



# DASHBOARD SOBRE ANÁLISE DE RISCO DE OCORRÊNCIAS EM LINHAS DE ALTA TENSÃO

Carlos Henrique de Moura Silva

[carlos-henrique.silva@serpro.gov.br](mailto:carlos-henrique.silva@serpro.gov.br)

## OBJETIVO

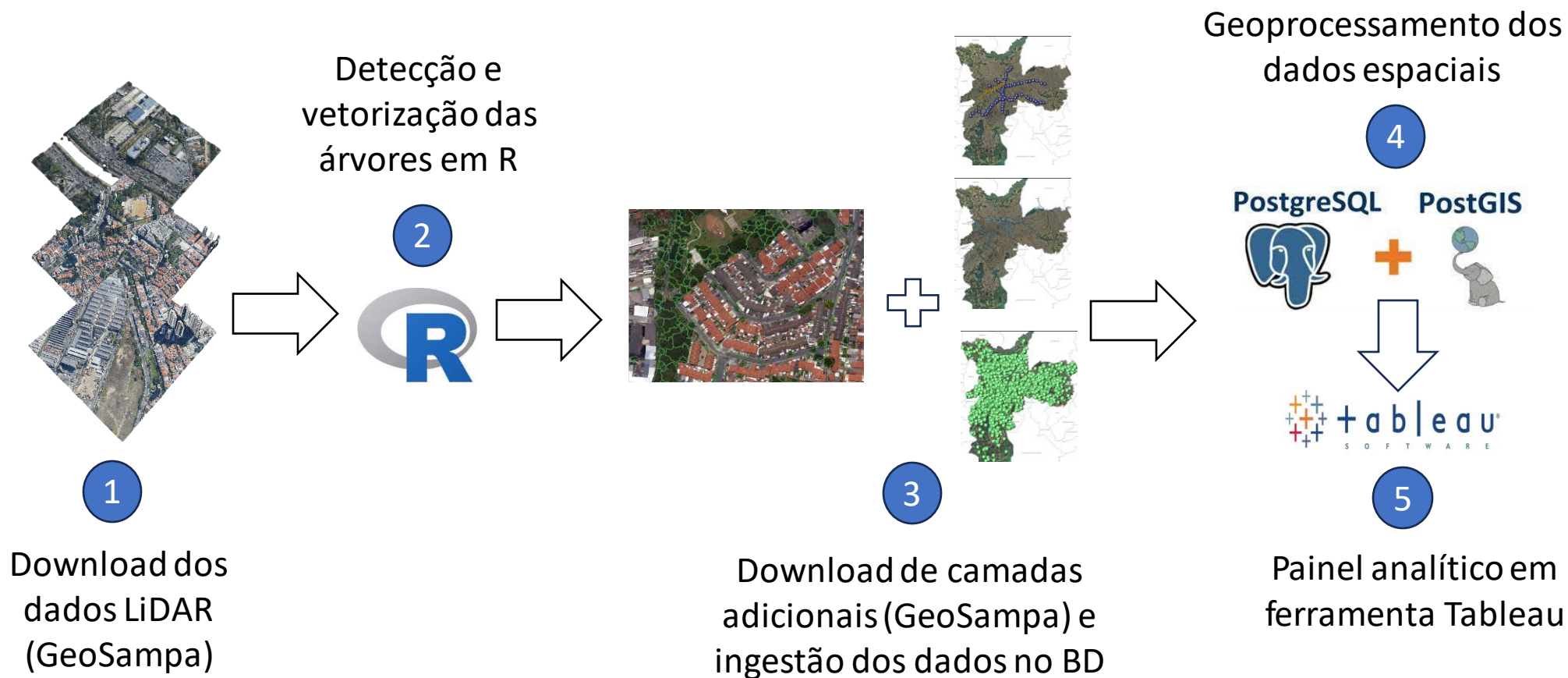


Identificar no município de São Paulo os trechos nas linhas de alta tensão que possuem maior risco de problemas de alto impacto quando da ocorrência de eventos climáticos ou meteorológicos extremos, considerando fatores como altura das árvores próximas, presença de estações de trem ou metrô, estar em região classificada como inundável e estar em um local com histórico de ocorrências de queda de árvores.

O resultado final é apresentado em um dashboard com informações dos trechos das linhas de alta tensão classificadas como de risco ALTO, MÉDIO ou BAIXO, com esse ranking exibido por região do município. Link em:

[https://public.tableau.com/app/profile/carlos.silva2808/viz/GeoMapas\\_Alta\\_Tensao/PAINEL\\_ALTA\\_TENSAO?publish=yes](https://public.tableau.com/app/profile/carlos.silva2808/viz/GeoMapas_Alta_Tensao/PAINEL_ALTA_TENSAO?publish=yes)

## FLUXO TECNOLÓGICO DA SOLUÇÃO IMPLEMENTADA



## 1 Download dos dados LiDAR (GeoSampa)

Arquivos do tipo **LiDAR com as nuvens de ponto** são baixados do portal GeoSampa de acordo com o código de sua respectiva quadrícula no município (ex: 3323-332) para posterior tratamento.





## 2 Detecção e vetorização das árvores em linguagem R

Em seguida, os arquivos LiDAR são processados através de algumas bibliotecas e funções da **linguagem R** (`lidR`, `rlas`, `raster`, `grid_terrain`, `delineate_crowns`, `treeseg` entre outras) para **identificar as árvores, segmentar cada uma delas e calcular a sua altura**. Após esse processamento, é gerado um arquivo vetorial (`shapefile`) com o desenho de um polígono para cada árvore com a sua respectiva altura (em metros).



### 3 Download de camadas adicionais e ingestão no BD

Nessa etapa, é feito o download do portal GeoSampa das camadas vetoriais de: **linhas de alta tensão, estações de trem e metrô, áreas propensas à queda de árvores, regiões inundáveis, densidade populacional e delimitações dos distritos**. Esses arquivos do tipo shapefile são então ingeridos no banco de dados PostgreSQL/Postgis para posterior tratamento.



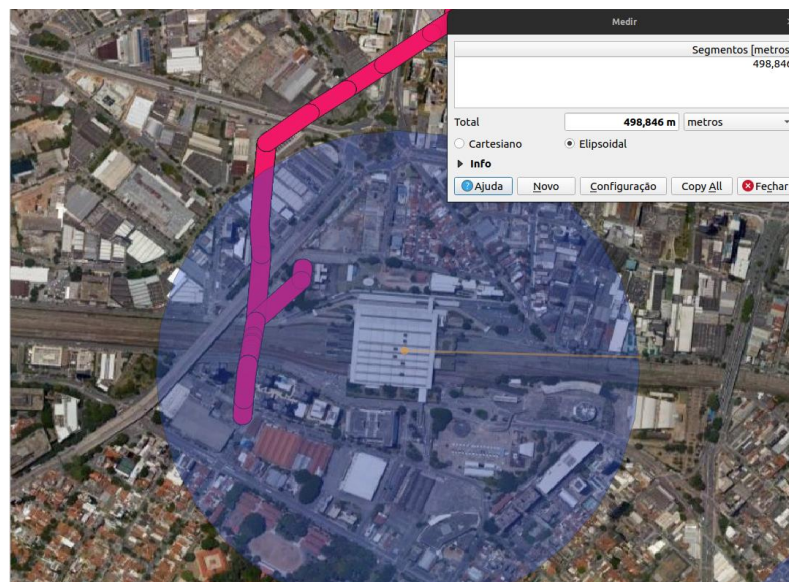
## 4 Geoprocessamento dos dados espaciais 1

Em seguida, são realizadas diversas **operações e cruzamentos geoespaciais das camadas vetoriais no Postgis** com o objetivo que criar uma tabela que vai servir de origem para o desenvolvimento do **painel analítico no Tableau Public**. É criado um buffer de 10 metros de cada lado nas linhas de alta tensão e com ele realizado cruzamento com os polígonos das árvores identificadas de forma que, para cada trecho, seja possível medir a altura média das árvores que estão a até essa distância das linhas.



## 4 Geoprocessamento dos dados espaciais 2

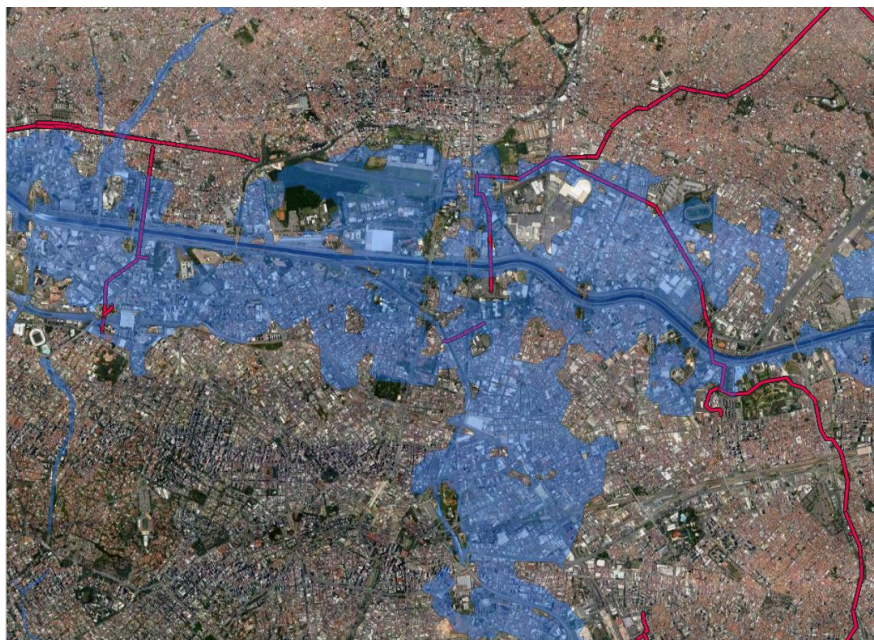
Para **estações de trem, metrô e áreas com risco de queda de árvores** foram criados buffers de 500 metros e realizados **cruzamentos com linhas de alta tensão**. O objetivo disso é verificar quais trechos das linhas tem um maior fluxo de pessoas nas suas vizinhanças e quais estão em uma região com maior risco de queda de árvores.





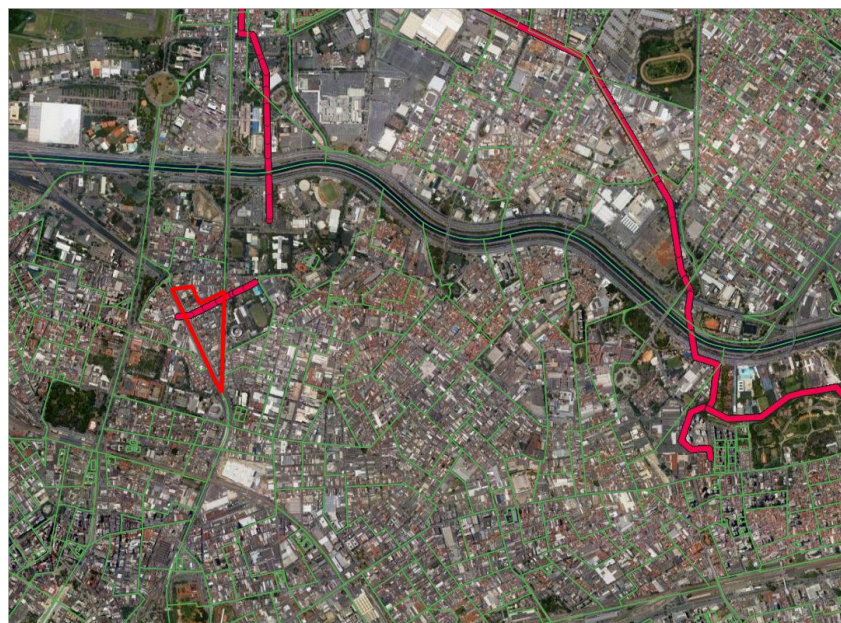
## 4 Geoprocessamento dos dados espaciais 3

Foi realizado **cruzamento das linhas de alta tensão com as regiões inundáveis** para identificar quais trechos estão mais suscetíveis a problemas em caso de chuva forte.



## 4 Geoprocessamento dos dados espaciais 4

Foi realizado **cruzamento** das **linhas de alta tensão** com **áreas que possuem o valor da densidade populacional**, com o objetivo de verificar o potencial de pessoas impactadas em caso de problemas em determinado trecho da linha.



## 4 Critérios e classificação de risco



Após realizados todos os cruzamentos geoespaciais, **para cada segmento de linha de alta tensão é calculado um nível de risco de ocorrência de problemas em caso de enchentes e de sua potencial gravidade**. Essa classificação de risco (Alto, Médio, Baixo) baseia-se nos seguintes critérios:

- 1) Altura média das árvores que cruzam o segmento da linha (com um buffer de 10 metros) classificada como "baixa" se menor de 5 m, "média" se entre 5 e 10 m e "alta" se maior que 10 m;
- 2) Proximidade de até 500 metros de uma estação de metrô;
- 3) Proximidade de até 500 metros de uma estação de trem;
- 4) Estar dentro de uma área com risco de queda de árvores;
- 5) Estar dentro de uma área inundável;
- 6) Densidade populacional na região - foram criadas faixas classificando densidade populacional como "baixa" (menor que 100 habitantes/hectare), "média" (entre 100 e 150 habitantes/hectare) e "alta" (maior que 150 habitantes/hectare).

## 4 Exemplos da classificação de risco



Exemplos de segmentos de alta tensão classificados como de risco Alto, Médio e Baixo baseado nos 6 critérios apresentados anteriormente:

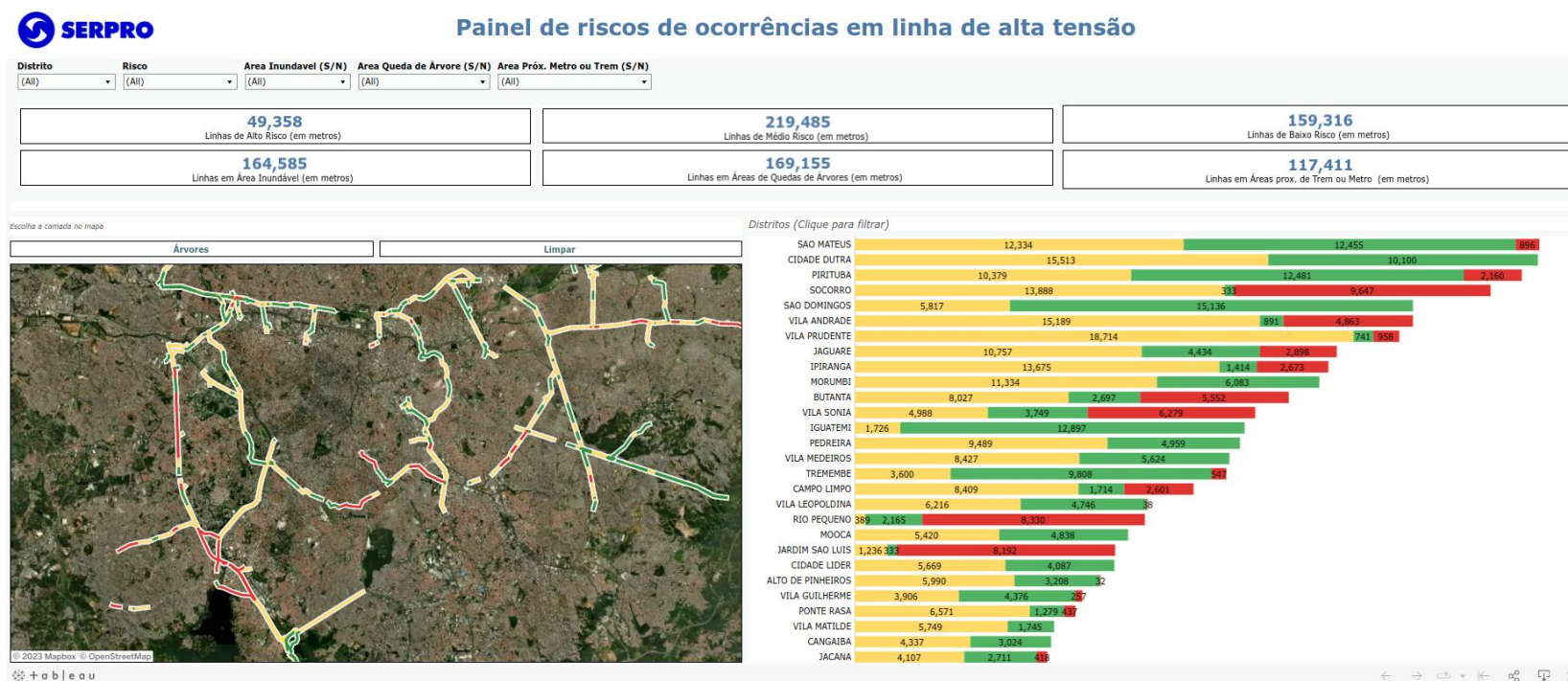
- Caso o trecho da linha tiver até 2 desses critérios então o risco é "baixo" (por exemplo, estar próximo de um metrô e ter altura média de árvore "baixa");
- Caso o trecho da linha tiver 3 ou 4 dos critérios o risco é "médio" (por exemplo, estar próximo de um trem, altura "alta", densidade populacional "média" e dentro de uma área de quedas de árvores);
- Caso o trecho da linha tiver 5 ou 6 critérios então o risco vai ser "alto" (por exemplo, altura "alta", densidade populacional "alta", dentro de área inundável e com risco de queda de árvores e próximo de uma estação de trem).

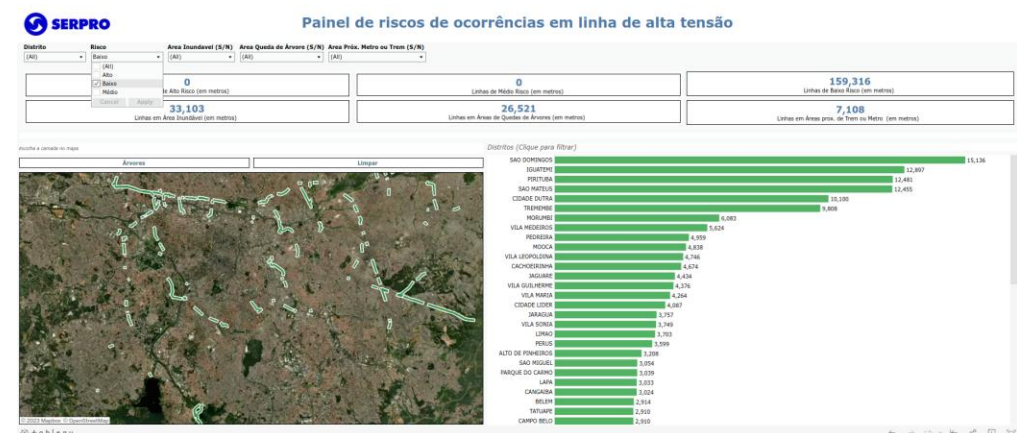


## 5 Painel analítico em ferramenta Tableau 1



Foi criado um **painel analítico na ferramenta Tableau Public** com o objetivo de verificar como o risco de ocorrências nas linhas de alta tensão é distribuído pelos distritos na região urbana de São Paulo.





## 5 Painel analítico em ferramenta Tableau 3



É possível **visualizar os polígonos das árvores**, bem como a sua **altura e proximidade com o trecho da linha de alta tensão**. No exemplo abaixo, vemos que na Barra Funda há 806,7 m de linhas classificadas como de médio risco, 992,6 m de baixo risco e 100,0 m de alto risco. Também podemos observar as informações de cada segmento de linha posicionando o cursor sobre o trecho.



# Obrigado!

**Carlos Henrique de Moura Silva**  
[carlos-henrique.silva@serpro.gov.br](mailto:carlos-henrique.silva@serpro.gov.br)