

# Relatório Final - Laboratório de Meio Ambiente

*Profº Pedro Maia*



**Davy Albert Dutra de Andrade**

**Otávio Oliveira Bopp**

**Júlia Teixeira de Souza**

25.06.2024

Rio de Janeiro - RJ

<b>Introdução:</b>	<b>2</b>
<b>Metodologia:</b>	<b>2</b>
Ferramentas e Bibliotecas Utilizadas	2
Procedimentos Práticos	3
Geração e Interpretação de Mapas	3
<b>Análise dos Plot's</b>	<b>4</b>
Convergência ISMFI - Evidências Naturais	5
Sistemas de Drenagem : Um Zoom In na Região Estudada	6
Índice de Desenvolvimento Social vs ISMFI	8
Problemas de Saneamento na Região	8
<b>Prospectos</b>	<b>8</b>

## **Introdução:**

É sabido que as inundações ocorrem pelo Brasil e pelo mundo; em especial, esses desastres naturais acompanham a história do Rio de Janeiro moderno, desde o século passado (de Medeiros, et al; 2020). No entanto, as mudanças climáticas e a urbanização descontrolada têm intensificado tal ocorrência, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas. O estado do Rio de Janeiro, com sua geografia complexa e alta densidade populacional, está particularmente vulnerável a esses eventos. A identificação e análise das áreas suscetíveis a inundações são essenciais para o planejamento urbano e a mitigação de desastres.

A partir de uma compreensão prática e aplicada das técnicas de análise espacial, focando na suscetibilidade a inundações no Rio de Janeiro, realizamos uma análise espacial sobre as regiões da Maré, de Jacarezinho, do Meier e de Ramos. Utilizando bibliotecas Python como MATPLOTLIB, GeoPandas e Rasterio, além do software ARCGIS, foram coletados, processados e interpretados dados geoespaciais. O objetivo principal foi gerar mapas e análises que identificassem áreas de risco, permitindo uma visualização clara dos fatores que contribuem para a vulnerabilidade a inundações, e o presente relatório faz um sumário dos resultados dessa atividade.

## **Metodologia:**

A metodologia adotada para o estudo da suscetibilidade a inundações no Rio de Janeiro seguiu uma abordagem prática e detalhada, utilizando diversas ferramentas e técnicas de análise espacial. A seguir, são descritas as etapas principais:

### Ferramentas e Bibliotecas Utilizadas

**MATPLOTLIB/SEABORN:** Utilizada para criar gráficos e visualizações, permitindo uma apresentação clara dos dados analisados.

**GEOPANDAS:** Biblioteca Python que facilita a manipulação de dados geoespaciais em formato vetorial, essencial para ler, escrever e processar shapefiles (.shp) e arquivos CSV contendo coordenadas geográficas.

**ARCGIS:** Software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizado para análises avançadas e criação de mapas detalhados.

## Procedimentos Práticos

**Coleta e Preparação de Dados:** Os dados geoespaciais foram coletados de fontes públicas e institutos de pesquisa, incluindo dados de elevação, uso do solo e histórico de inundações. Os formatos mais comuns utilizados foram shapefiles (.shp) e arquivos CSV contendo coordenadas geográficas e dados pluviométricos.

**Análise de Dados Vetoriais com GeoPandas:** Com a biblioteca GeoPandas, os alunos manipularam e analisaram dados vetoriais, realizando operações como união, interseção e dissolução de polígonos para identificar áreas de risco.

**Análise de Dados Raster com Rasterio:** Através da biblioteca Rasterio, foram realizadas análises de dados raster, incluindo a reclassificação de valores de elevação e precipitação, criação de mapas de densidade de inundações e identificação de áreas vulneráveis.

**Visualização de Dados com MATPLOTLIB:** Os dados processados foram visualizados utilizando a biblioteca MATPLOTLIB, permitindo a criação de mapas temáticos, gráficos de dispersão e outras formas de visualização de dados relevantes para a análise de suscetibilidade a inundações.

**Utilização de ARCGIS:** Complementando as análises realizadas com Python, o software ARCGIS foi utilizado para tarefas avançadas de análise espacial e para a criação de mapas de alta qualidade que ilustram as áreas de risco de inundações.

## Geração e Interpretação de Mapas

**Mapas Temáticos:** Foram gerados mapas temáticos destacando as áreas de maior suscetibilidade a inundações no Rio de Janeiro, com base em fatores que foram considerados interessantes baseado em i) quantidade de dados disponíveis ii) facilidade de manipulação e interpretação dos dados iii) confiabilidade iv) pressuposta relação com inundações.

**Correlação Espacial:** Análises de correlação espacial foram realizadas para identificar relações entre diferentes variáveis ambientais e a ocorrência de inundações, utilizando técnicas estatísticas aplicadas a dados geoespaciais.

## Análise dos Plot's

A seguir, constam os diversos *plots* para realizar a análise espacial. Não é objetivo do presente relatório trazer todo o código utilizado com esse fim, mas, a propósito expositivo e de melhor compreensão, trazemos abaixo alguns *snippets* comentados do *drive code* :

```
# Importando bases de dados necessárias
rj = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/Limite de Bairros/Limite de Bairros.shp')
ismfi = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/ismfi_grade/ismfi_grade/indice.shp')
cobertura_vegetal_br = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/Cobertura Veg RJ/Cobertura Vegetal e Uso da Terra_2010.shp')
drenagem_rj = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/Redes de Drena Pluvial RJ/Redes de Drenagem Pluvial do Rio de Janeiro.shp')
IDS_rj = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/IDS_RJ/ACN40Índice de Desenvolvimento Social (IDS) - Região Metropolitana do RJ (2010).shp')
biomas_br = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/Biomas/le bioma 250.shp')
limites_rj = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/Limite de Bairros/Limite de Bairros.shp')
level_curves_br = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/GEOFT_Curva Nivel/GEOFT_CURVA_NIVEL.shp')

cobertura_vegetal_br = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/Cobertura Veg RJ/Cobertura Vegetal e Uso da Terra_2010.shp')

rj = gpd.read_file('/content/drive/MyDrive/Economia/Limite de Bairros/Limite de Bairros.shp')
```

Importando as diversas bases de dados - GOOGLE COLLAB

```
[ ] import geopandas as gpd
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.colors as colors
from matplotlib.cm import ScalarMappable
from mpl_toolkits.axes_grid1 import make_axes_locatable
from matplotlib.lines import Line2D

# Define the regions to highlight
highlighted_regions = ['COMPLEXO DA MARE', 'JACAREZINHO', 'RAMOS', 'MEIER']
highlight_mask = merged['regiao_adm'].isin(highlighted_regions)

# Assign 'ISMFI_corr' for all regions but set NaN for non-highlighted regions for grey color
merged['color'] = merged['ISMFI_corr']
merged.loc[~highlight_mask, 'color'] = float('nan') # NaN for non-highlighted regions

# Setup colormap and normalization
cmap = plt.cm.viridis
cmap.set_bad('lightgrey') # Grey for NaN values
norm = colors.Normalize(vmin=merged['ISMFI_corr'].min(), vmax=merged['ISMFI_corr'].max())

# Create plot
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 10))
divider = make_axes_locatable(ax)
cax = divider.append_axes("bottom", size="5%", pad=0.6) # Adjust the colorbar size and position

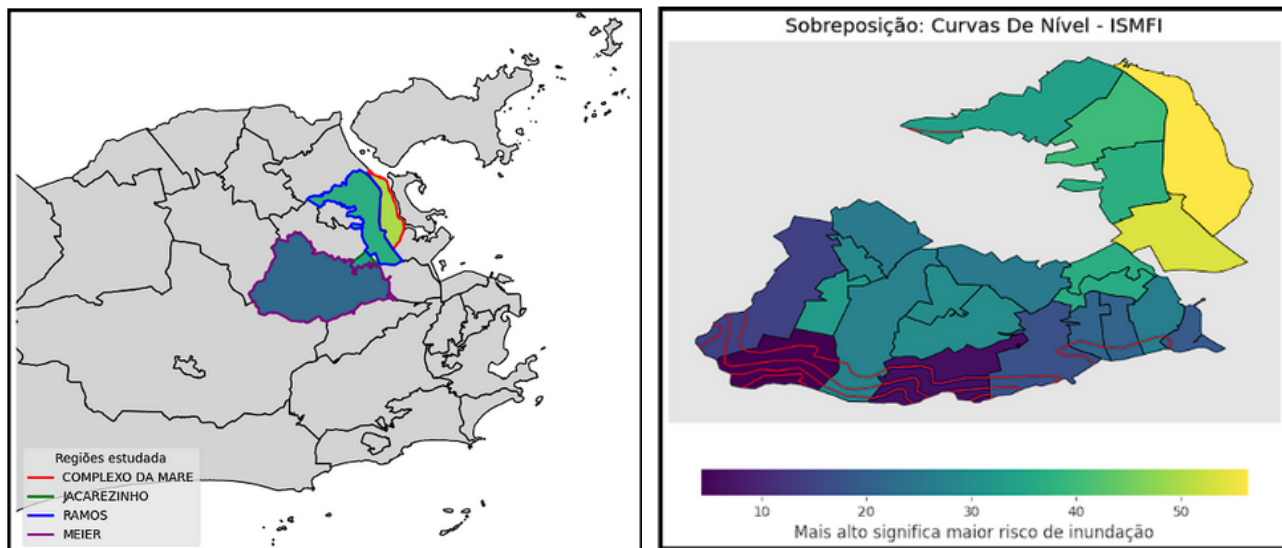
# Plot the data
pc = merged.plot(column='color', ax=ax, cmap=cmap, norm=norm, legend=False,
missing_kws={"color": "lightgrey", "edgecolor": "none"})
```

Plot da região delimitada (Maré, Jacarezinho, Meier e Ramos)

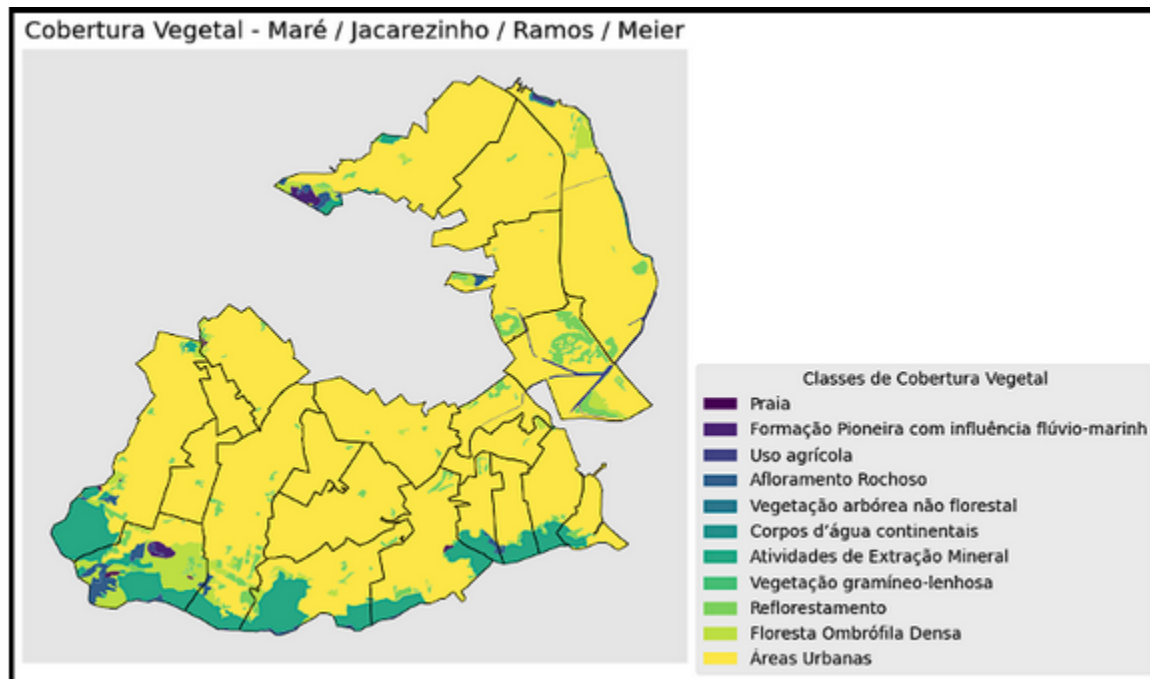
### Convergência ISMFI - Evidências Naturais

De maneira bastante geral, o Índice de Suscetibilidade do Meio Físico a Inundação (ISMFI) utiliza índices de declividade, proximidade a corpos d'água e alguns outros fatores fisiográficos para qualificar o quão propícia à inundações é uma certa região (MIRANDA, 2016). Parece bastante razoável utilizá-lo como base de dados, especialmente pela sua repercussão e bons resultados gerados e conhecidos no meio acadêmico (MIRANDA, et al; 2023).

No entanto, para ir um pouco além de simplesmente aceitar a análise qualitativa do ISMFI como definitiva e realmente entendê-lo, pressupôs-se o trabalho de comparar dados do índice sobre a região estudada com uma base de dados sobre o relevo dessa mesma região (curvas de nível disponibilizadas pela PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO) e outra sobre a cobertura vegetal (dados disponibilizados pelo IBGE). Os resultados foram extremamente favoráveis à confiabilidade do ISMFI e encontram-se abaixo ilustrados:



Gráficos indicam que as regiões mais próximas do litoral e também as mais planas tem maior qualificação no ISMFI

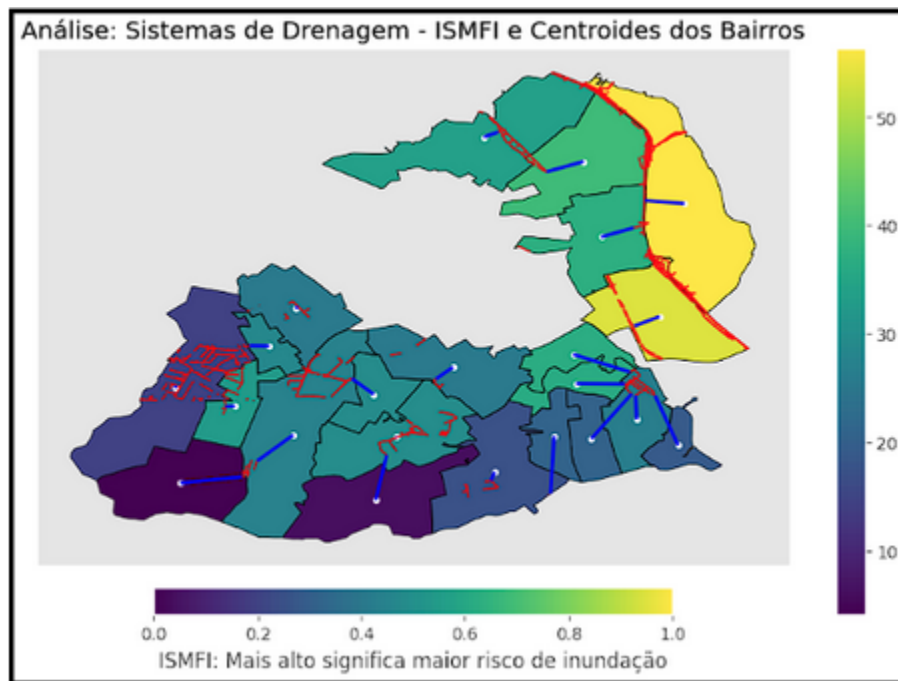


Cobertura vegetal da região

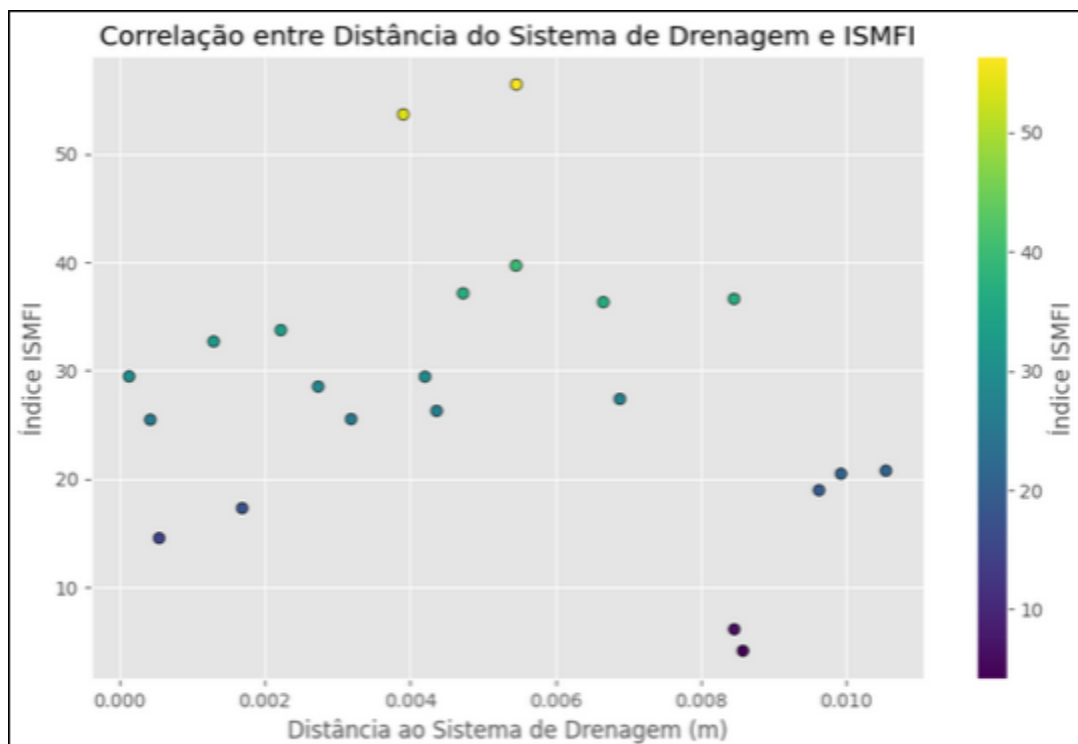
### Sistemas de Drenagem : Um Zoom In na Região Estudada

Os sistemas de drenagem em uma cidade são ponto chave para evitar exatamente desastres naturais como enchentes, além de ser também ponto chave do saneamento da região (tópico que será explorado mais a frente). Mais abaixo, propomos o desenho dos sistemas de drenagem disponibilizados pela PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO juntamente com os centroides; dessa maneira, é possível ver quanto a proximidade desses sistemas com as regiões que precisariam deles para amenizar a ocorrência de inundações.

A conclusão não é clara, até porque a presente análise é exploratório e não busca dar a entender relações de causa e efeito. É possível notar (e inclusive seria impossível que não se notasse) que o sistema de drenagens na Maré de alguma maneira pode ser deficiente, dado o alto índice de enchente na região em que ele está colocado. É claro que o fato de estar ali posto por si só já pode indicar que havia altos riscos de enchente; tais hipóteses são explorados no gráfico de correlação logo abaixo:



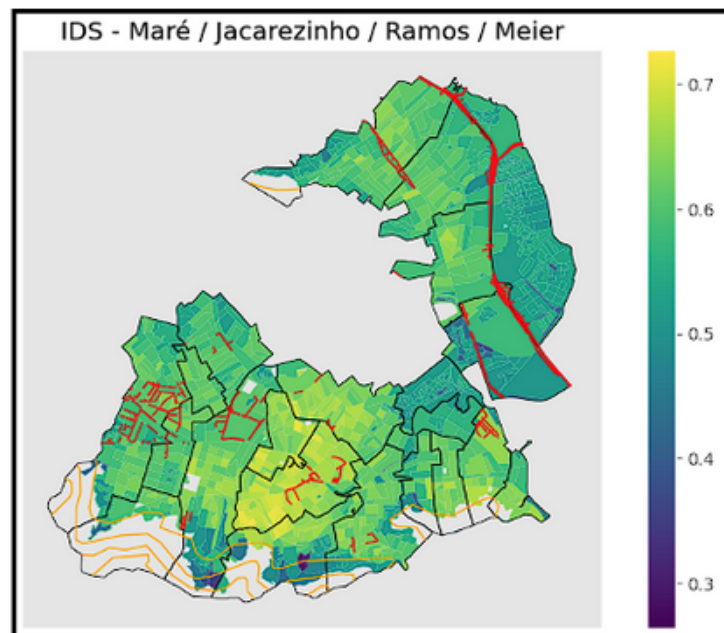
MAPAS GERADOS PELOS ALUNOS



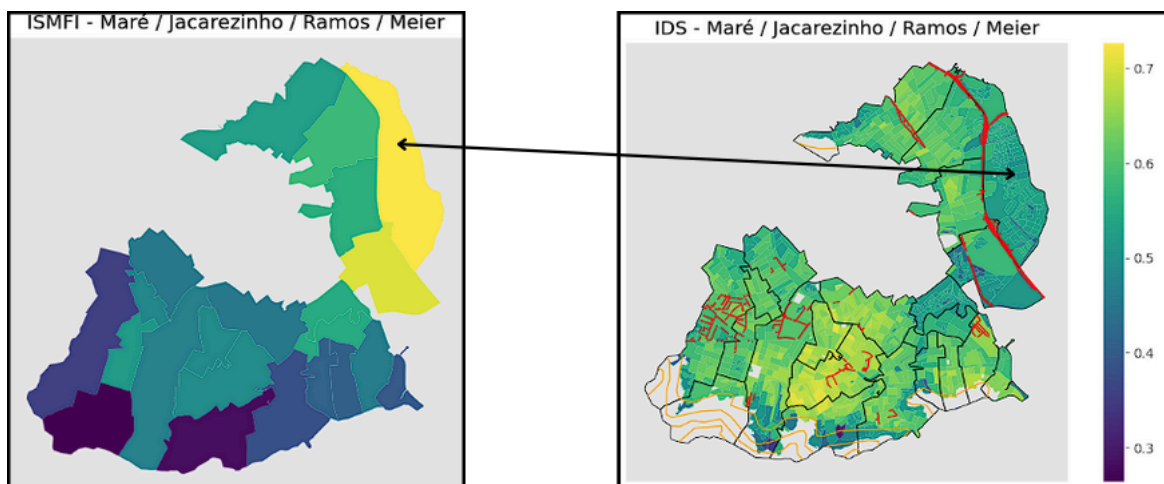


## Índice de Desenvolvimento Social vs ISMFI

Nesse trecho, foi possível estudar a relevância do desenvolvimento social das regiões com a ocorrência dos desastres (teoricamente) naturais. Em um contexto de desigualdade e muitas deficiências infraestruturais em regiões vulneráveis, Maré, Jacarezinho, Meier e Ramos chamam atenção para políticas públicas e mais estudos detalhados acerca da ocorrência de enchentes: a região toda possui IDS relativamente baixo, mas nas regiões com IDS mais baixo está também o ISMFI mais alto, uma correlação que nem precisa de gráfico ou fórmula para ser observada:



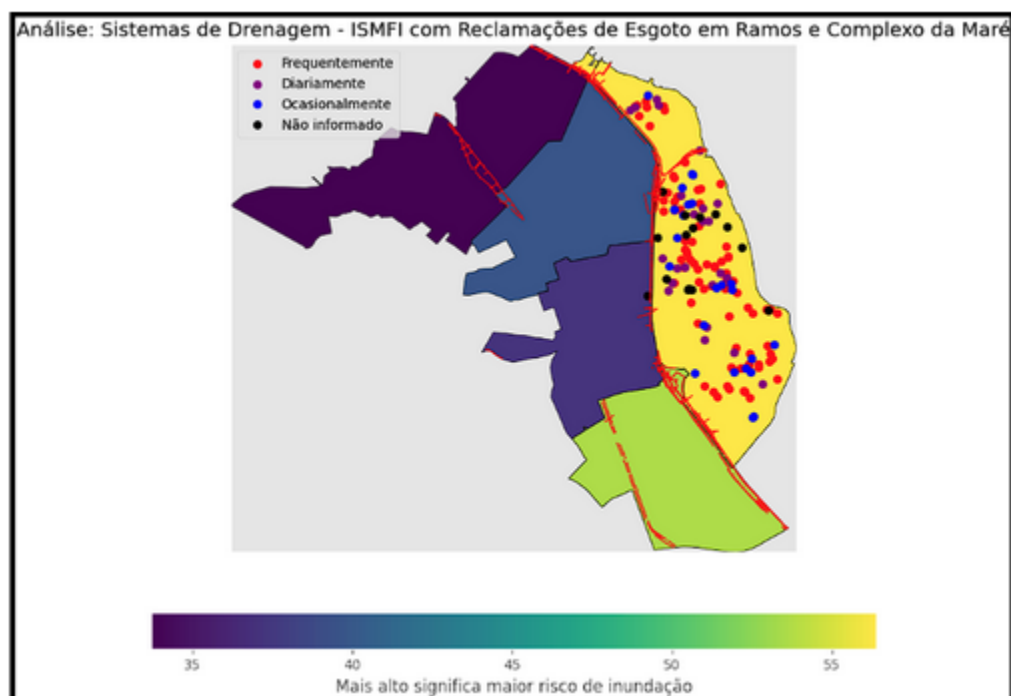
MAPAS GERADOS PELOS ALUNOS



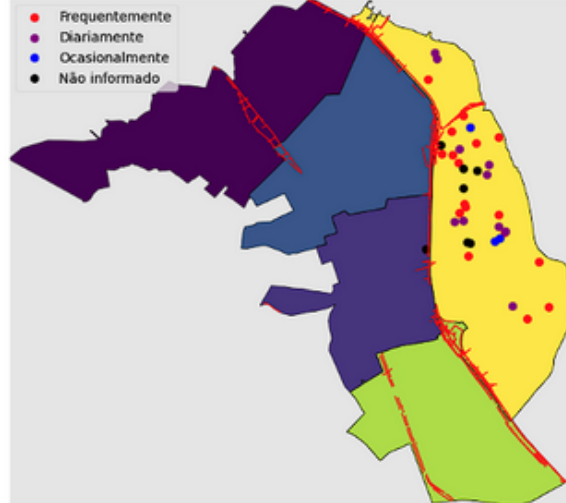
## Problemas de Saneamento na Região

Por fim, tomou-se a liberdade de, focalizando a região da Maré (mais afetada das regiões estudadas, de acordo com o ISMFI), estudar a fundo em que setor era necessário atuar para amenizar os dados desses desastres (quando não for possível impedi-los). Após algumas bases de dados que sofriam de poucas amostras ou dubitabilidade, foi encontrada a organização COCÔZAP, contendo coleta de dados diretamente de moradores da região, como uma espécie de censo acerca do saneamento.

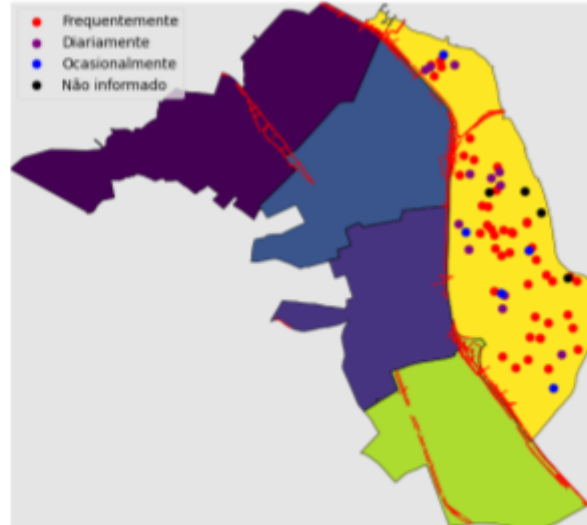
Os resultados indubitavelmente apontam para um descaso da área vulnerável; seja ela mais uma causa, seja mais uma implicação das inundações, a suscetibilidade da região leste da Maré à inundações frisa que se trabalhe muito mais em soluções viáveis para manter tratamento de água, esgoto e sistemas de drenagem em pleno funcionamento, e não o contrário, como é observado nos mapas abaixo:



Análise: Sistemas de Drenagem - ISMFI com Reclamações de Bueiro entupido no Complexo da Maré

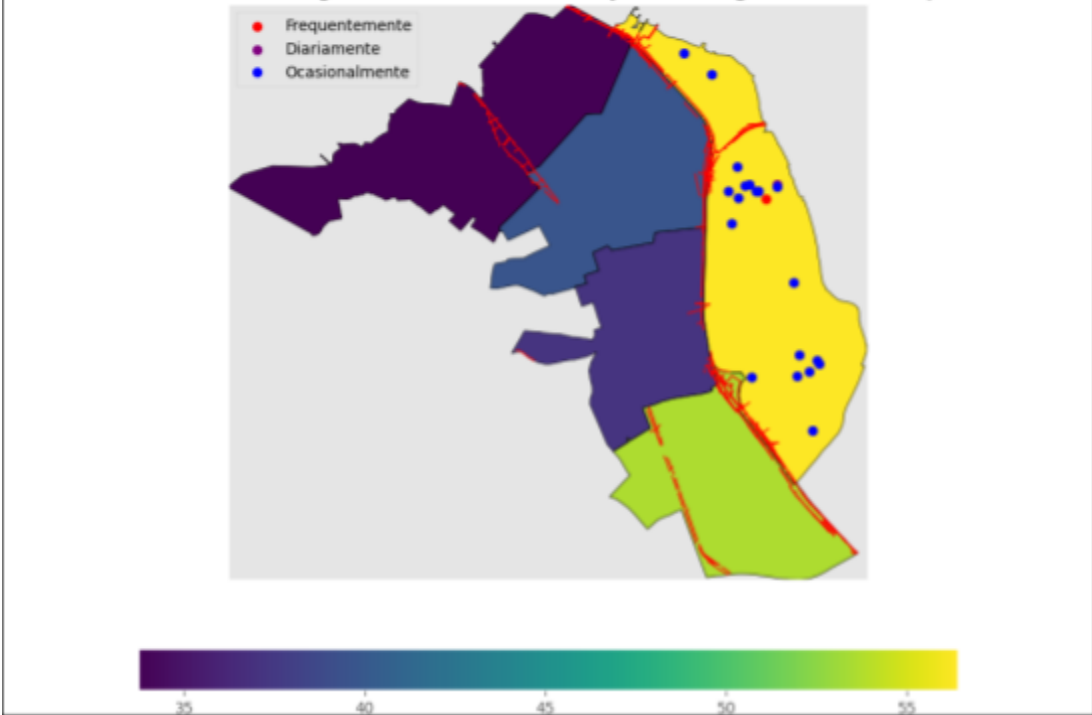


Análise: Sistemas de Drenagem - ISMFI com Reclamações de Esgoto a céu aberto no Complexo da Maré

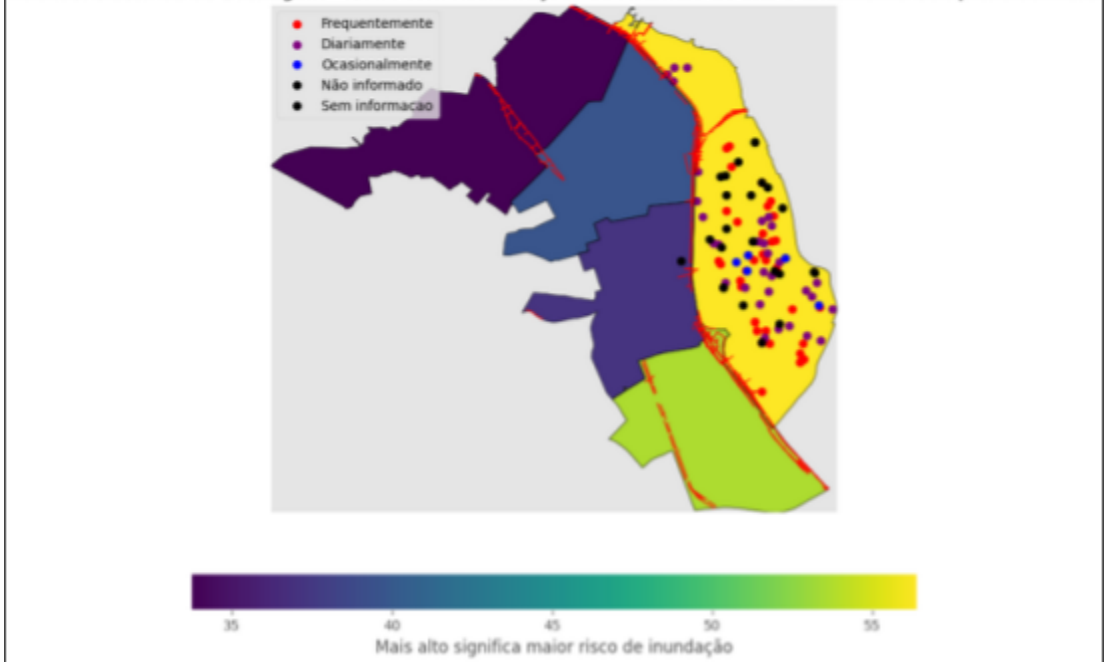


Mais alto significa maior risco de inundação

Análise: Sistemas de Drenagem - ISMFI com Reclamações de Alagamento no Complexo da Maré



Análise: Sistemas de Drenagem - ISMFI com Reclamações de Acúmulo de lixo e entulho no Complexo da Maré



## **Prospectos:**

Ao longo do trabalho, como relatado, vários dados interessantes foram deixados de lado por inviabilidade de sua análise; em parte, isso se deve ao curto período de tempo da disciplina. O grupo do presente relatório esteve em contato com organizações que coletam informações como as requeridas para uma análise espacial mais sofisticada, e obteve respostas. Espera-se, em um próximo e mais delineado estudo, aprofundar os resultados aqui apenas ilustrados e pouco elucidados.

Além disso, ferramentas estatísticas foram pouco utilizadas nesse estudo, por não haver necessariamente qualquer pretensão de confirmar relações entre os fatores expostos; em trabalhos futuros, frutos desse, é necessário se atentar a esse detalhe, tornando assim as ideias expostas práticas e realmente em sintonia com o mundo real.

## **Referências:**

CHIOVELLI, HOHMAN, REGAN slides on GIS for Economists (Python version)

DE MEDEIROS, Felipe Souza et al. A URBANIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO: uma visão sobre as enchentes e inundações. *Sustentare*, v. 4, n. 1, p. 46-60, 2020.

IBGE. 2010. Censo Demográfico 2010. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

MIRANDA, Francis Martins et al. MAPEAMENTO DA SUSCEPTIBILIDADE A INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE MARICÁ-RJ. 2016.

MIRANDA, F. M. (2016). “Índice de Susceptibilidade do Meio Físico a Inundações como Ferramenta para o Planejamento Urbano”. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ