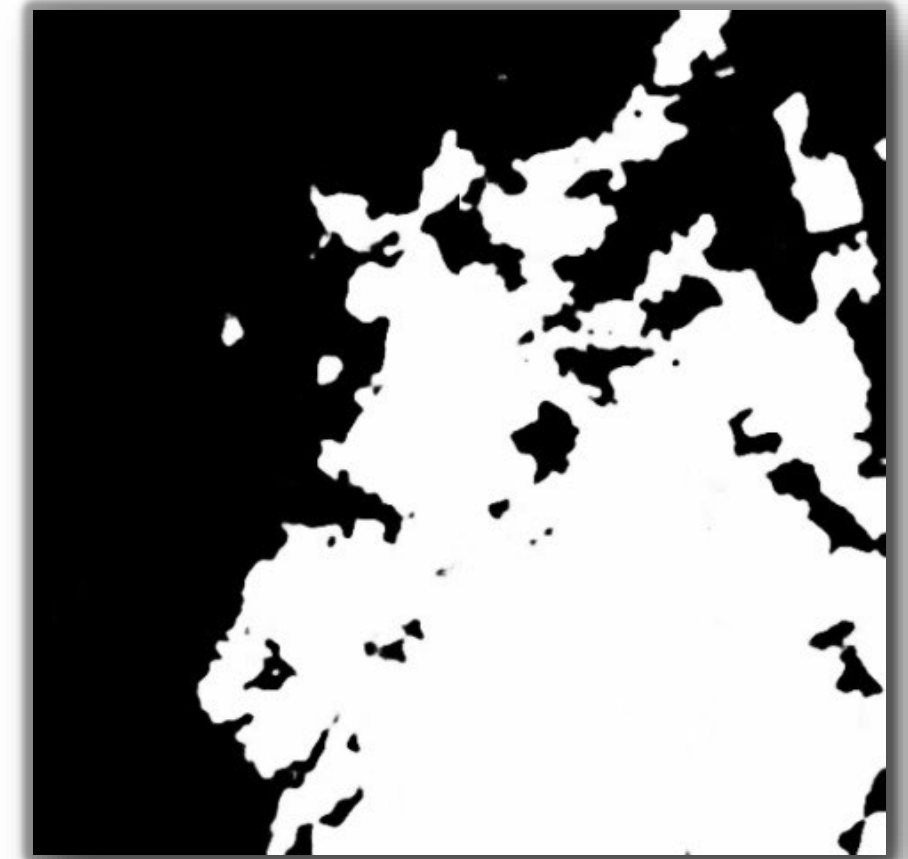
(a) Imagem original Landsat 8



(b) Predição da rede (sobreposição na imagem original)



(c) Máscara de referência MapBiomas



(d) Resultado final da segmentação

Modelo D-LinkNet50: 94% de acurácia na identificação de áreas urbanas.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

Classificação: Direcionado

RESULTADOS

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

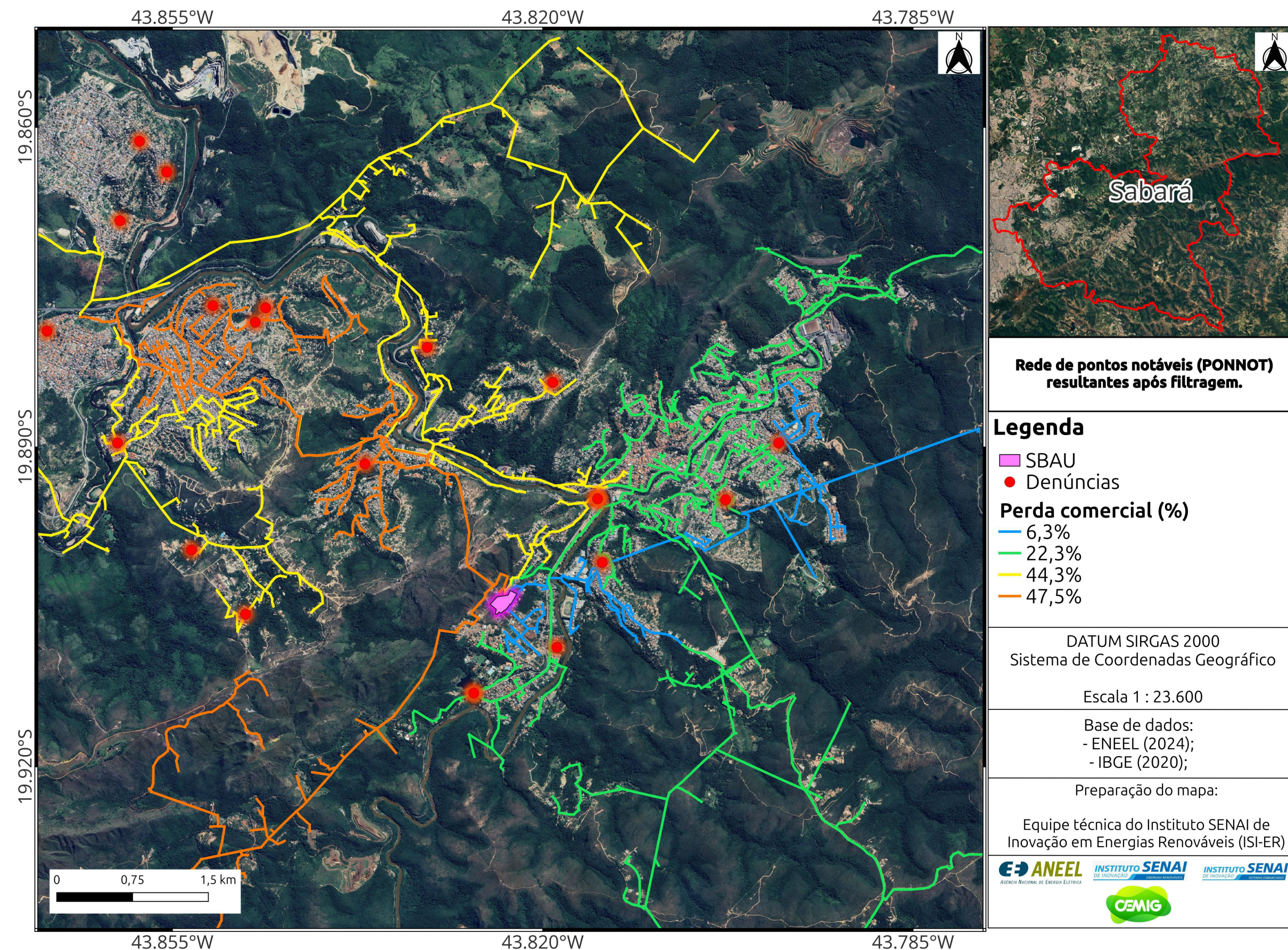
CEMIG



XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

SENDI
2025
BELO HORIZONTE

CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO



- Região com altos valores de PNT;
- Apresentar infraestrutura elétrica urbana;
- Conter denúncias procedentes.

Realization:

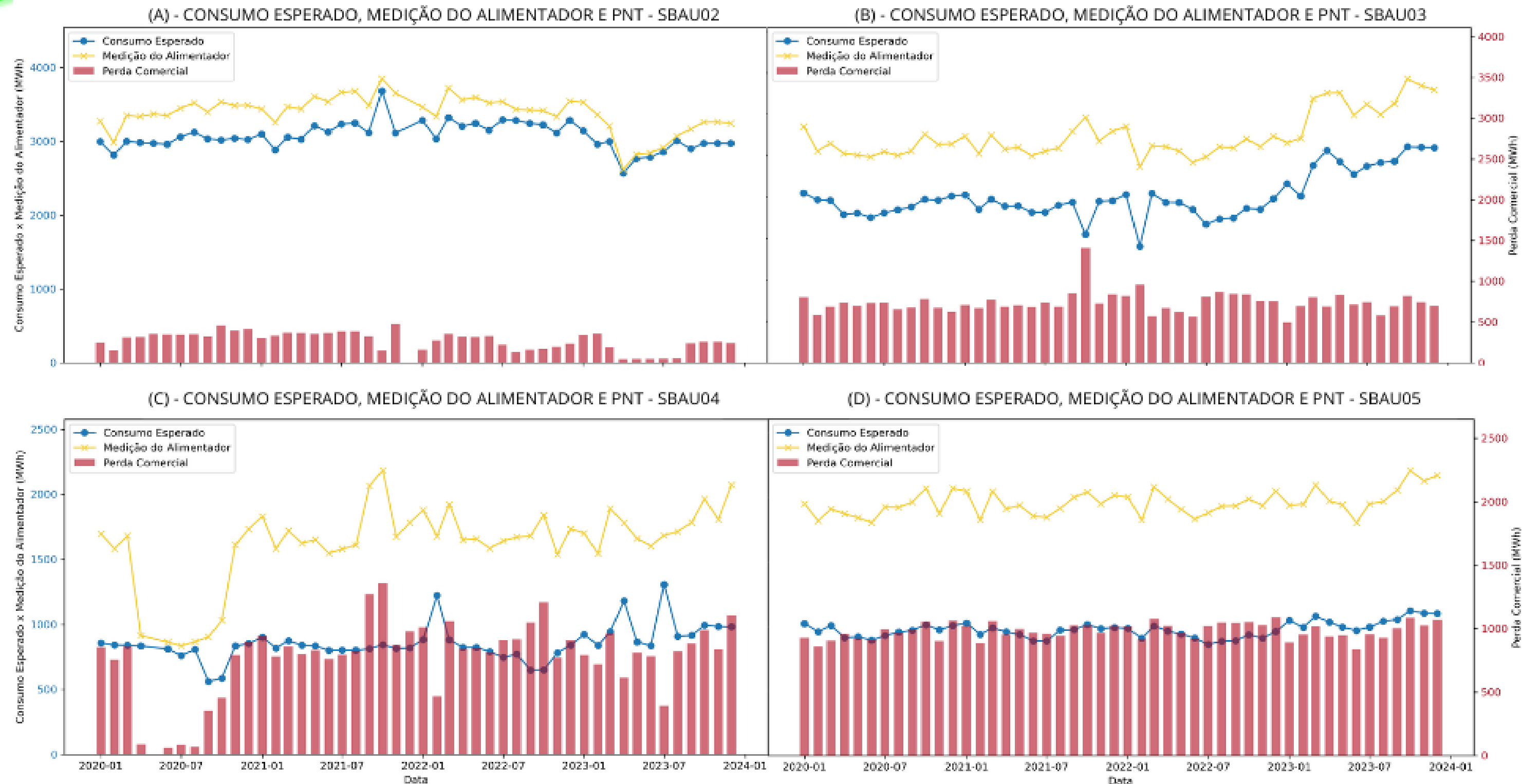
instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

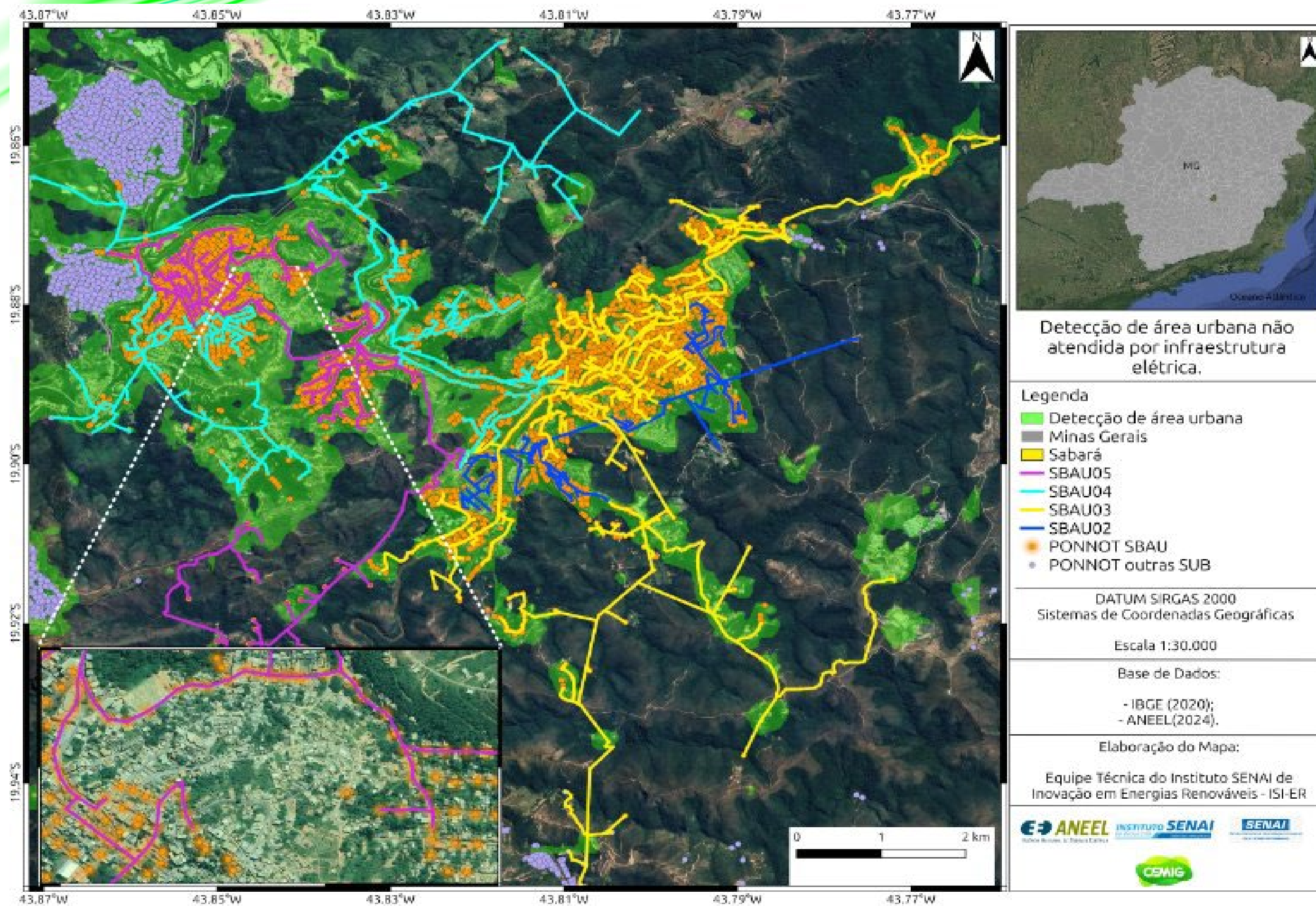
MEDIÇÃO DOS ALIMENTADORES



Realization:

HostCompany:

ESTUDO DE CASO - SABARÁ



Detecção de áreas urbanas e Análise da cobertura de infraestrutura elétrica

Realization:

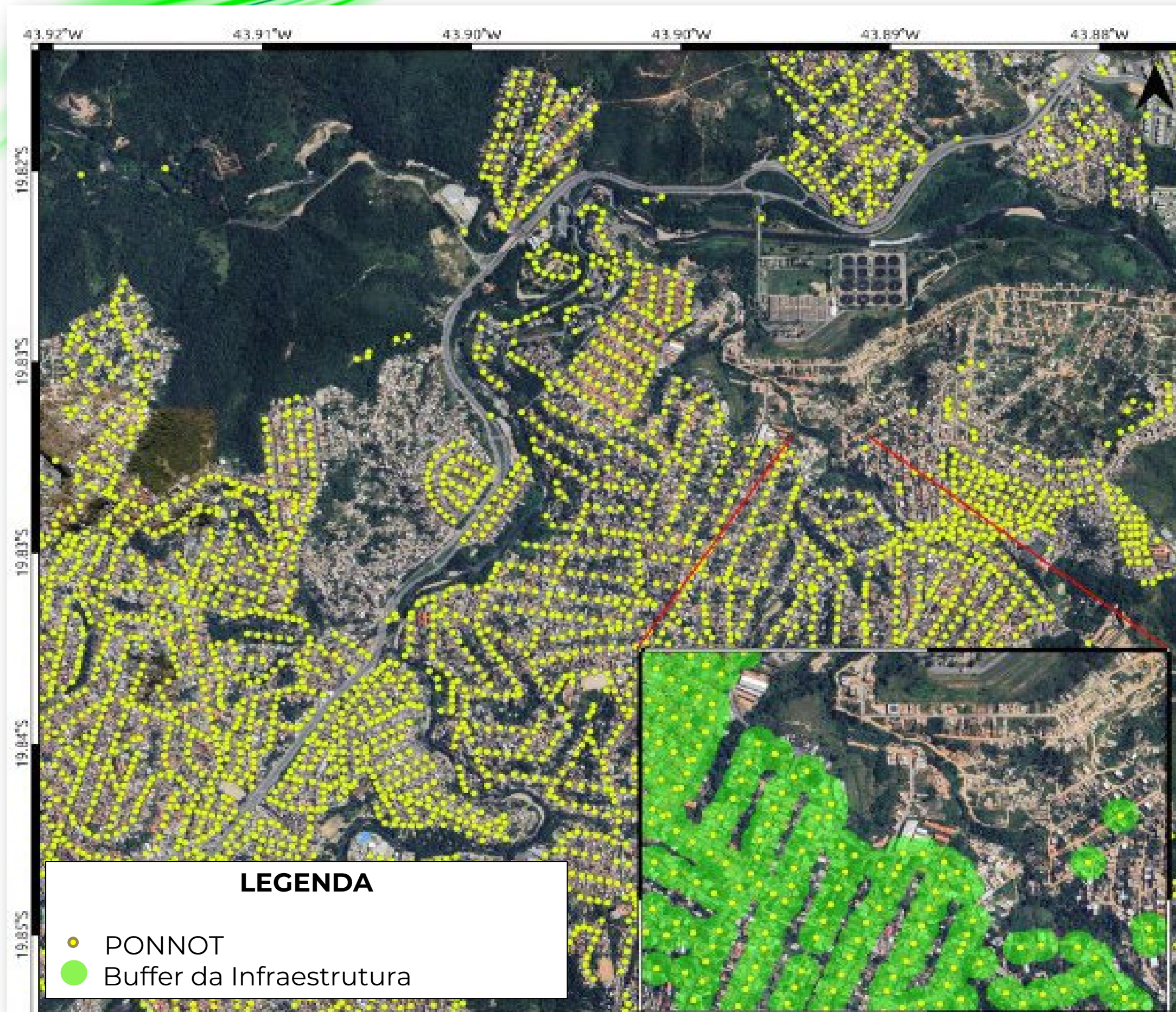
instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

INFRAESTRUTURA DE REDE



Aplicação de buffer
na cobertura de
infraestrutura
elétrica

Realization:

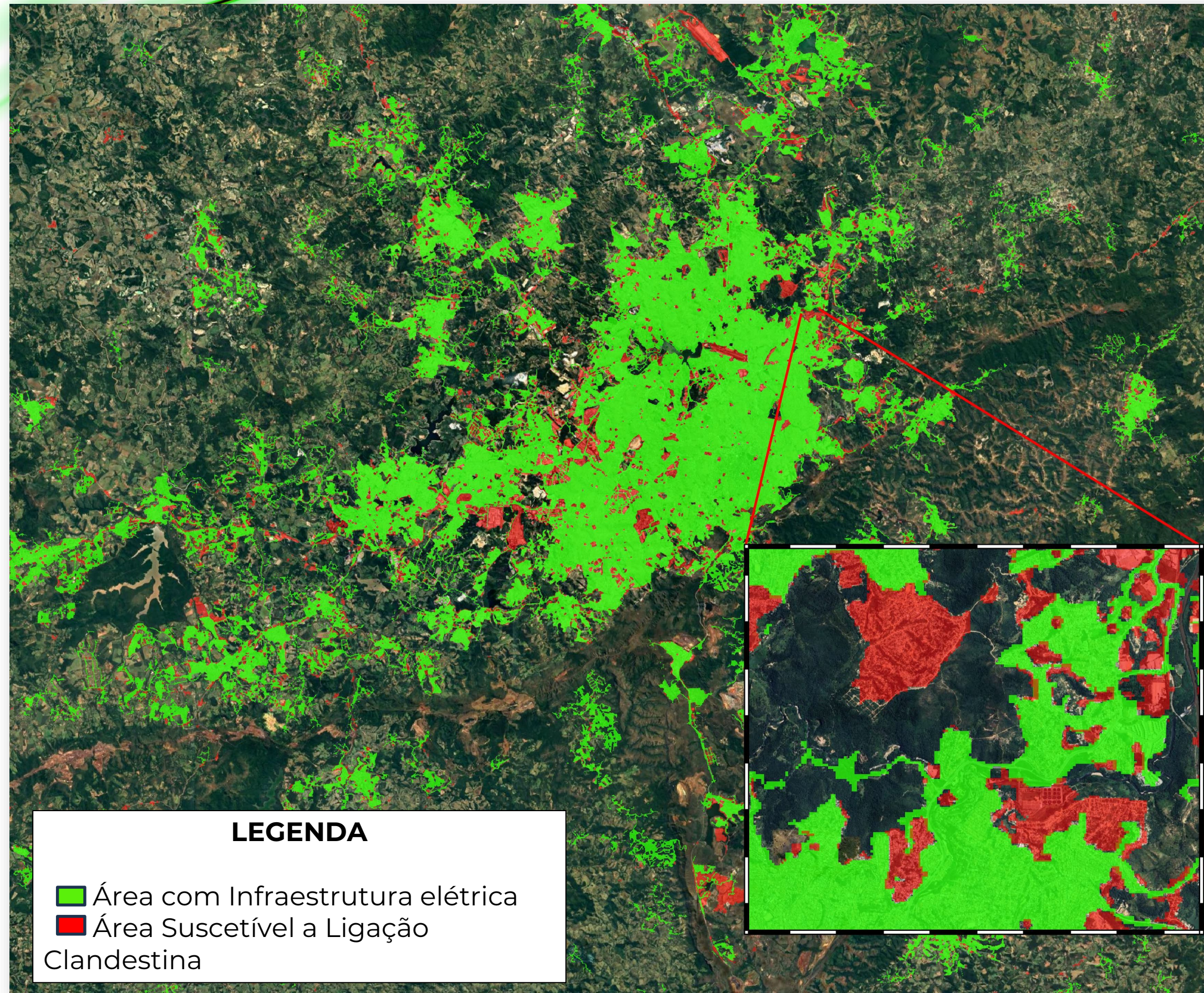
instituto
abradee



Host Company:

CEMIG

MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE



Mapa de
suscetibilidade à
ligação clandestina e
área atendida pela
infraestrutura elétrica

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

Classificação: Direcionado

CONCLUSÃO

Realization:

instituto
abradee



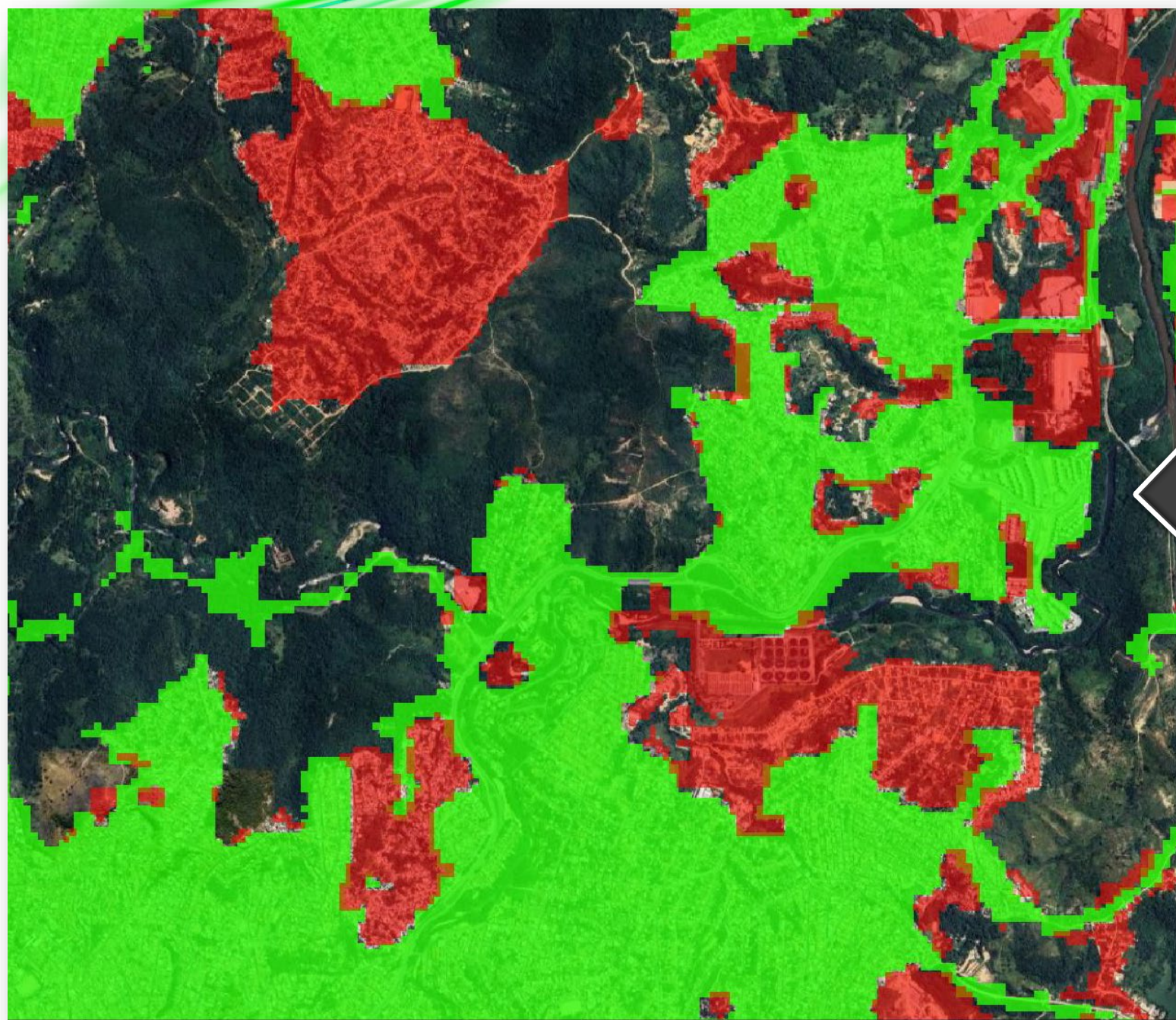
Host Company:

CEMIG



XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

SENDI
2025
BELO HORIZONTE



Cálculo de Área
Suscetível a Ligação
Clandestina

Ranking de
Cidades com
Suscetibilidade
Crítica e
Diagnóstico de
Perdas por
Alimentador



RESULTADO:

1.398 km² de área com suscetibilidade
crítica à ligação clandestina

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

Classificação: Direcionado



RESULTADOS E CONCLUSÃO



RESULTADO

1.398 km² de área com suscetibilidade crítica à ligação clandestina



COMPARAÇÃO

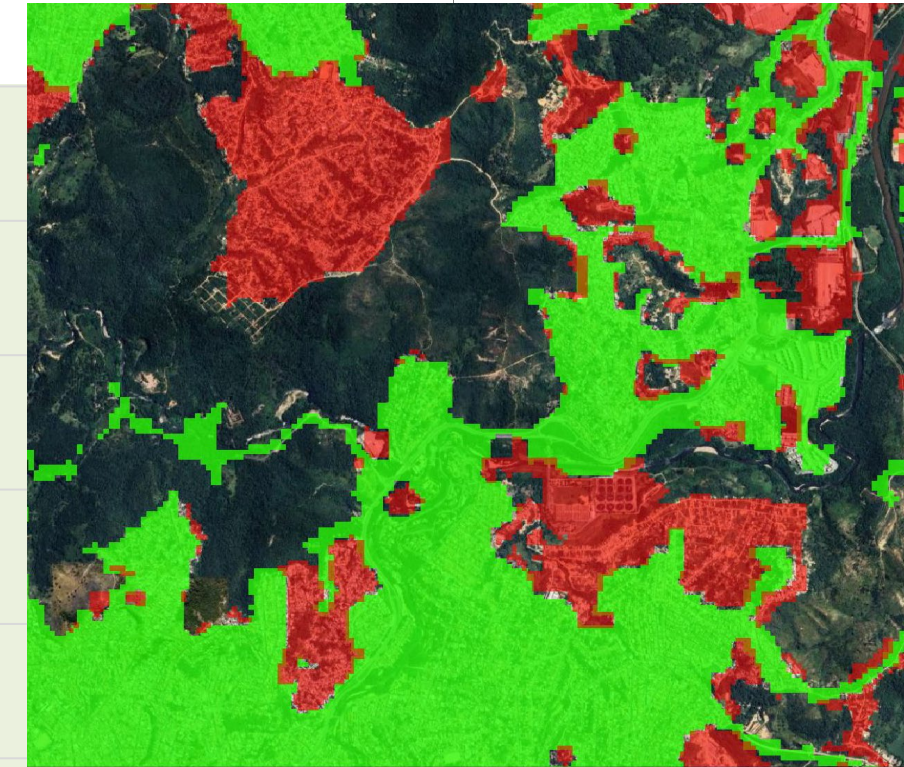
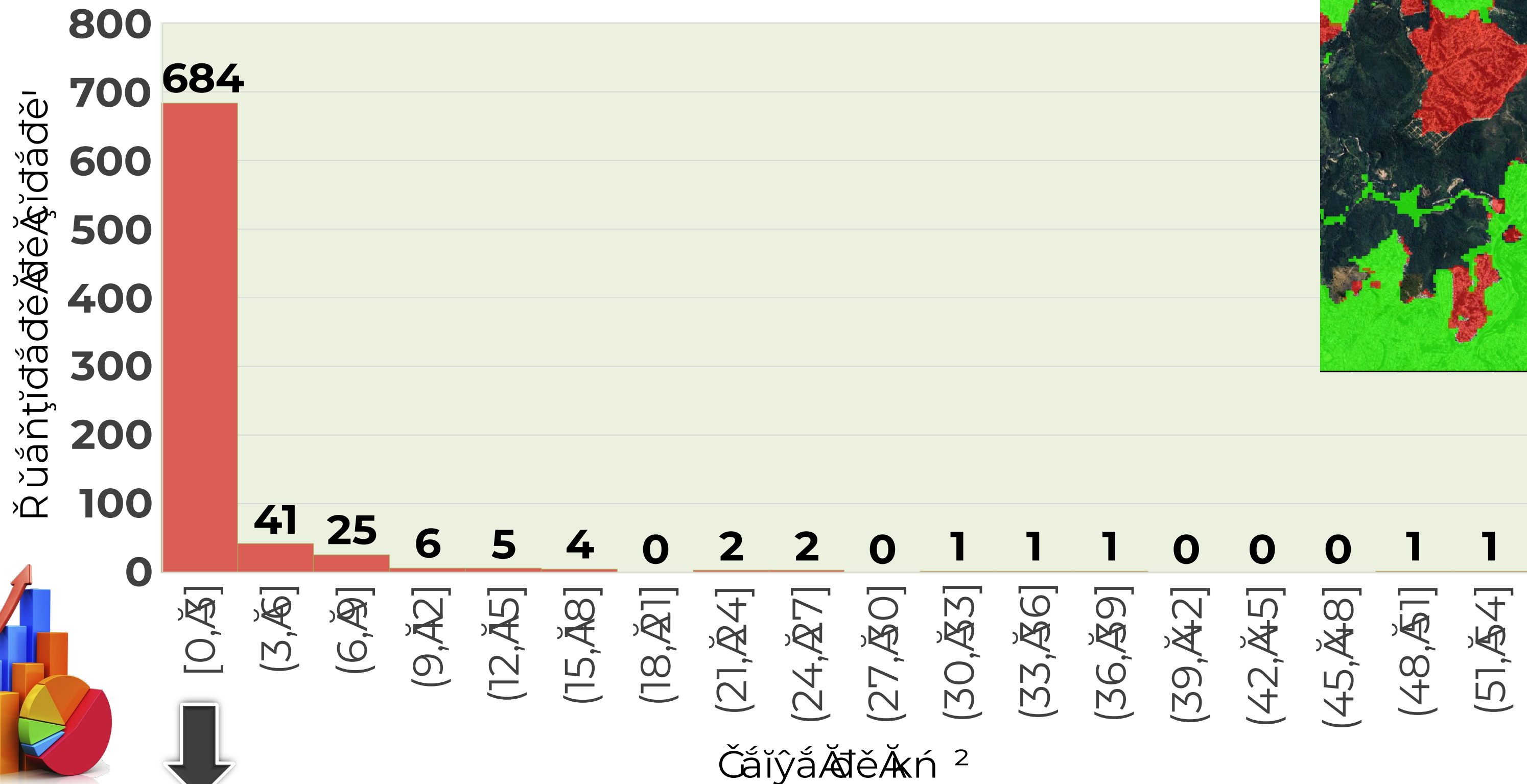
O campo de futebol do estádio Mineirão tem área igual a **0,0071 km²** (105m x 68m).

Logo **1.398 km²** de área de suscetibilidade equivalem a **195.798** campos de futebol.



HISTOGRAMA

Ruñtidăde dă Ćidăde' Ćlă' ĩfičădă' ĆrăăĆrăă Ć ģer ģivăĆĆ Ćlăndă' ģiñăĆn²)



Ponto positivo: maior concentração das cidades na faixa de 0 a 3 km²

Realization:

instituto
abradee

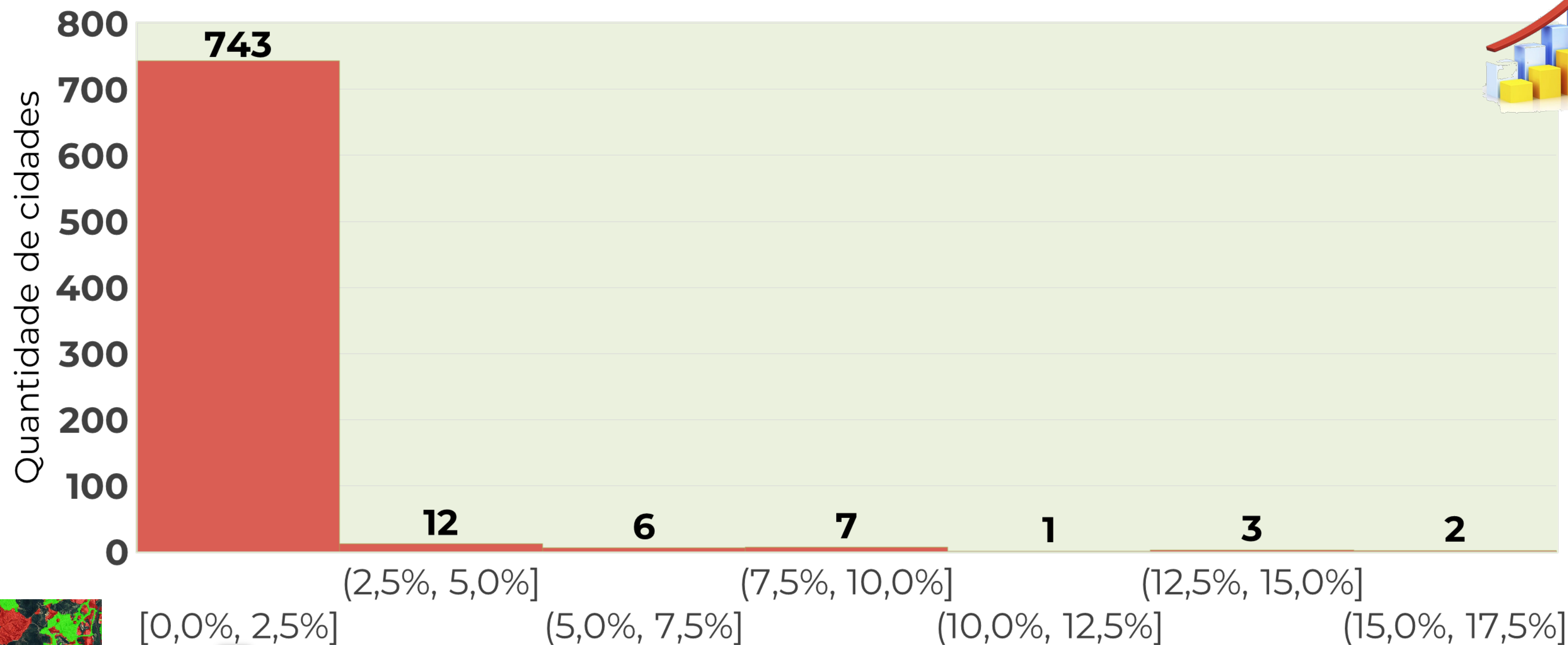


HostCompany:

CEMIG
Classificação Direcionada

HISTOGRAMA

Quantidade De Cidades Classificados Pelo Percentual De Área Susceptível A Clandestina Pela Área Territorial Municipal (%)



[0,0%, 2,5%]

(2,5%, 5,0%]

(5,0%, 7,5%]

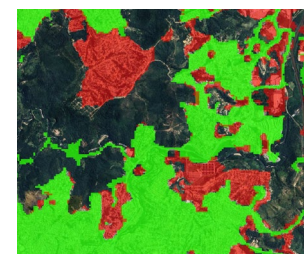
(7,5%, 10,0%]

(10,0%, 12,5%]

(12,5%, 15,0%]

(15,0%, 17,5%]

Percentual distribuído por faixa



Ponto positivo: maior concentração das cidades na faixa de 0% a 2,5%

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

Classificação: Direcionado

RANKING



TOP 10 Maiores Percentuais De Área Susceptível A Clandestina Pela Área Municipal

Rank	Cidade	Área Municipal (km²)	Área Susceptível A Clandestina (km²)	Percentual De Área Susceptível A Clandestina Pela Área Municipal (%)
1º	Contagem	195,2	34	17,5%
2º	Belo Horizonte	331,4	51	15,4%
3º	Confins	42,0	6	14,6%
4º	Uberlândia	411,5	54	13,1%
5º	Vespasiano	70,1	9	13,0%
6º	Betim	345,4	38	11,0%
7º	São Joaquim de Bicas	69,2	7	10,0%
8º	Ipatinga	164,8	16	9,7%
9º	Juatuba	101,5	9	8,7%
10º	Ribeirão das Neves	155,3	13	8,7%

TOP 10 Maiores Áreas Susceptíveis A Clandestina (km²)

Rank	Cidade	Área Municipal (km²)	Área Susceptível A Clandestina (km²)	Percentual De Área Susceptível A Clandestina Pela Área Municipal (%)
1º	Uberlândia	411,5	54	13,1%
2º	Belo Horizonte	331,4	51	15,4%
3º	Betim	345,4	38	11,0%
4º	Contagem	195,2	34	17,5%
5º	Juiz de Fora	1437,1	31	2,1%
6º	Uberaba	4529,7	26	0,6%
7º	Sete Lagoas	537,5	25	4,7%
8º	Montes Claros	3569,2	23	0,7%
9º	Divinópolis	709,5	22	3,1%
10º	Esmeraldas	909,6	17	1,8%

Realization:

HostCompany:

MAPEAMENTO DAS ÁREAS

DE SUSCETIBILIDADE DE CLANDESTINA NA CEMIG

Norte

162,5 km²

109 GWh/ano

(8% da PNT CEMIG-D)

Triângulo

238,5 km²

237 GWh/ano

(17% da PNT CEMIG-D)

Leste

177,8 km²

218 GWh/ano

(15% da PNT CEMIG-D)

Centro

352,7 km²

678 GWh/ano

(47% da PNT CEMIG-D)

Mantiqueira

237,9 km²

84 GWh/ano

(6% da PNT CEMIG-D)

Sul

228,7 km²

104 GWh/ano

(7% da PNT CEMIG-D)

**Perdas comerciais e
áreas clandestinas**

PNT: 2,35%

1.398 km²

**Obs.: km² de área
suspeita**

Realization:

instituto
abradee

HostCompany:

CEMIG

MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE SUSCETIBILIDADE DE CLANDESTINA NA CEMIG

Mapeamento por Regional CEMIG

Verificação e análise da densidade da PNT na área da regional

Regional

km²

PNT
(GWh/ano)

Densidade
da PNT
(GWh/km²)

Centro

352,7

678

1,922

Leste

177,8

218

1,226

Triângulo

238,5

237

0,994

Norte

162,5

109

0,671

Sul

228,7

104

0,455

Mantiqueira

237,9

84

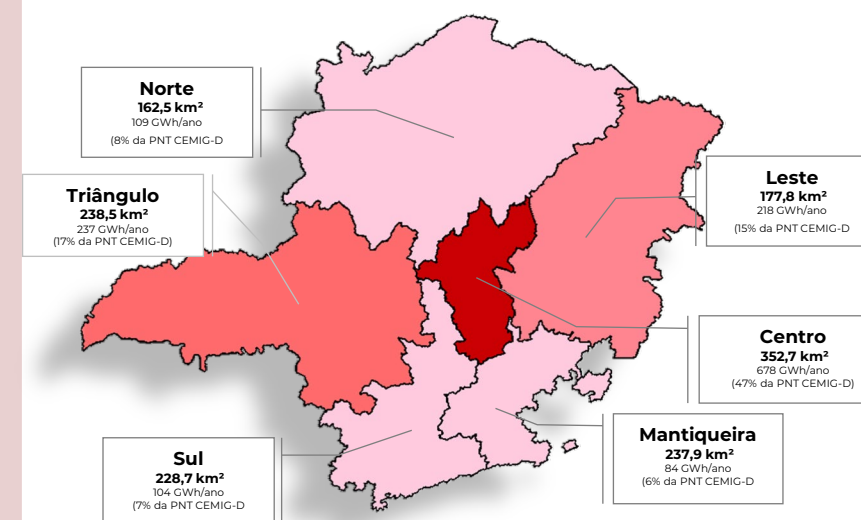
0,353

TOTAL

1.398,0

1.430

1,023



Realization:

instituto
abradee

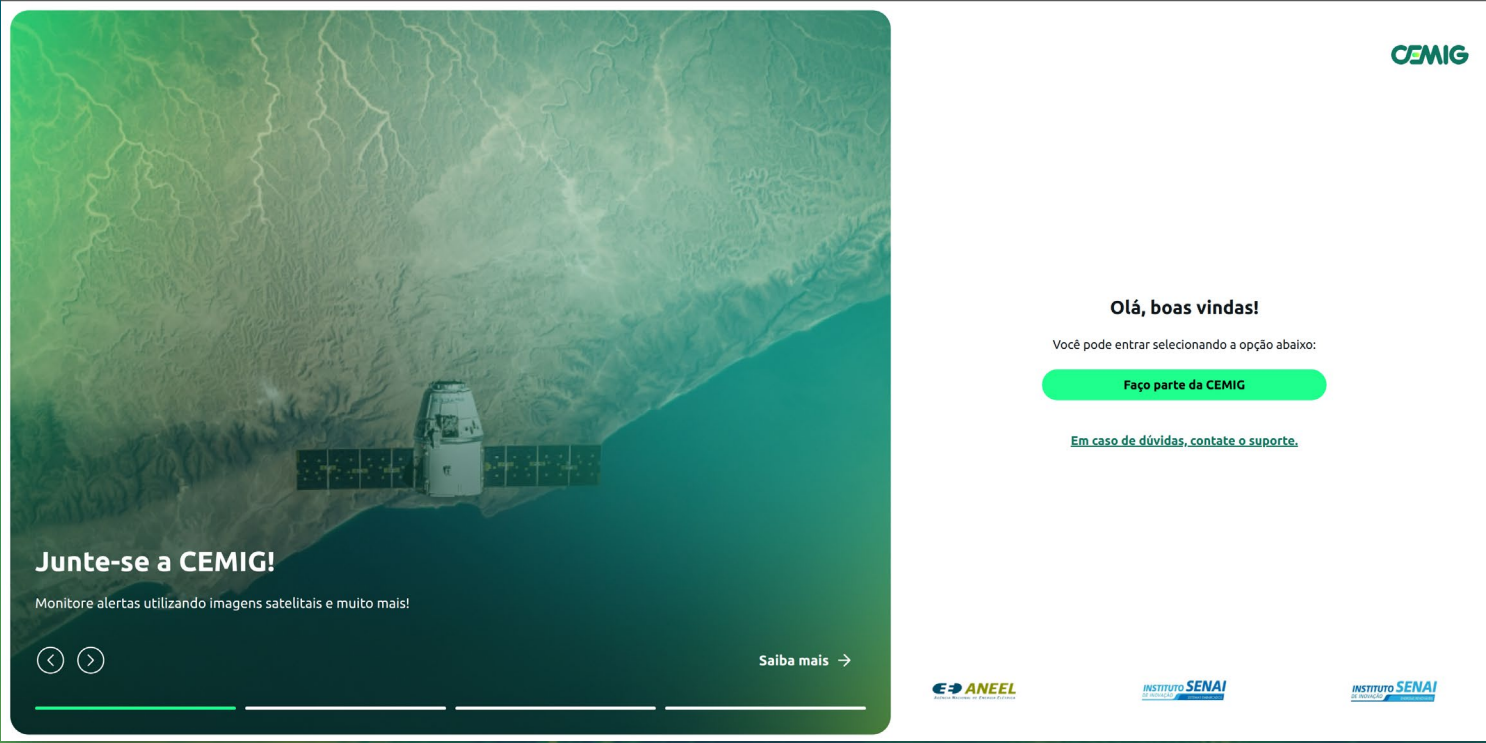
HostCompany:

CEMIG

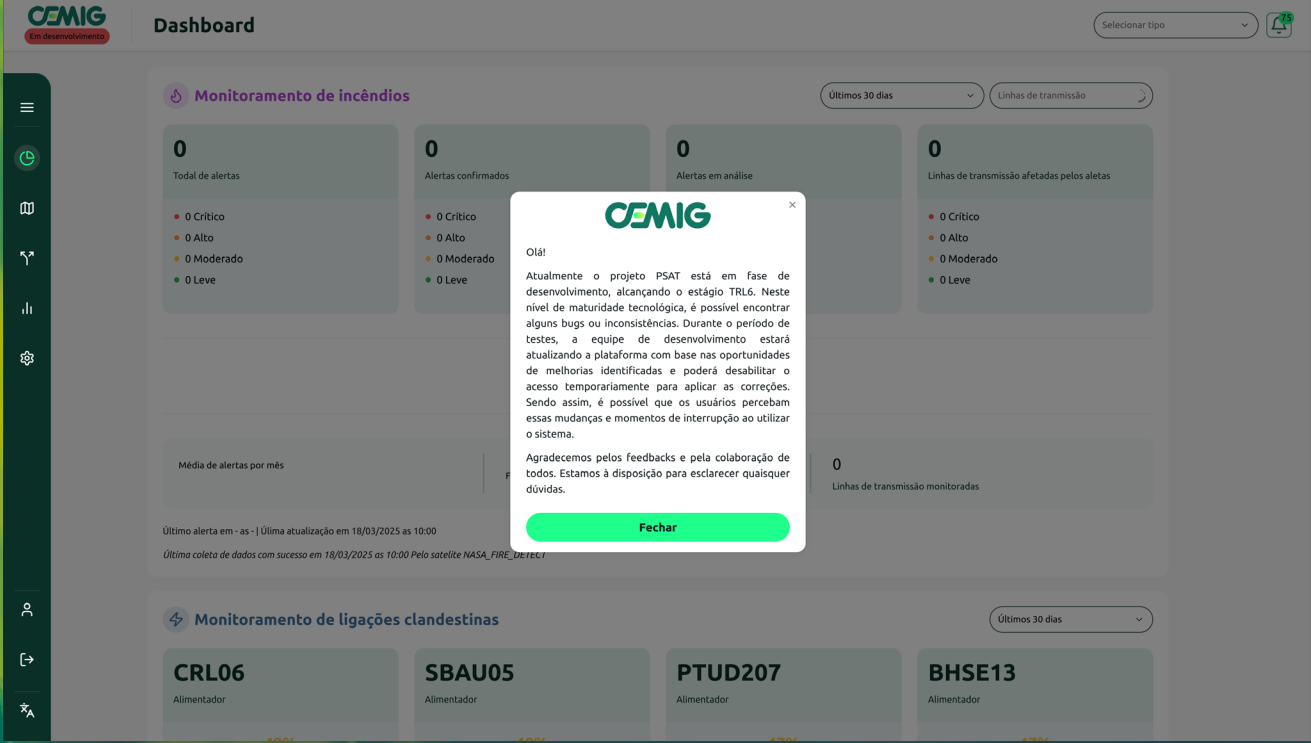
Classificação: Direcionado

RESULTADOS E CONCLUSÃO

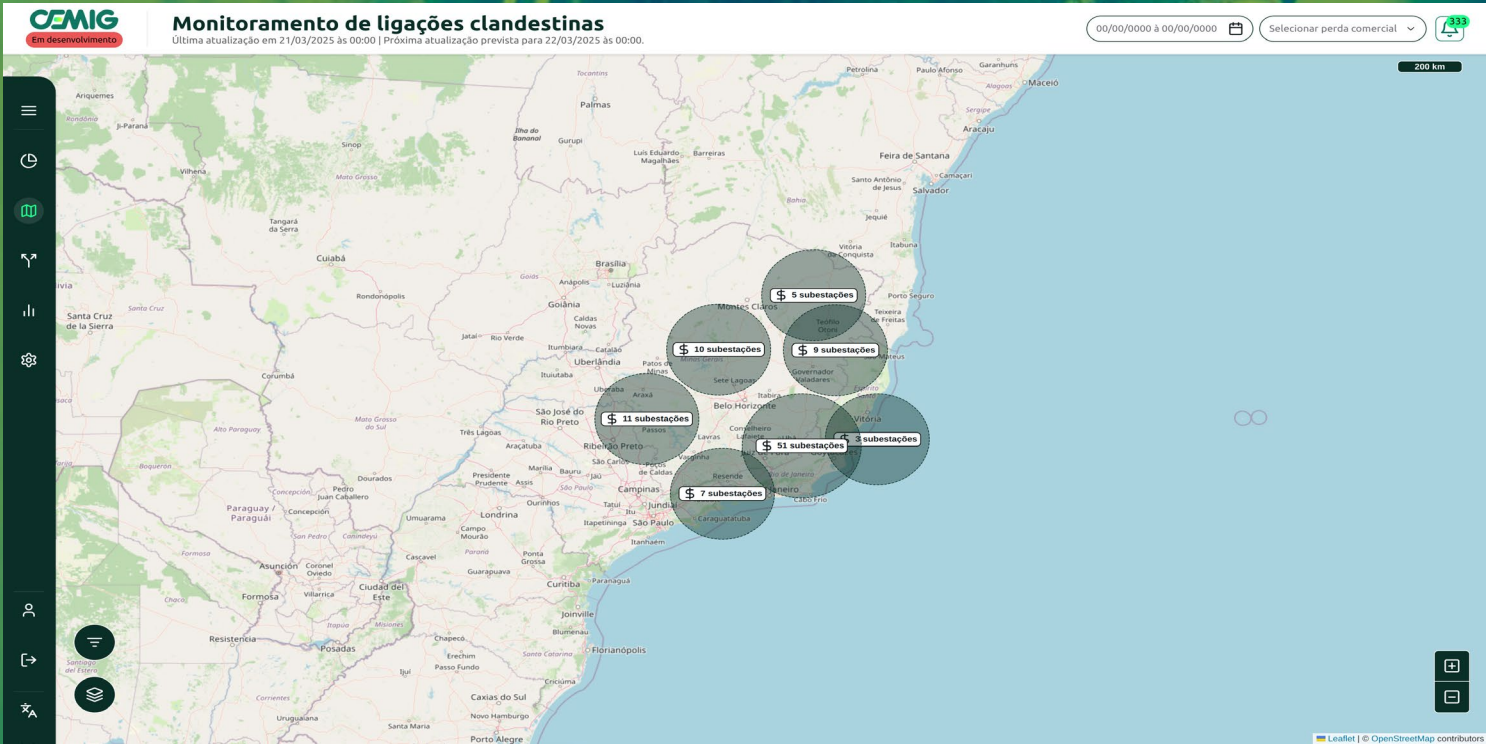
PLATAFORMA DE COLETA, TRATAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS SATELITAIS



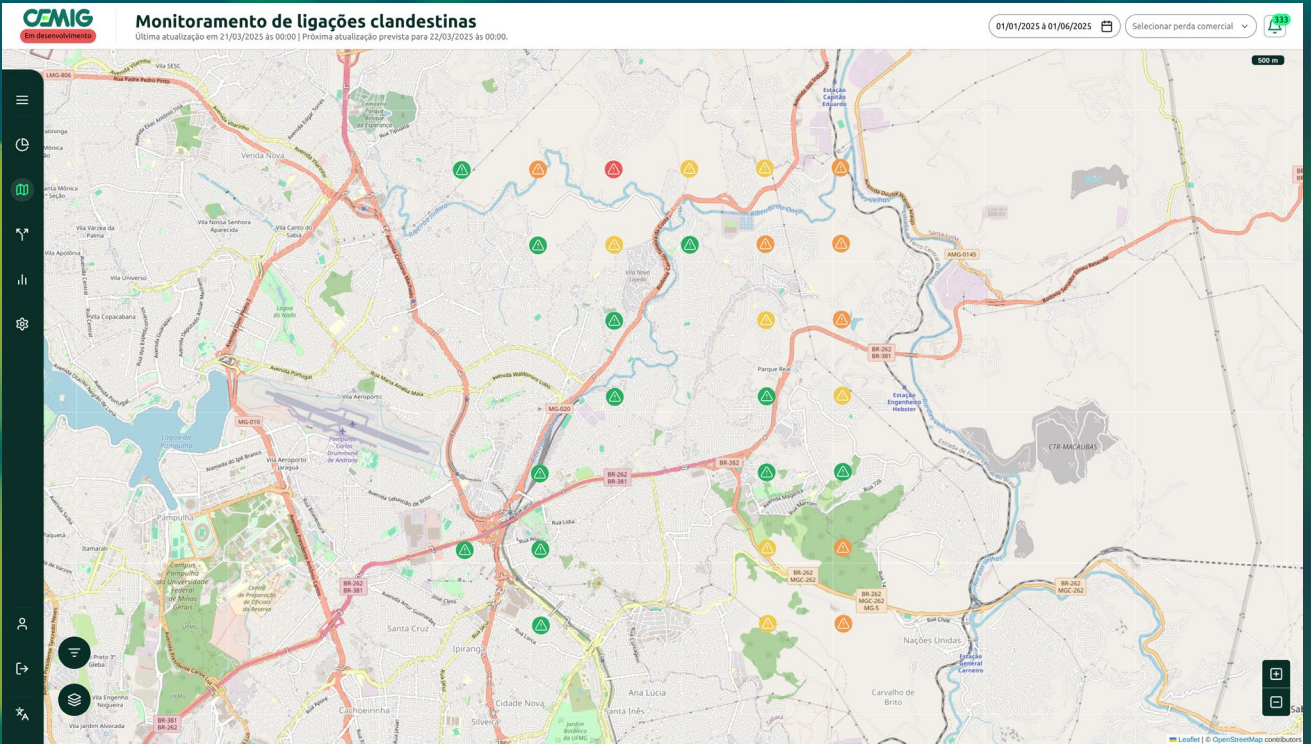
PLATAFORMA



DASHBOARD



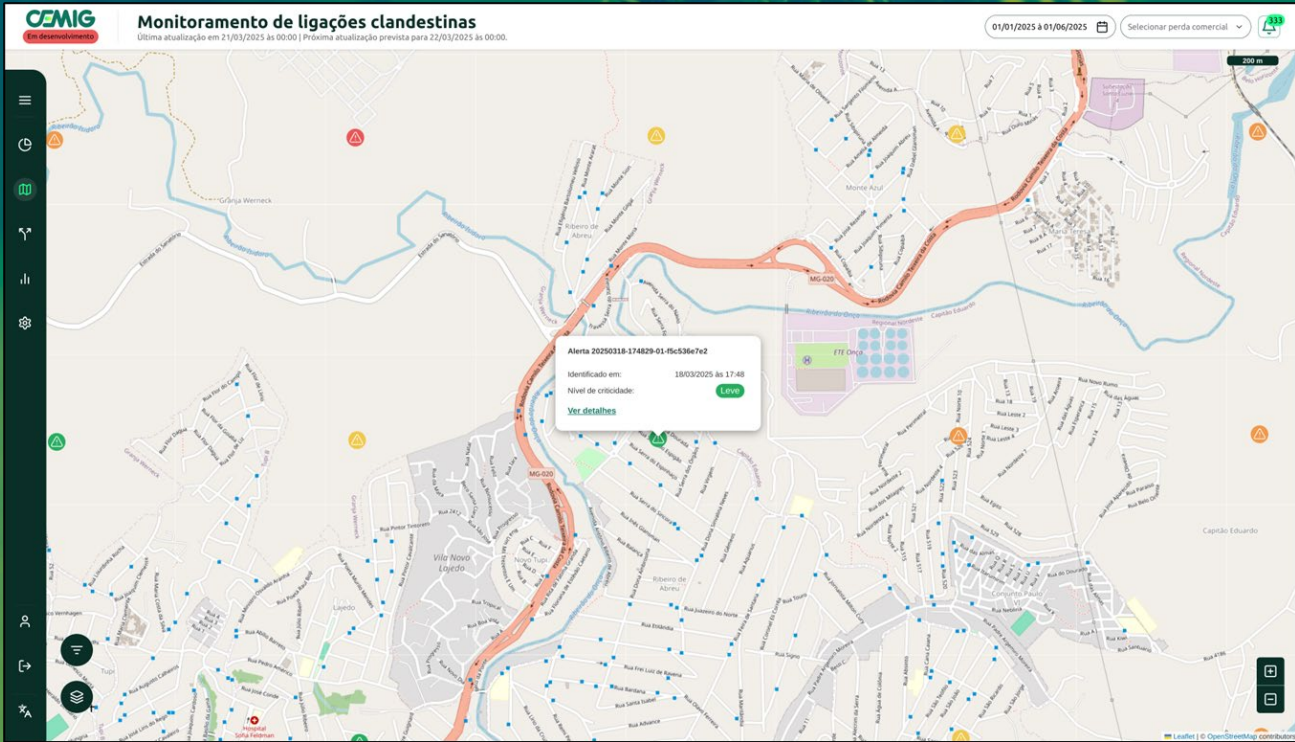
MONITORAMENTO



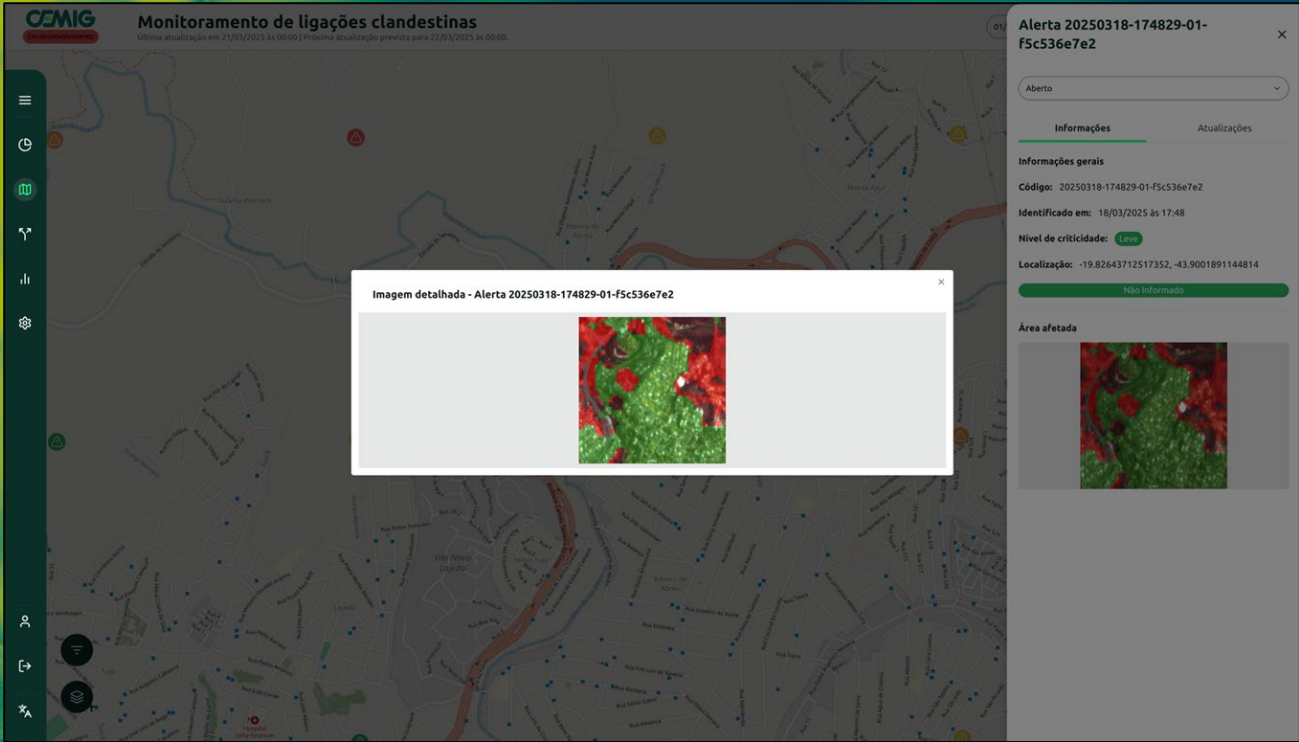
ALERTAS

RESULTADOS E CONCLUSÃO

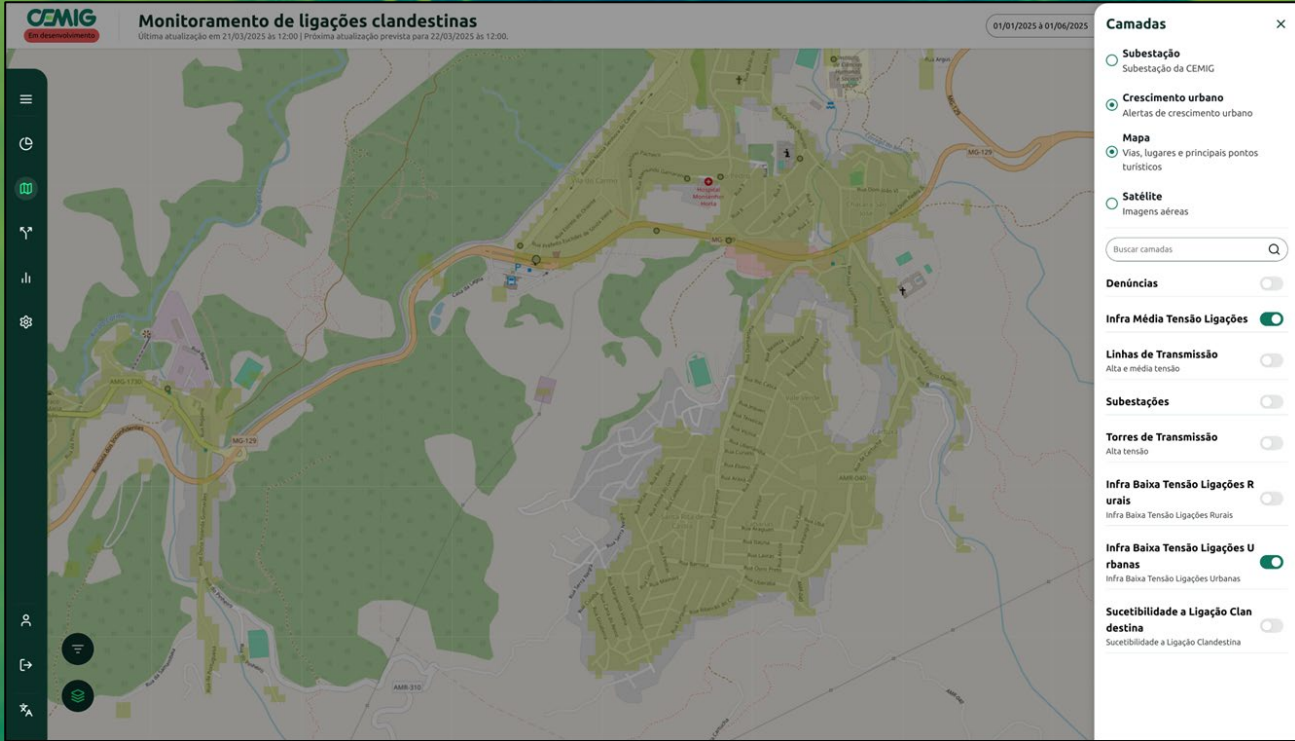
PLATAFORMA DE COLETA, TRATAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS SATELITAIS



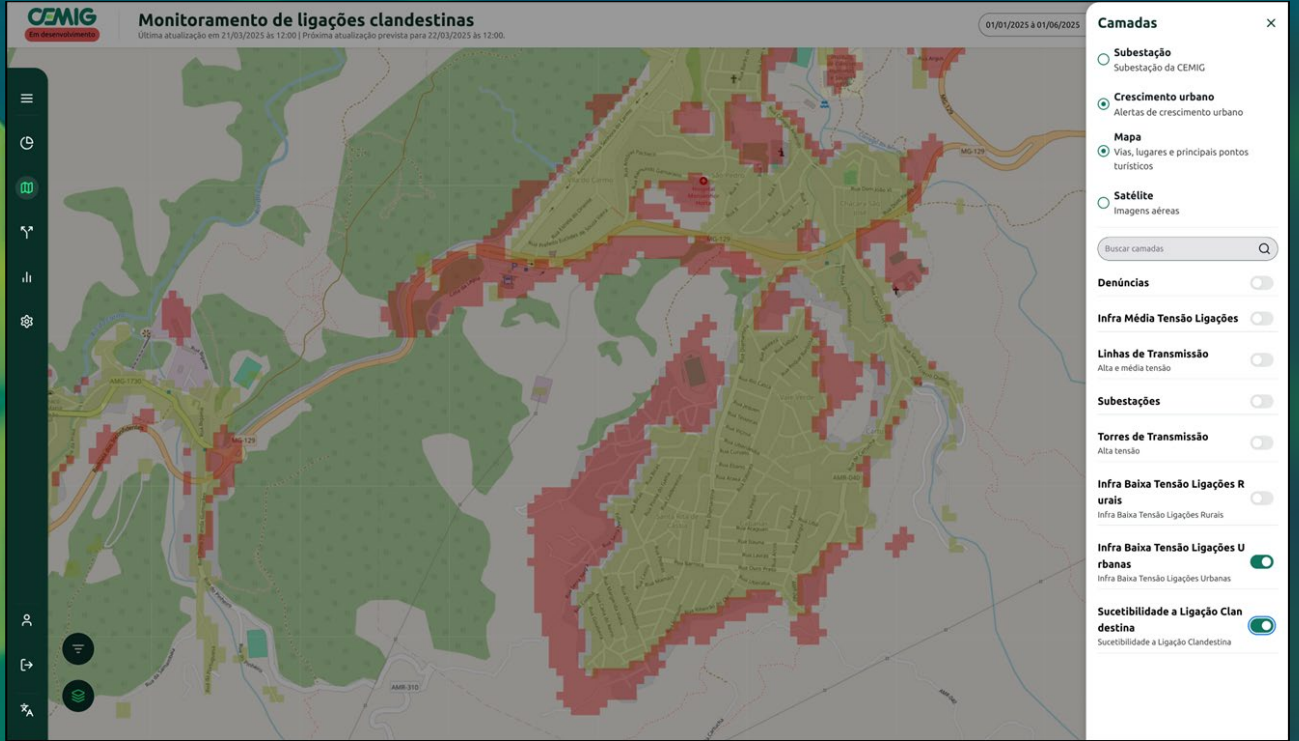
ALERTA SELECIONADO



DETALHES DO ALERTA



CAMADA DE INFRAESTRUTURA



CAMADA DE SUSCETIBILIDADE

RESULTADOS E CONCLUSÃO

- ★ Integração de tecnologias como diferencial e inovação.
- ★ Plataforma operativa com dados de satélites atualizados periodicamente.
- ★ Diagnostico das ligações clandestinas na área de concessão.
- ★ Apoio à tomada de decisão interna nas atividades de gestão e recuperação de energia.
- ★ Potencial de escalabilidade para demais concessionárias.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG
Classificação: Direcionado



OBRIGADO!