

TRABALHO FINAL

# FATORES QUE INFLUENCIAM A VULNERABILIDADE A PM2.5 NOS MUNICÍPIOS DO MARANHÃO

Aluna: Débora Joana Dutra

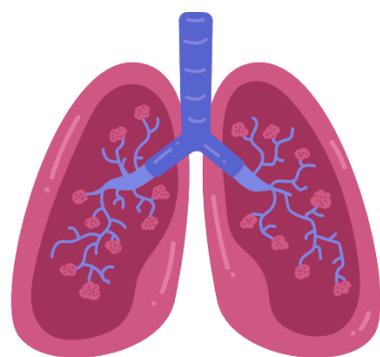
São José dos Campos, 28 de Agosto de 2024



# INTRODUÇÃO

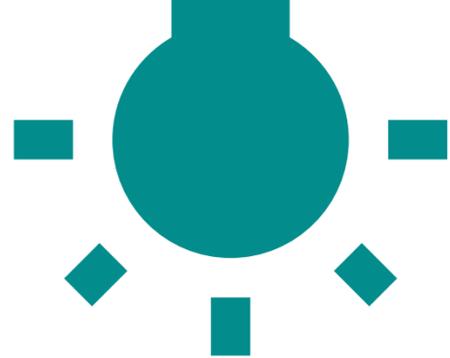


Partículas finas com diâmetro menor que 2,5 micrômetros



Capacidade de penetrar profundamente nos pulmões e na corrente sanguínea





# INTRODUÇÃO



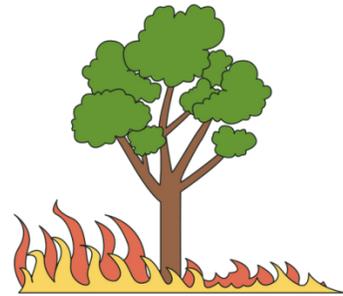
Partículas finas com diâmetro menor que 2,5 micrômetros



Impactos na saúde



# INTRODUÇÃO

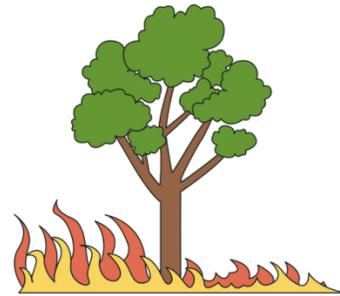


Gerado por processos de combustão, como queimadas e incêndios florestais





# INTRODUÇÃO



Gerado por processos de combustão, como queimadas e incêndios florestais

UOL Notícias  
Queimadas em São Paulo: o que se sabe até agora sobre os incêndios  
1 dia atrás

g1 - O portal de notícias da Globo  
[Por que governo suspeita que incêndios em SP são criminosos?](#)  
1 dia atrás

Agência Pública  
Queimadas em São Paulo: 81% dos focos de calor foram em áreas de...  
há 6 horas

Correio Braziliense  
Queimadas em São Paulo: 48 municípios estão em alerta máximo  
1 dia atrás

Jovem Pan  
Queimadas em São Paulo: Polícia prende três suspeitos de atear fogo e...  
1 dia atrás

R7  
Frente fria ajudou no combate das queimadas em SP, afirma coordenador d...  
há 1 hora

Brasil de Fato  
Coincidência ou método? Queimadas recorde em SP lembram ataque...  
1 dia atrás

Portal IG  
Queimadas em SP: mais de 80% dos casos foram em áreas agropecuárias, diz...  
há 4 horas

CNN Brasil  
O que sabemos sobre as queimadas no interior de SP  
há 18 horas



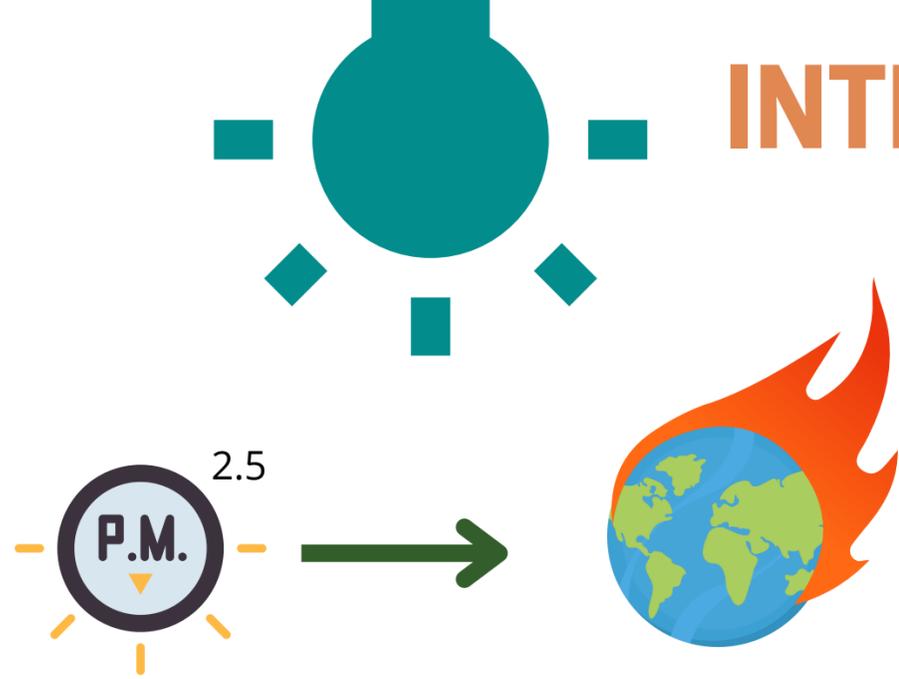
# INTRODUÇÃO



Impactos na qualidade e disponibilidade dos recursos naturais



# INTRODUÇÃO



Impactos na qualidade e disponibilidade dos recursos naturais

Liberação de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa

Perda de biodiversidade e degradação do solo



# INTRODUÇÃO



Impactos na qualidade e disponibilidade dos recursos naturais

Liberação de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa





## OBJETIVOS

Analisar a vulnerabilidade potencial da população maranhense às queimadas em 2022





## OBJETIVOS

Analisar a vulnerabilidade potencial da população maranhense às queimadas em 2022

Identificar as regiões com maior probabilidade de exposição ao PM2.5





## OBJETIVOS

Analisar a vulnerabilidade potencial da população maranhense às queimadas em 2022

Identificar as regiões com maior probabilidade de exposição ao PM2.5

Levantar a quantidade de população de 0 a 4 anos e maior que 65 anos exposta ao poluente nas regiões de maior probabilidade



## OBJETIVOS

Analisar a vulnerabilidade potencial da população maranhense às queimadas em 2022

Identificar as regiões com maior probabilidade de exposição ao PM2.5

Levantar a quantidade de população de 0 a 4 anos e maior que 65 anos exposta ao poluente nas regiões de maior probabilidade

Analisar como o conjunto de variáveis se comportam espacialmente no modelo de exposição ao PM2.5.

# MARANHÃO



6.776.699 pessoas

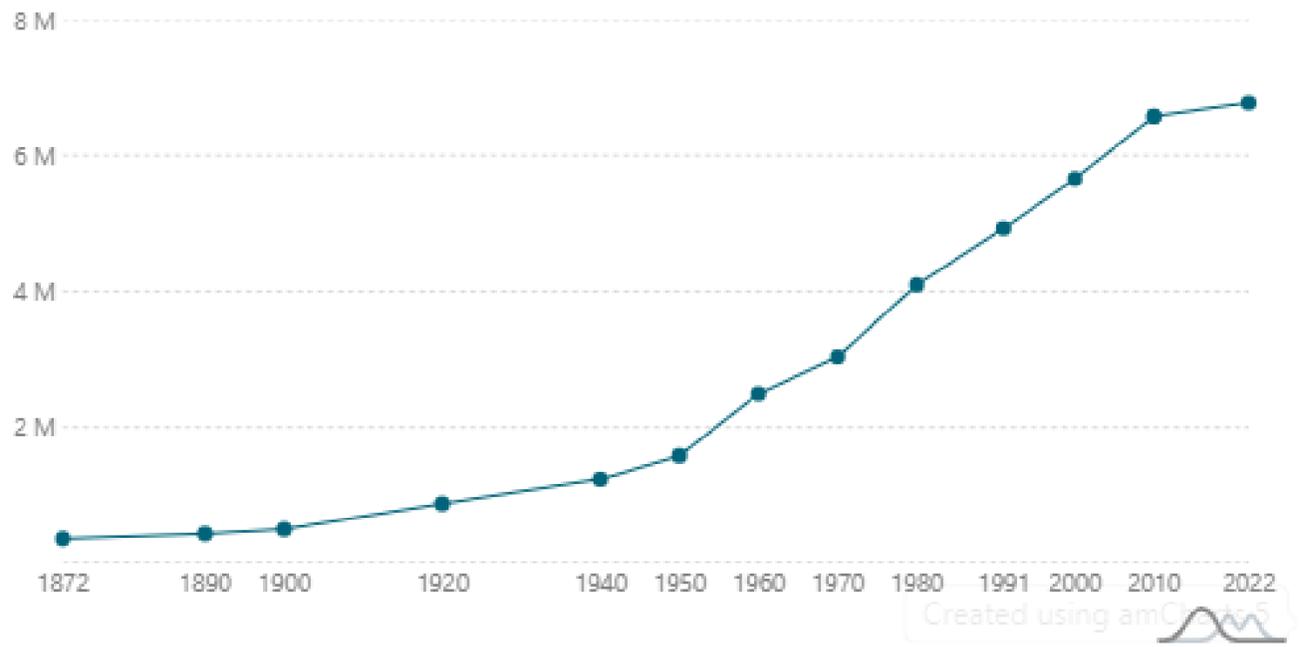


329651.50 km<sup>2</sup>

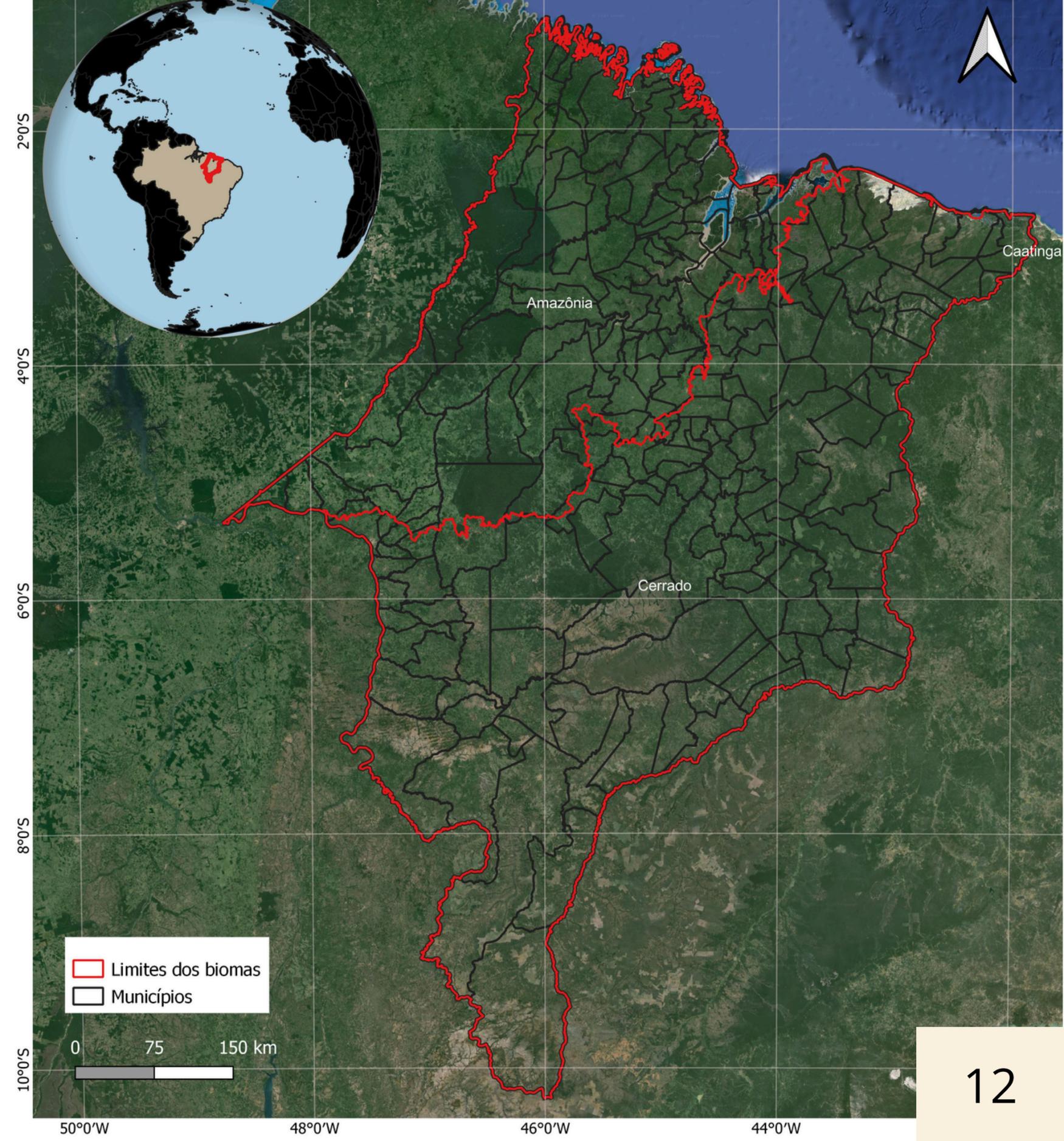


20.56 hab/km<sup>2</sup>

## Crescimento populacional



<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>



# MARANHÃO



6.776.699 pessoas

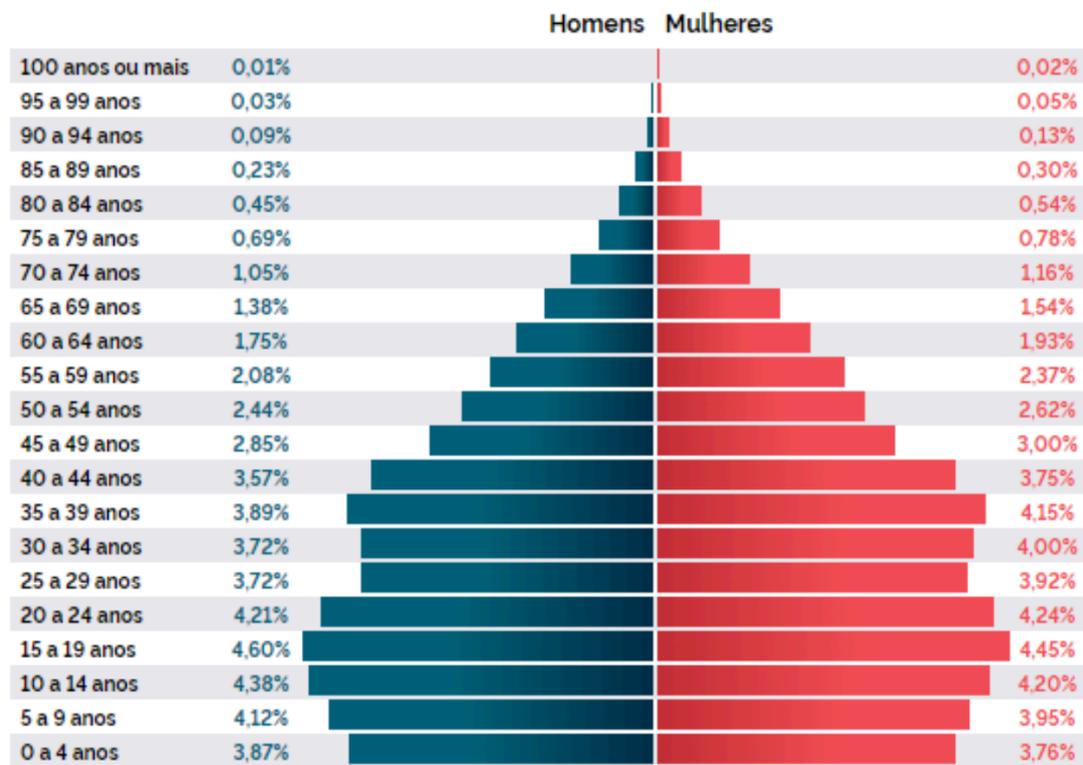


329651.50 km<sup>2</sup>

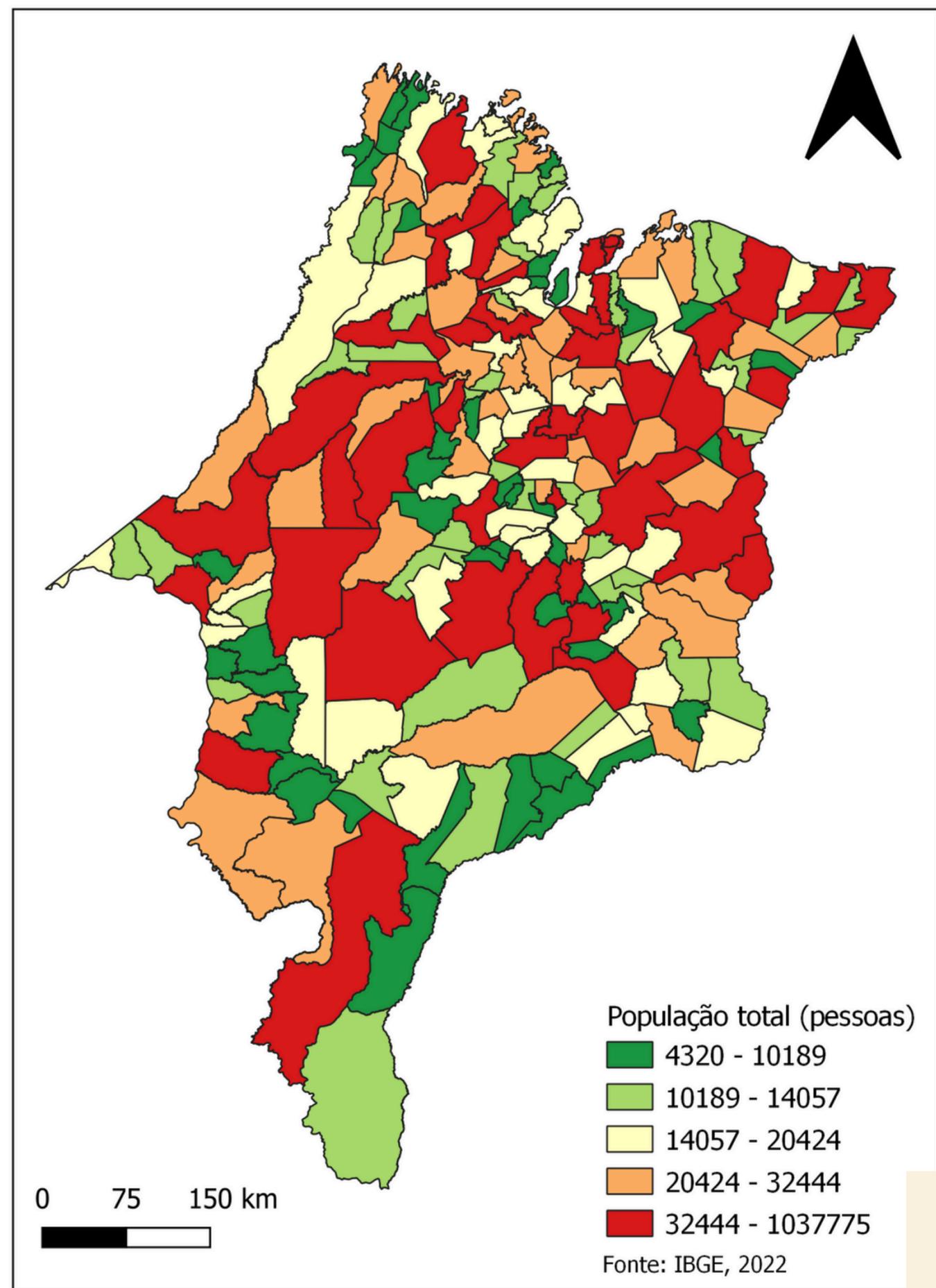


20.56 hab/km<sup>2</sup>

## Pirâmide etária



<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>



## População total (pessoas)

- 4320 - 10189
- 10189 - 14057
- 14057 - 20424
- 20424 - 32444
- 32444 - 1037775

Fonte: IBGE, 2022

# MARANHÃO



6.776.699 pessoas



329651.50 km<sup>2</sup>



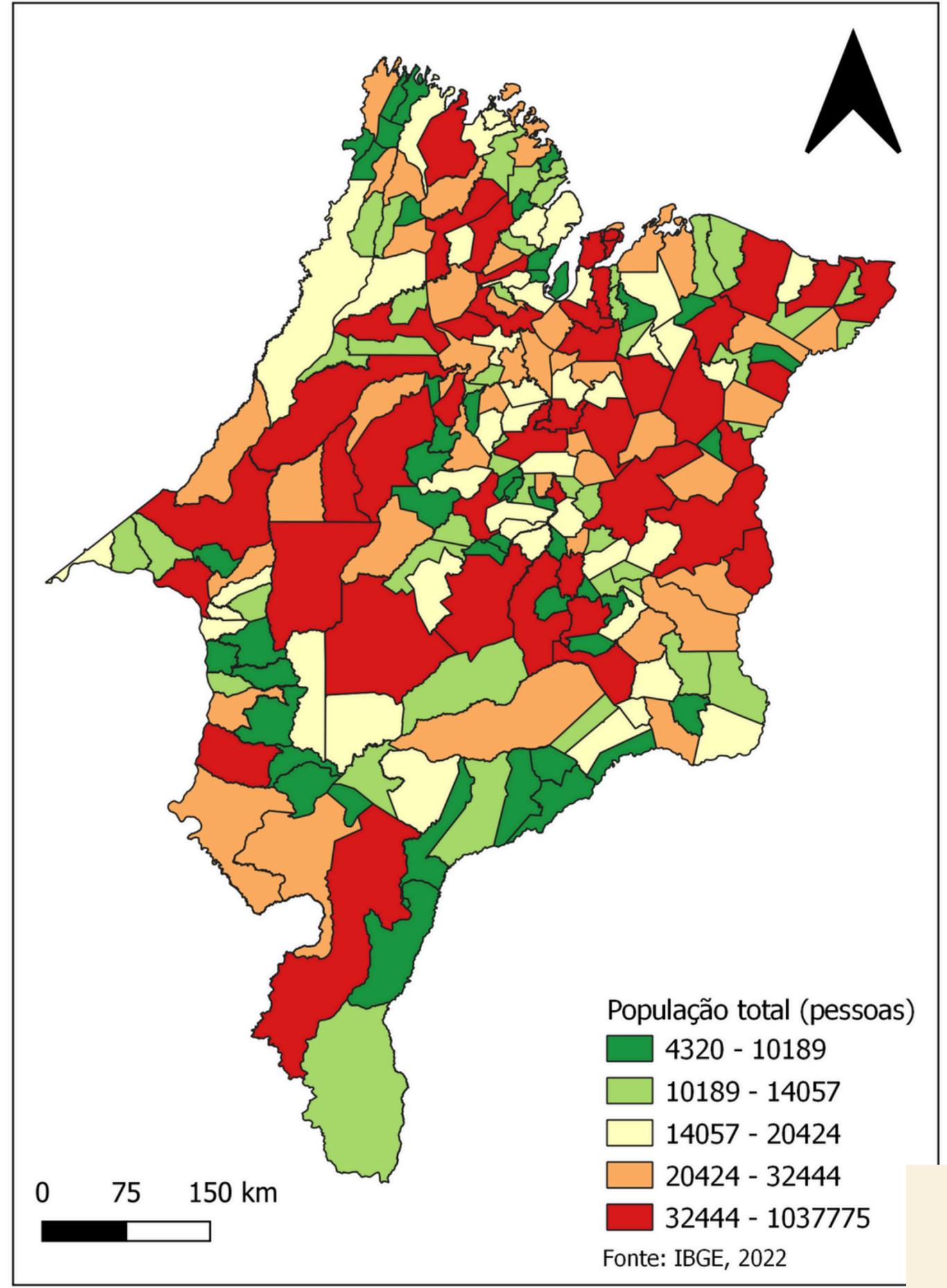
20.56 hab/km<sup>2</sup>

Cor ou Raça (cada bloco = 0.5%)



Branca: 1.361.865	Preta: 854.424	
Amarela: 6.541	Parda: 4.499.018	Indígena: 54.682

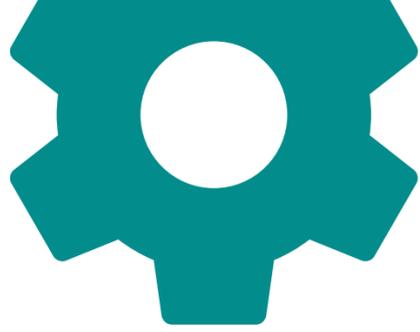
<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>



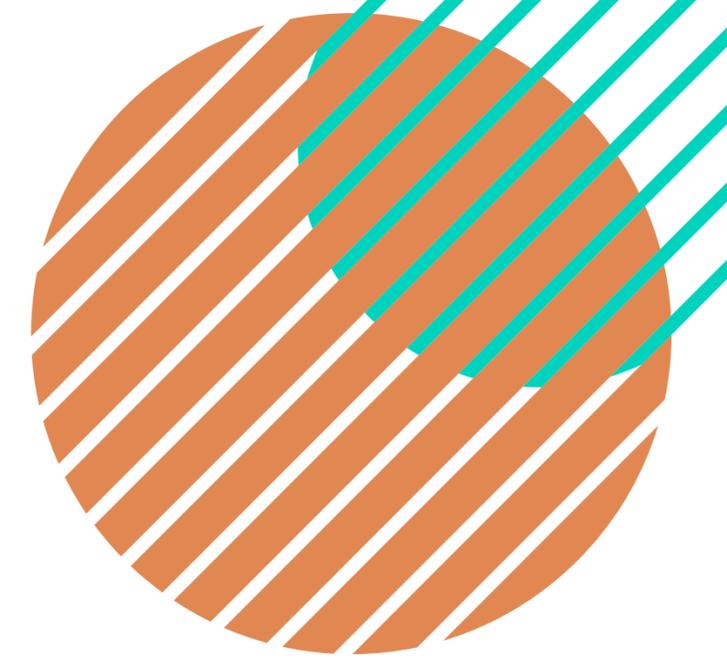
População total (pessoas)

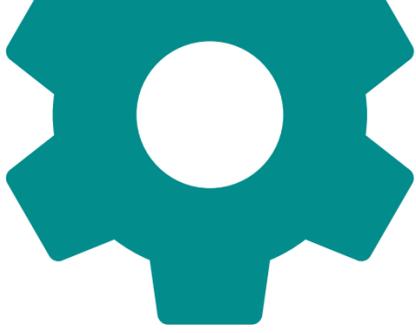
- 4320 - 10189
- 10189 - 14057
- 14057 - 20424
- 20424 - 32444
- 32444 - 1037775

Fonte: IBGE, 2022

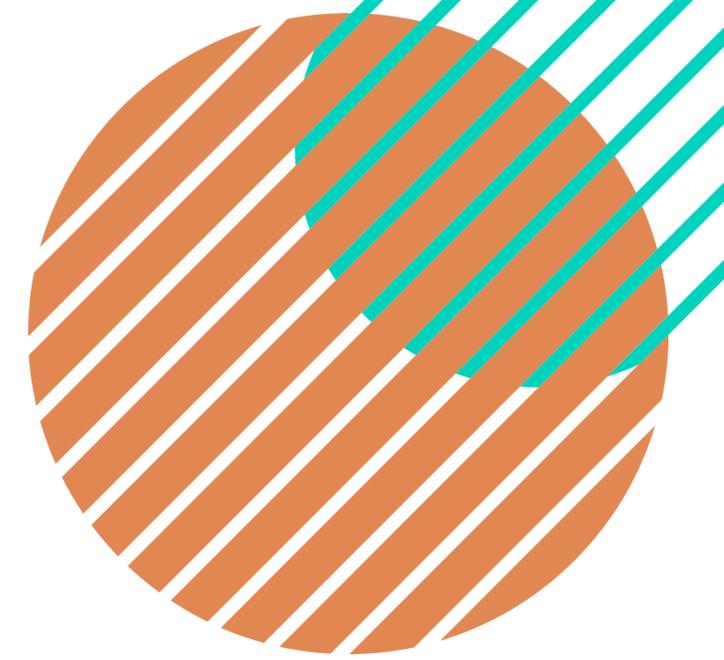


# METODOLOGIA

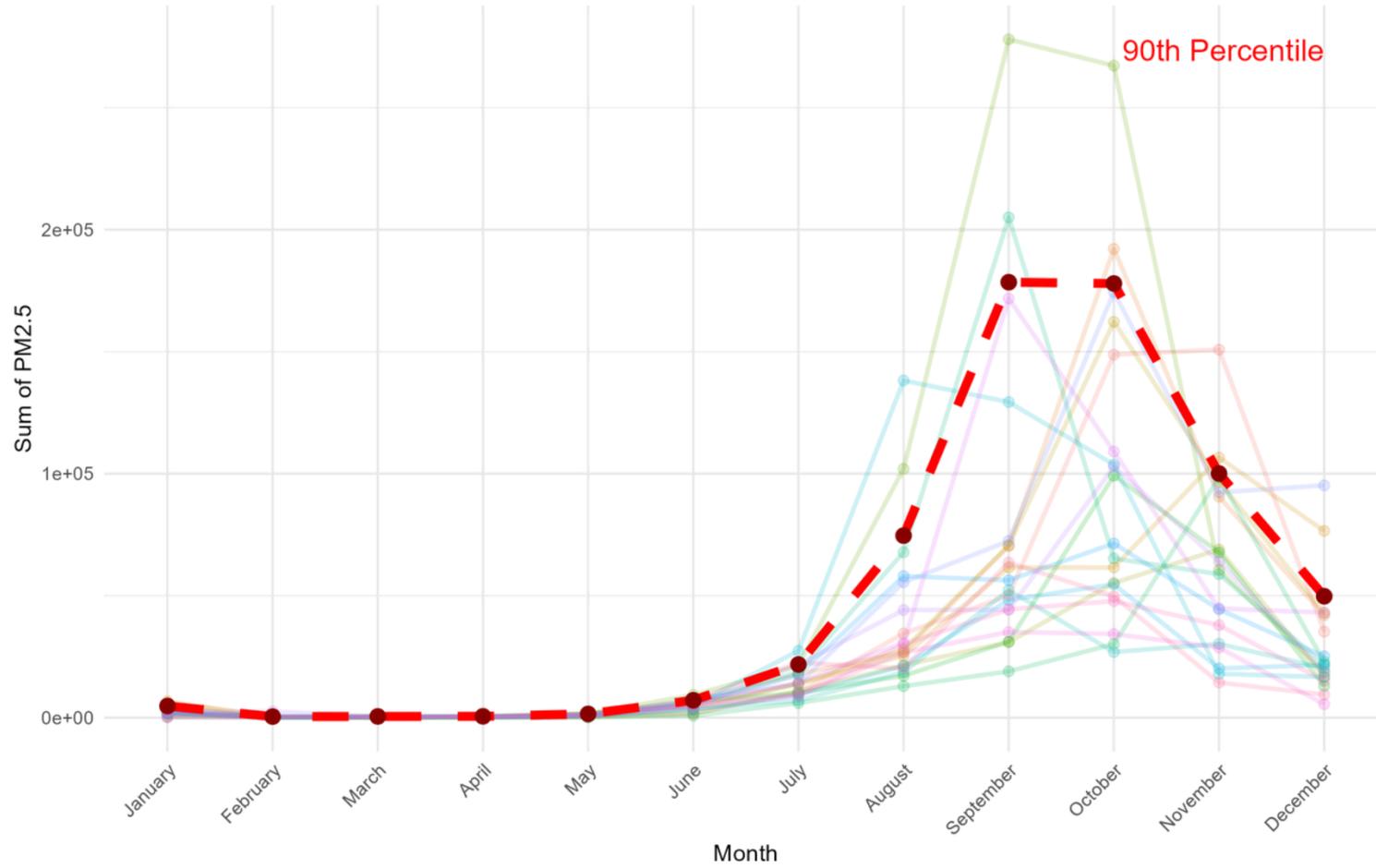




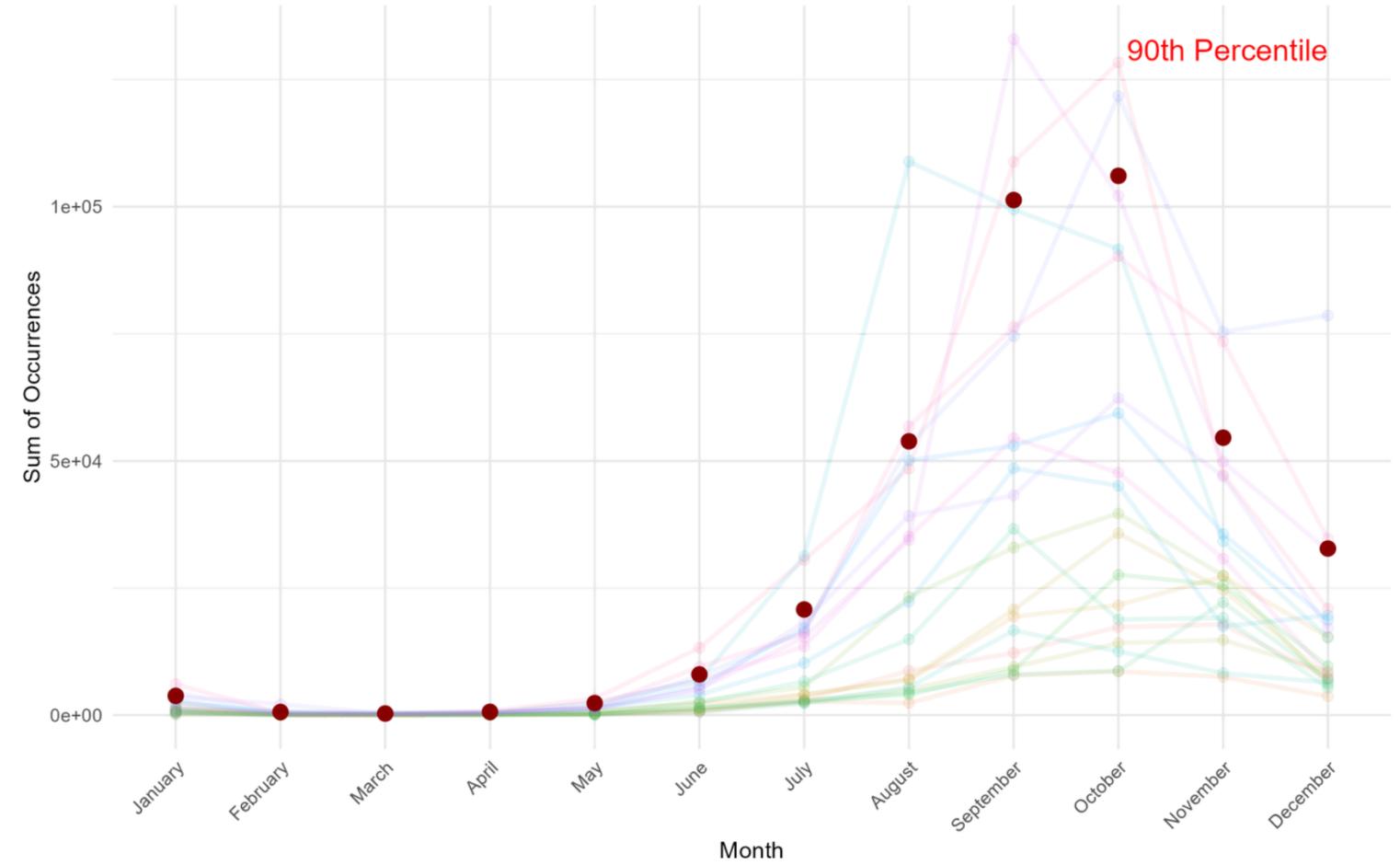
# METODOLOGIA

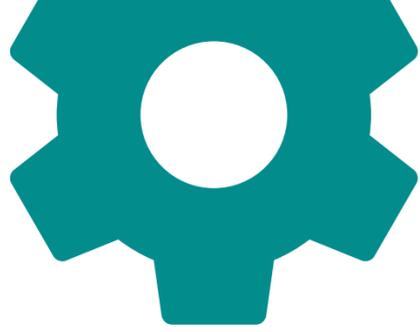


Monthly Sum of PM2.5 (2002-2020)

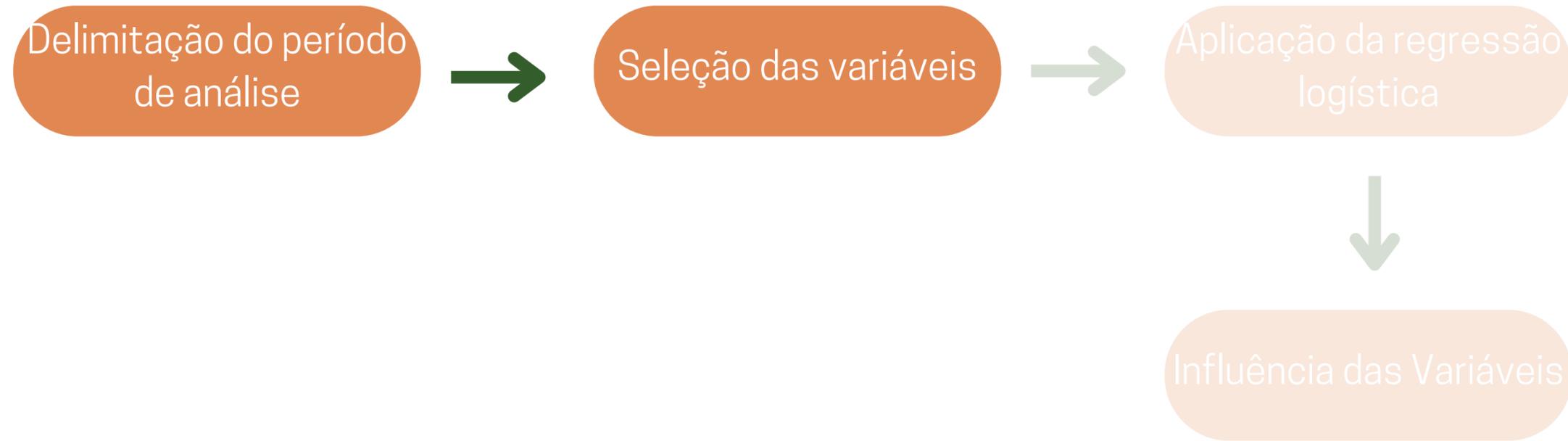
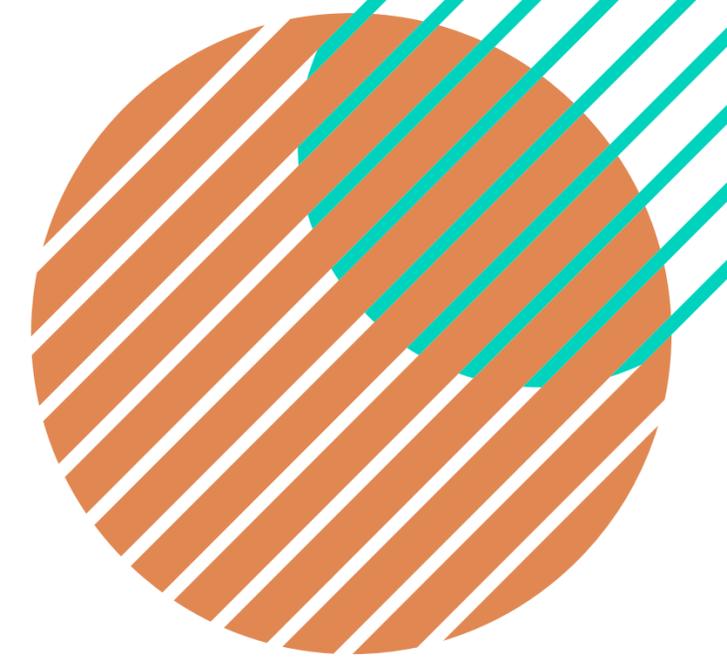


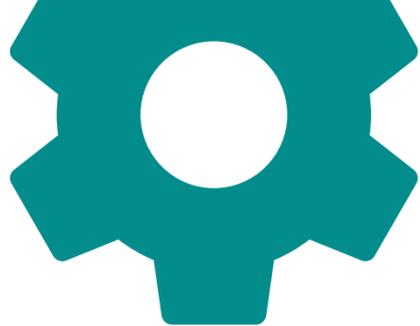
Monthly Sum of Hotpixels Occurrences





# METODOLOGIA



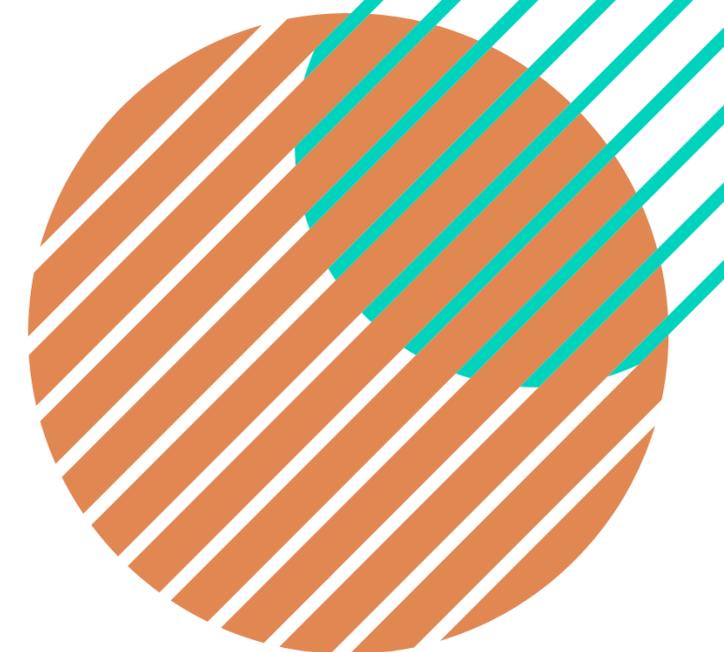


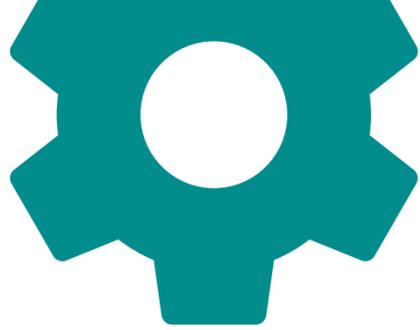
# DADOS

## Infraestrutura

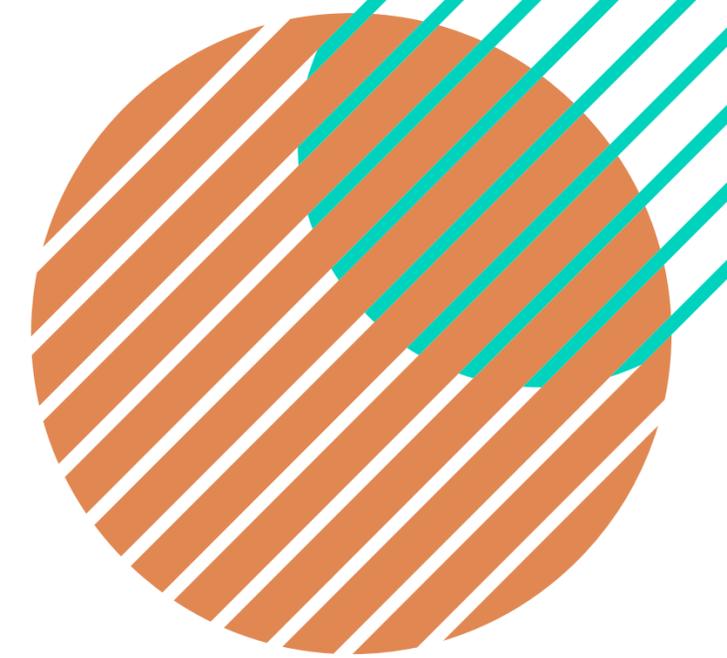
(total/ km<sup>2</sup>)  
 Baixa, média e alta complexidade  
Municipal e estadual

(leitos/ km<sup>2</sup>)  
 SUS e não SUS





# DADOS



## Infraestrutura



(total/ km<sup>2</sup>)

Baixa, média e alta complexidade  
Municipal e estadual

(leitos/ km<sup>2</sup>)



SUS e não SUS

## População

(pop/ km<sup>2</sup>)



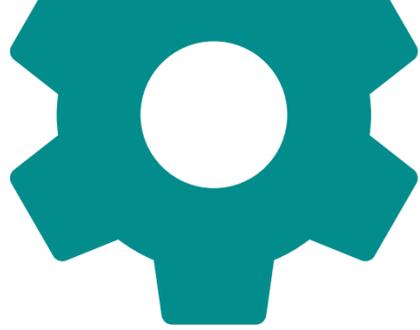
0 a 4 anos  
>65 anos

Total, quilombola e indígena

(doentes/ km<sup>2</sup>)



Doenças cardiovascular  
e respiratória



# DADOS

## Infraestrutura



(total/ km<sup>2</sup>)

Baixa, média e alta complexidade  
Municipal e estadual

(leitos/ km<sup>2</sup>)



SUS e não SUS

## População

(pop/ km<sup>2</sup>)



0 a 4 anos  
>65 anos

Total, quilombola e indígena

(doentes/ km<sup>2</sup>)



Doenças cardiovascular  
e respiratória

## Ambiente



Focos (quantidade/km<sup>2</sup>)

Perímetro (soma em km)

Área (soma em km<sup>2</sup>)

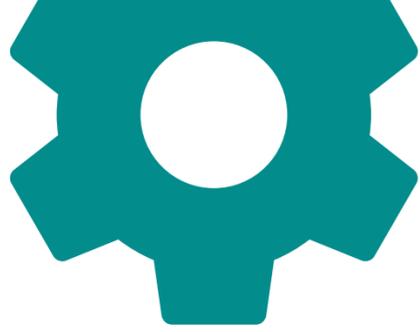
Duração do fogo (valor máximo)



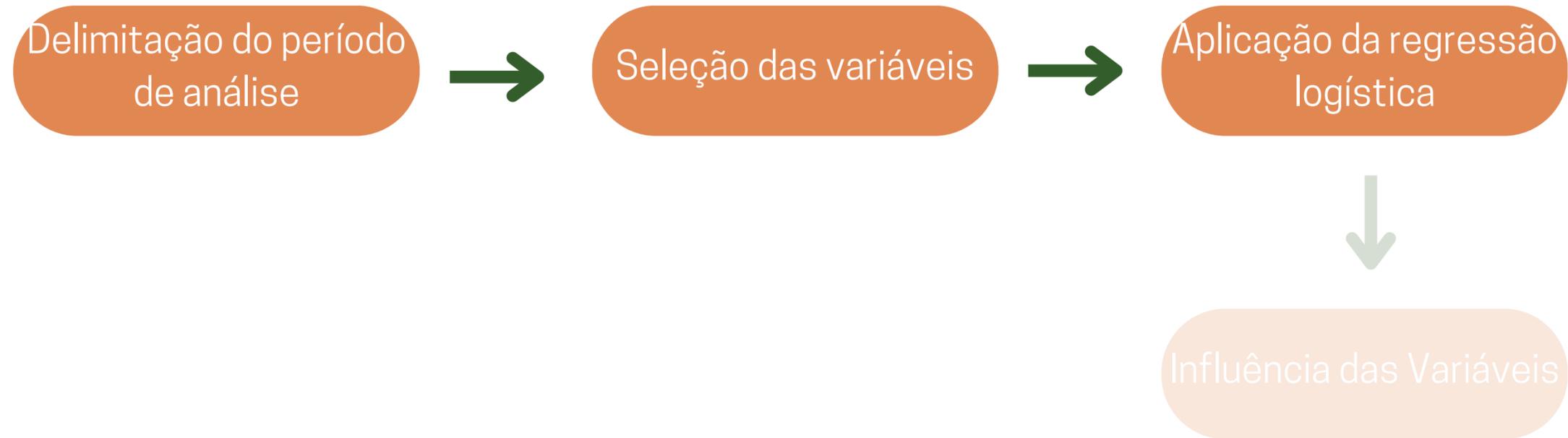
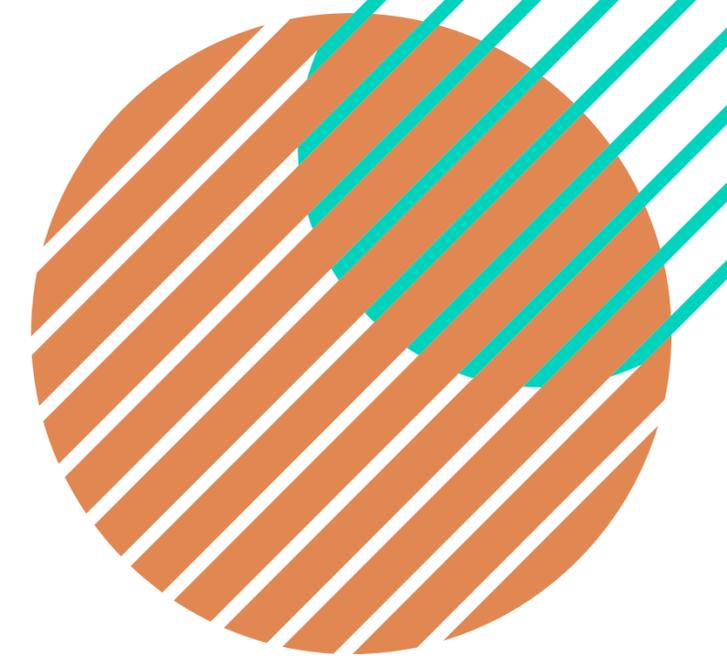
Dias secos (valor máximo)

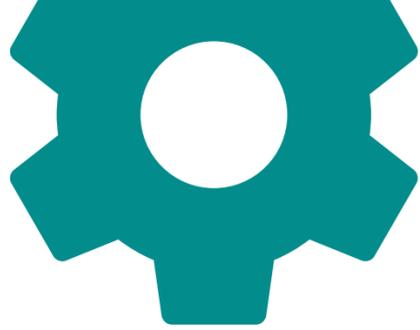


Comprimento de estradas  
(soma/km<sup>2</sup>)



# METODOLOGIA





# METODOLOGIA



## Infraestrutura

(total/ km<sup>2</sup>)  
 Baixa, média e alta complexidade  
Municipal e estadual

(leitos/ km<sup>2</sup>)  
 SUS e não SUS

## População

(pop/ km<sup>2</sup>)  
 0 a 4 anos  
>65 anos  
Total, quilombola e indígena

(doentes/ km<sup>2</sup>)  
 Doenças cardiovascular  
e respiratória

## Ambiente

 Perímetro (soma em km)  
Área (soma em km<sup>2</sup>)  
Duração do fogo (valor máximo)

 Dias secos (valor máximo)



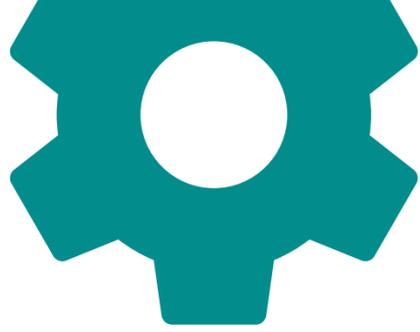
Variáveis

Cálculo dos coeficientes de estimativa

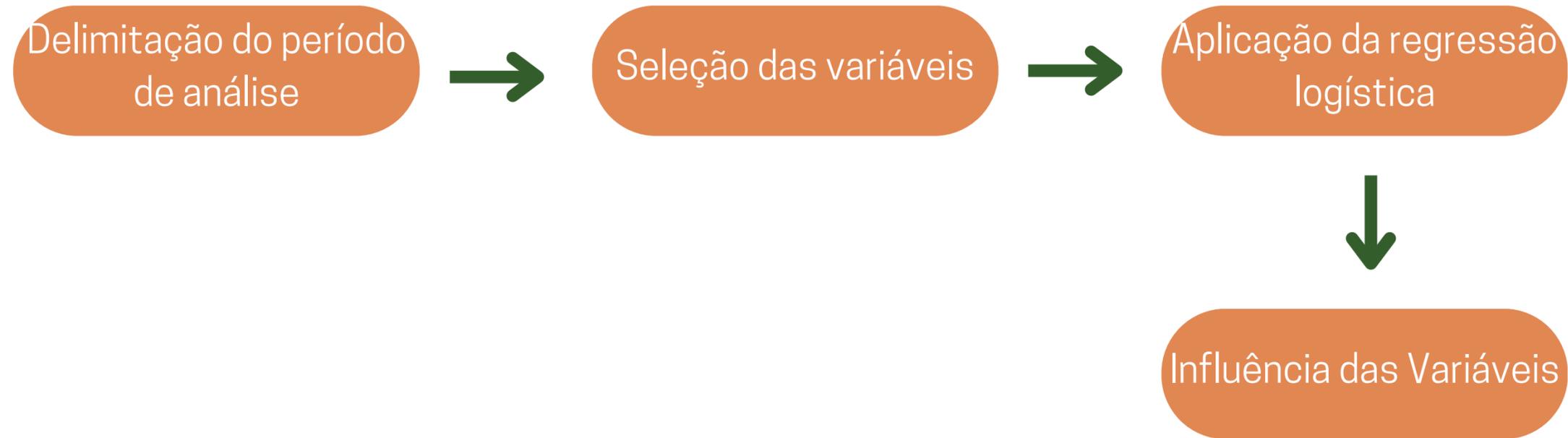
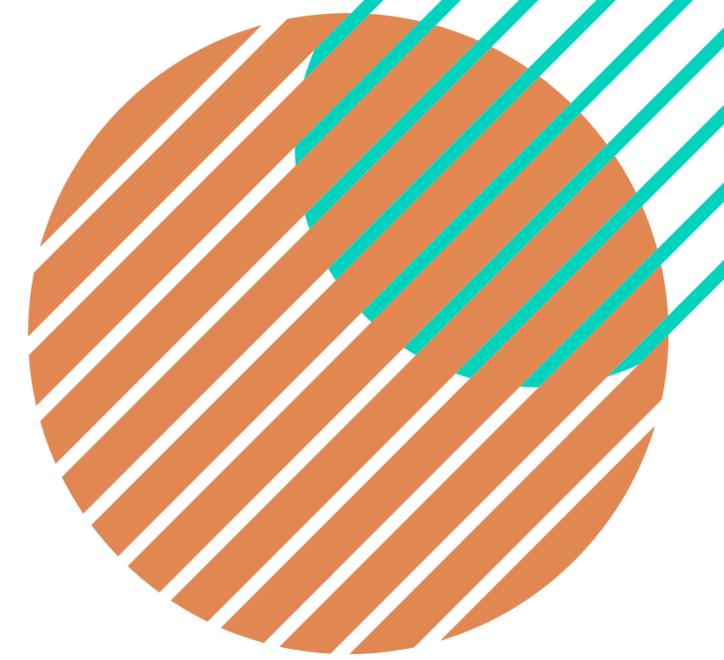
Cálculo do P-seudo R

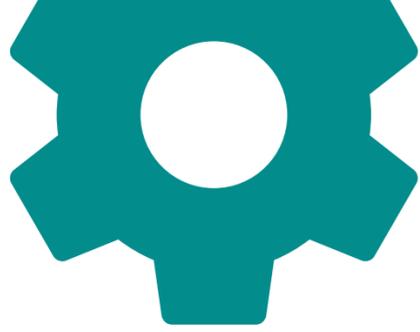
Cálculo da curva ROC e AUC

Cálculo da probabilidade de exposição

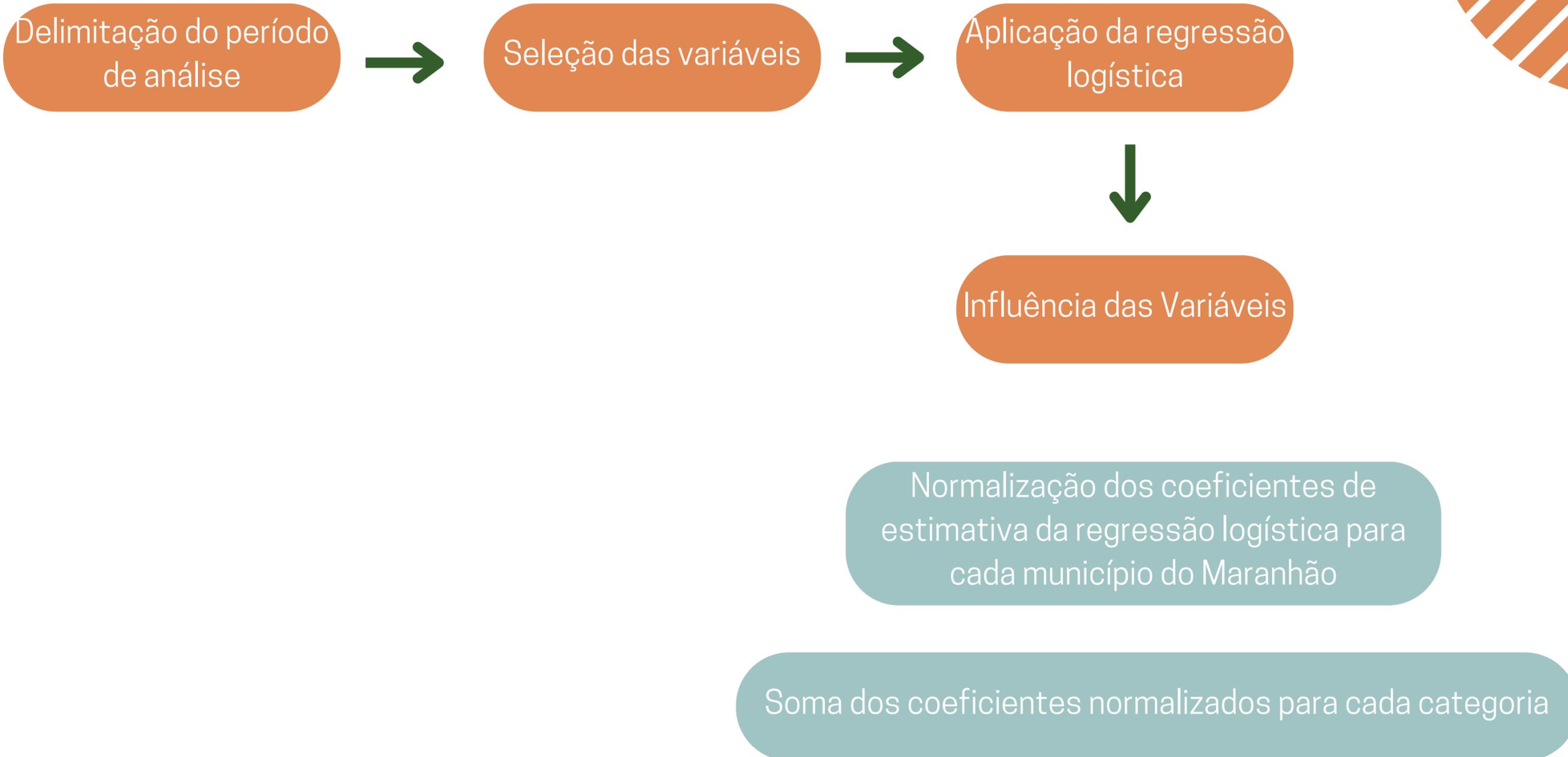
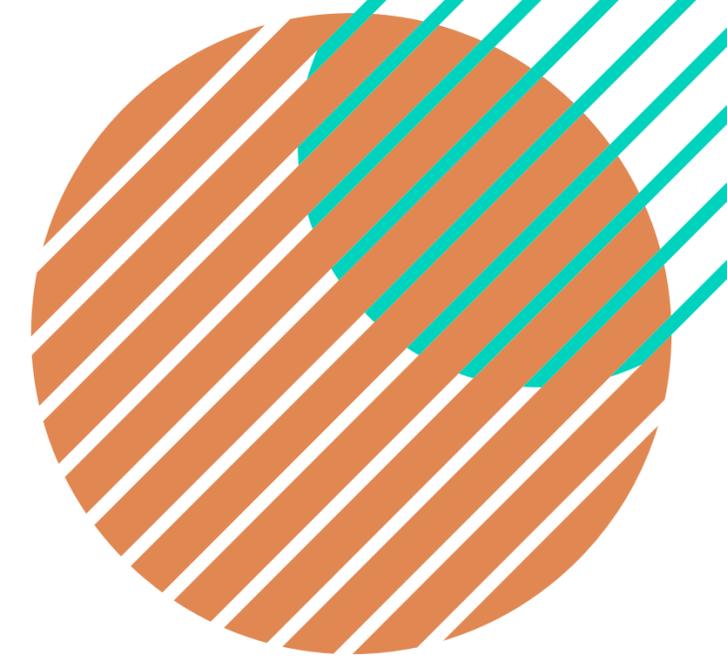


# METODOLOGIA





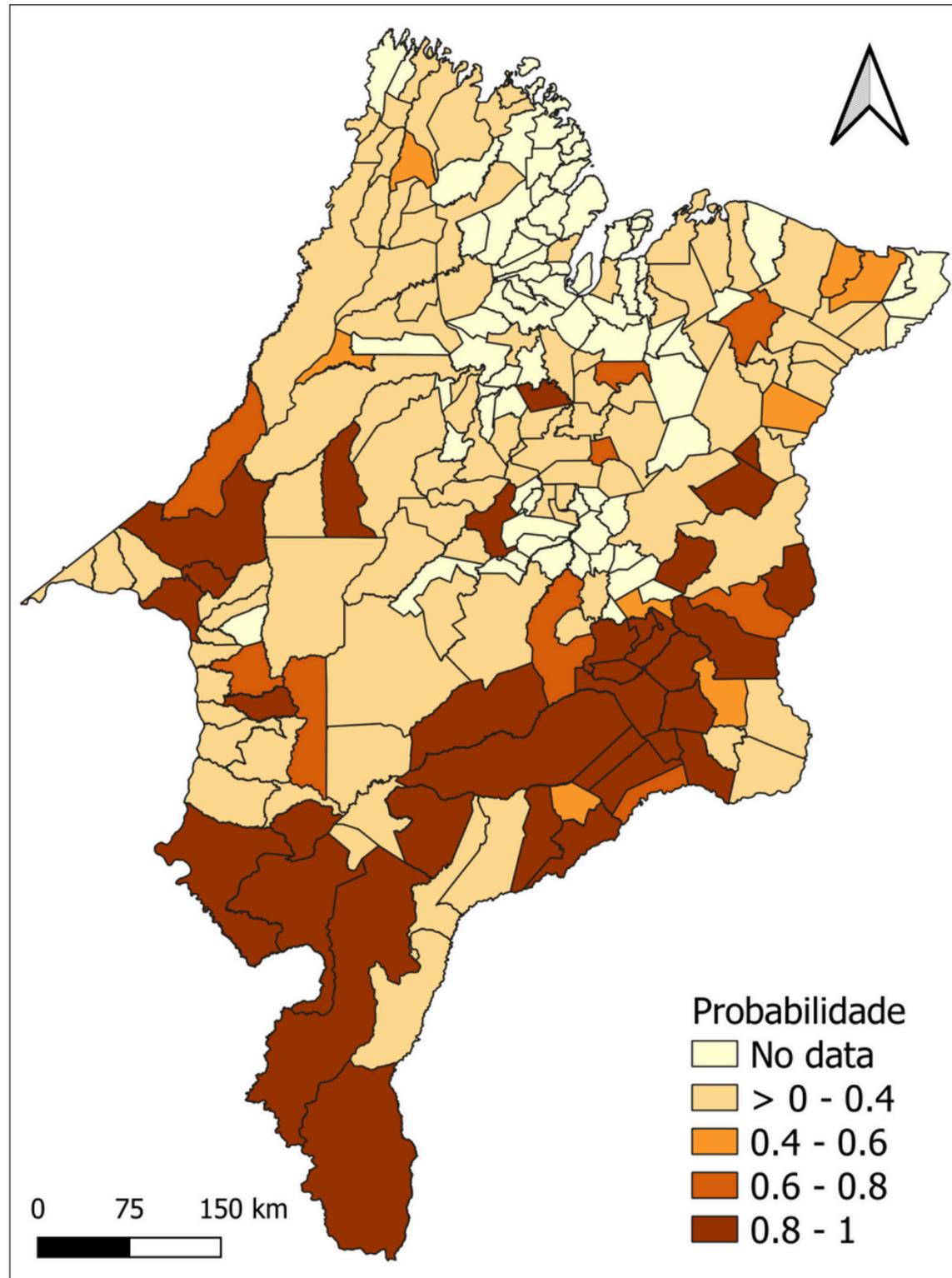
# METODOLOGIA





# RESULTADOS

P-seudo R<sup>2</sup> (McFadden): 0.717  
AUC: 0.86

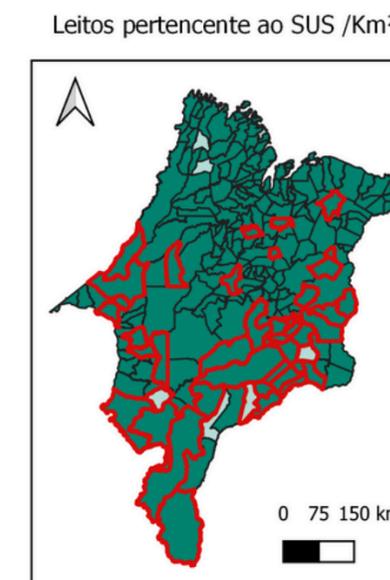
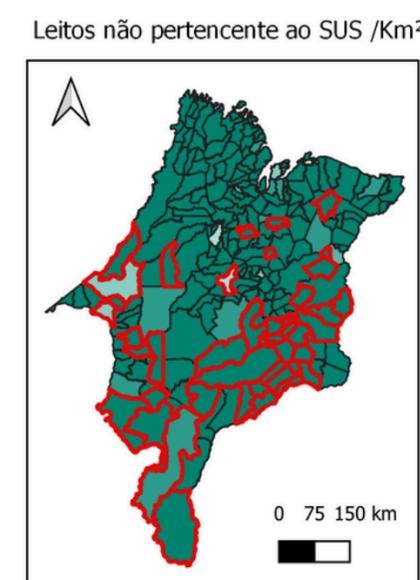
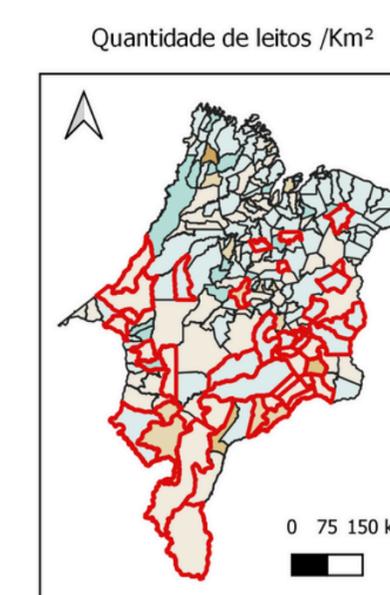
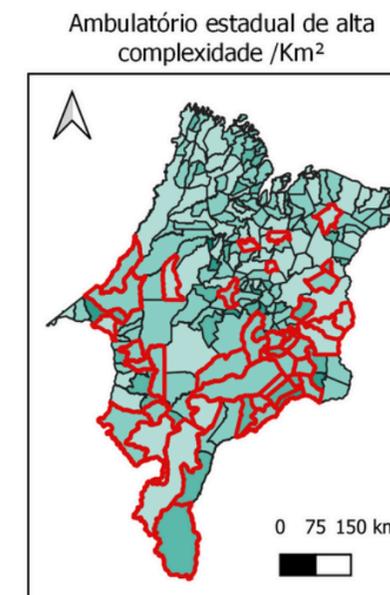
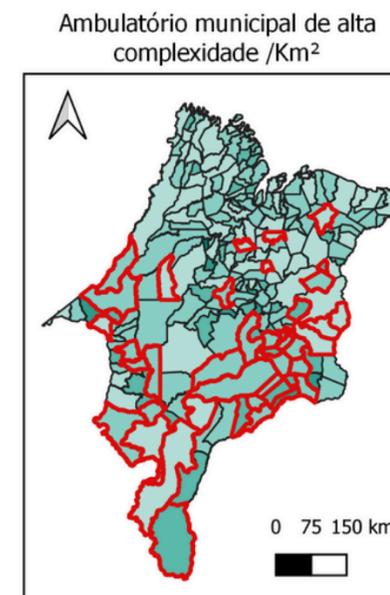
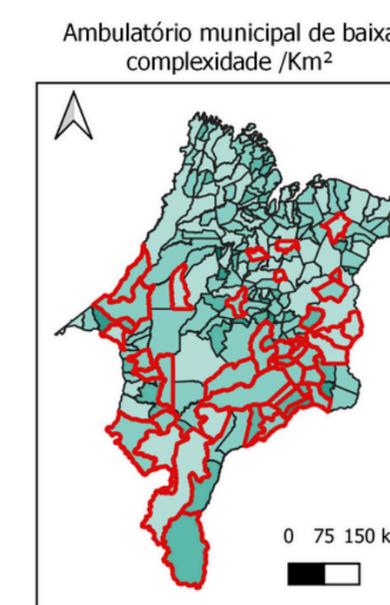
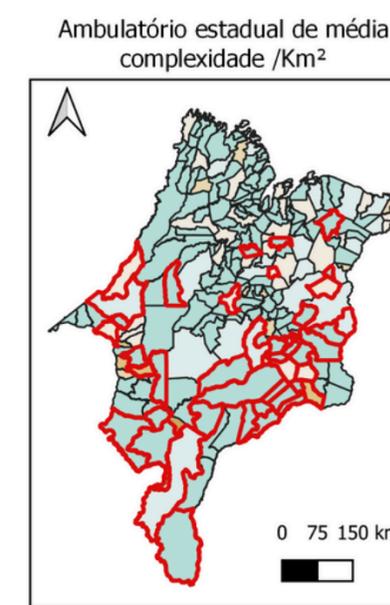
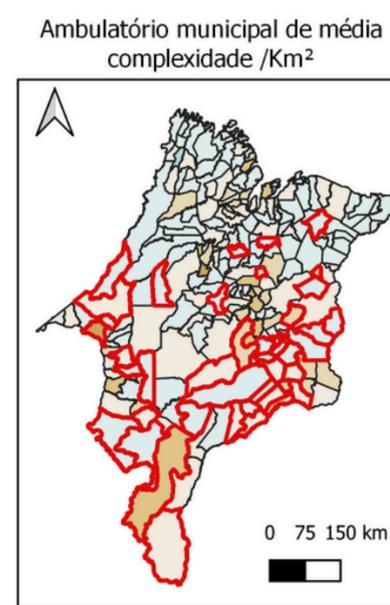
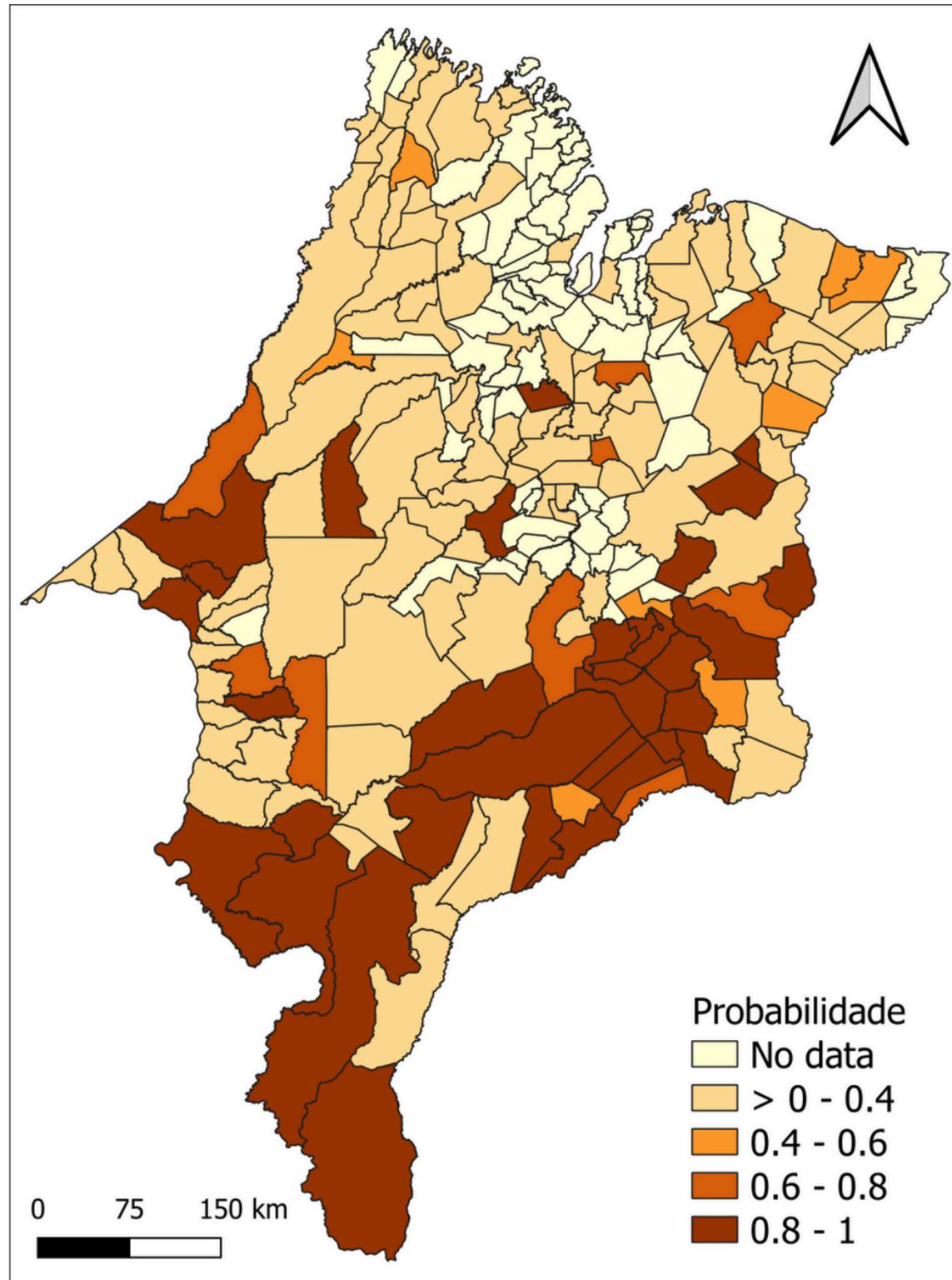


> 60%

	Habitantes		População total
População de 0 a 4 anos	110735	<b>21%</b>	517099
População maior que 65 anos	117217	<b>20%</b>	572493
População indígena de 0 a 4 anos	859	<b>10%</b>	8534
População indígena maior que 65 anos	293	<b>12%</b>	2267
População quilombola de 0 a 4 anos	725	<b>3%</b>	21496
População quilombola maior que 65 anos	609	<b>2%</b>	23595

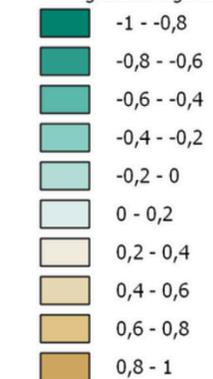


# RESULTADOS



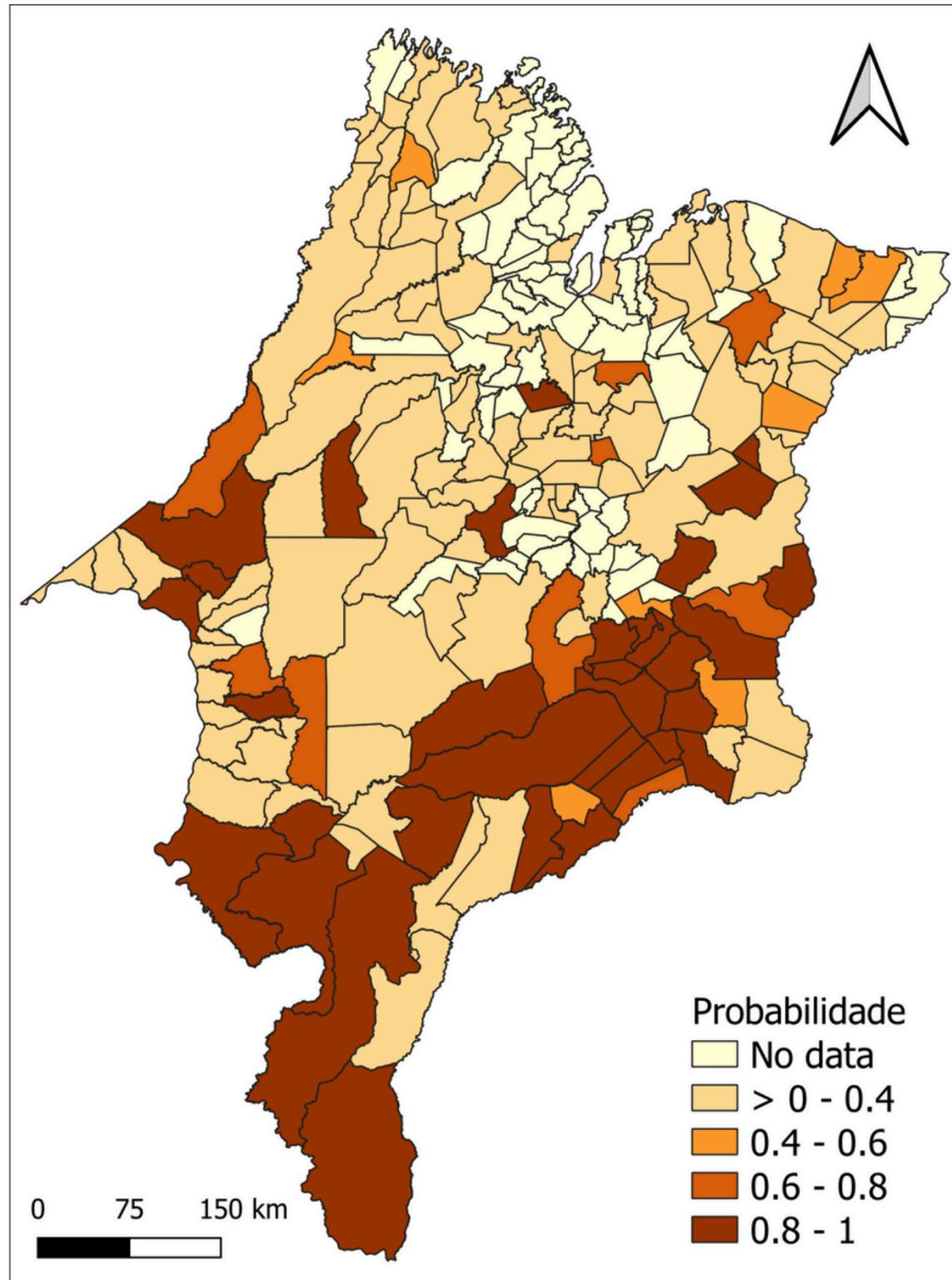
Alta probabilidade de exposição ao Pm 2.5 (60-100%)

Índice baseado no coeficiente de estimativa da regressão logística

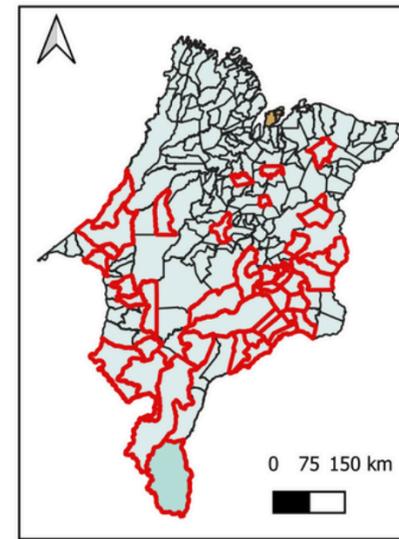




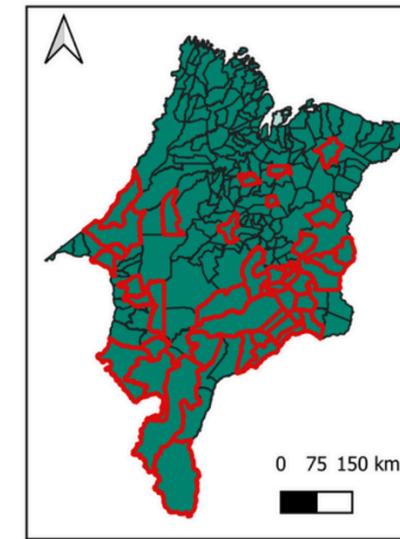
# RESULTADOS



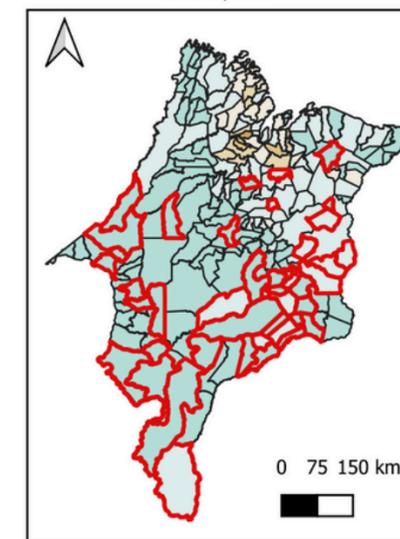
População de 0 a 4 anos /Km<sup>2</sup>



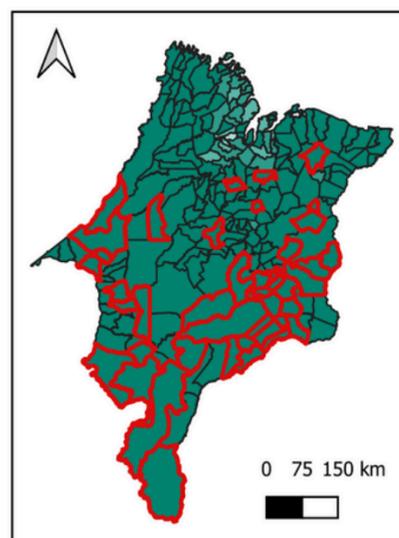
População >65 anos /Km<sup>2</sup>



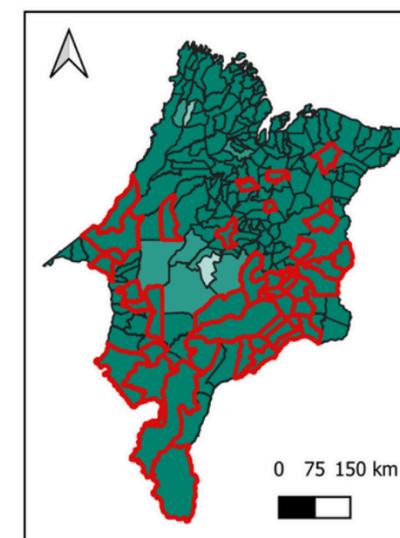
População quilombola de 0 a 4 anos /Km<sup>2</sup>



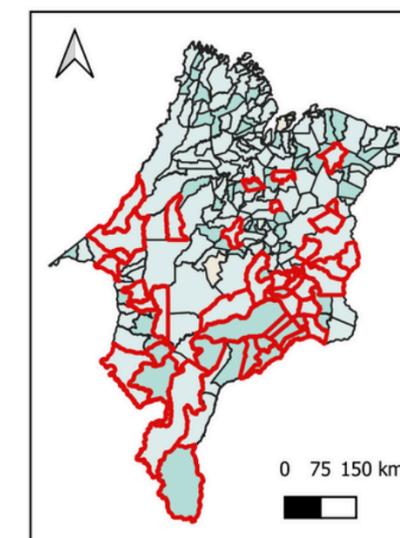
População quilombola >65 anos /Km<sup>2</sup>



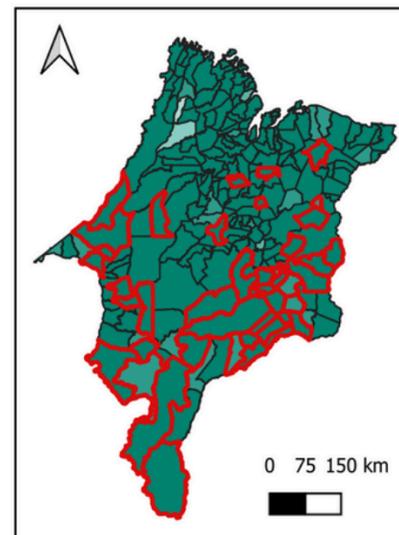
População indígena de 0 a 4 anos /Km<sup>2</sup>



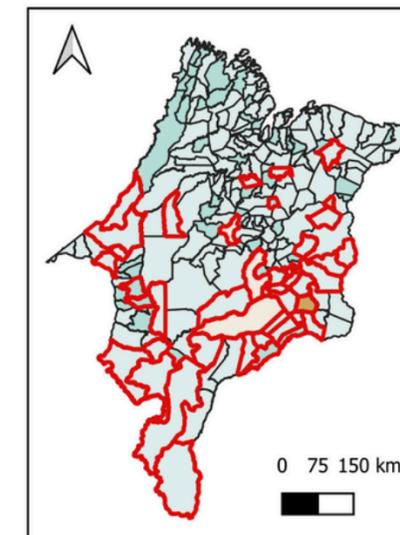
População indígena >65 anos /Km<sup>2</sup>



Doenças cardíacas /Km<sup>2</sup>



Doenças respiratórias /Km<sup>2</sup>



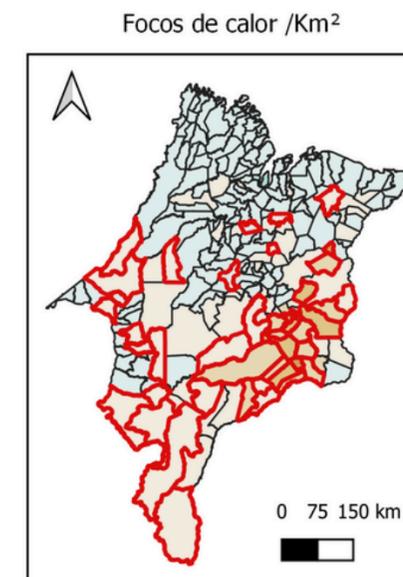
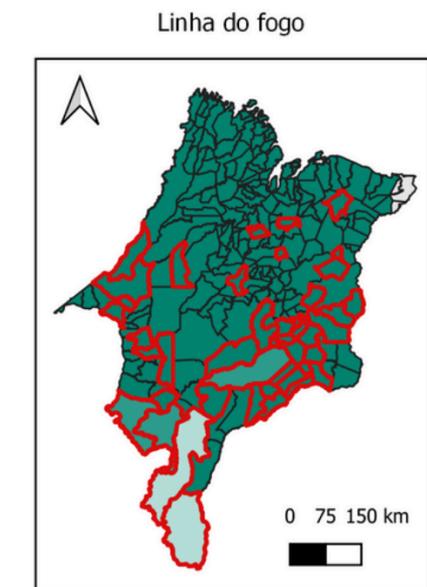
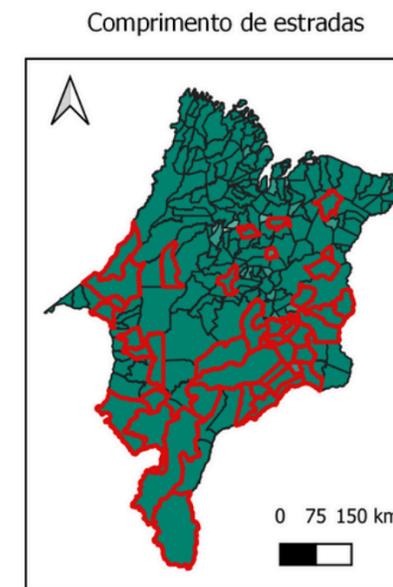
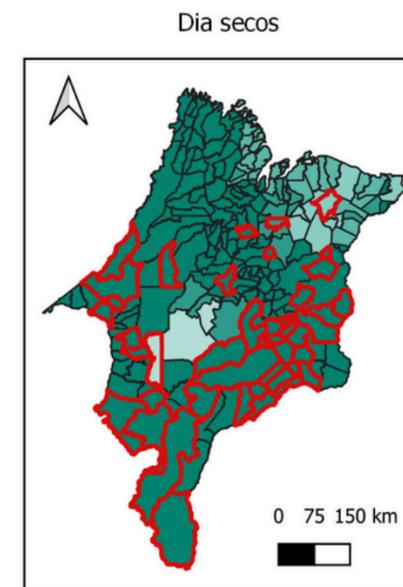
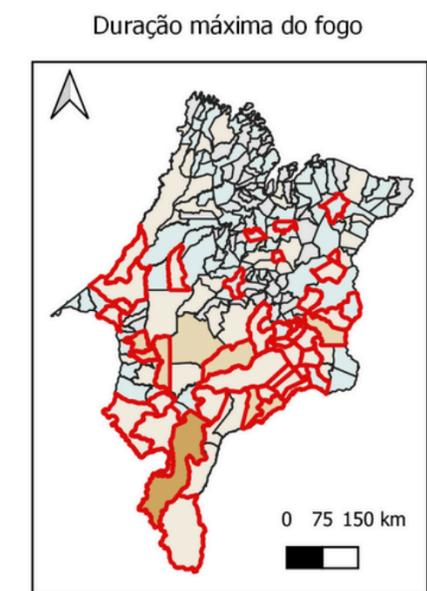
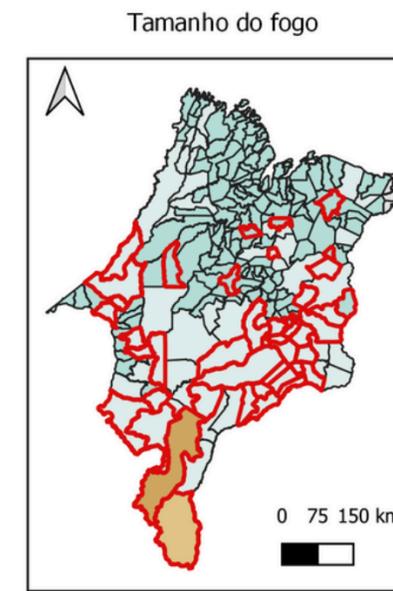
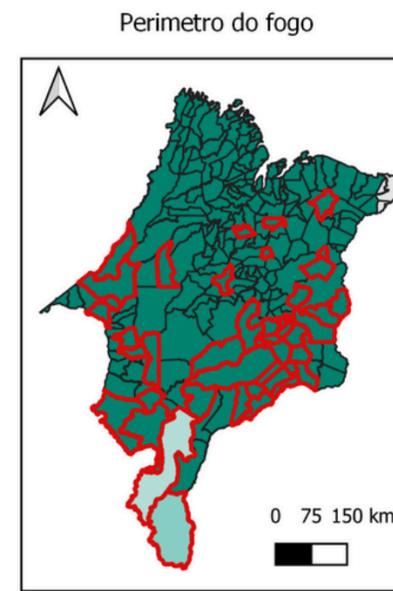
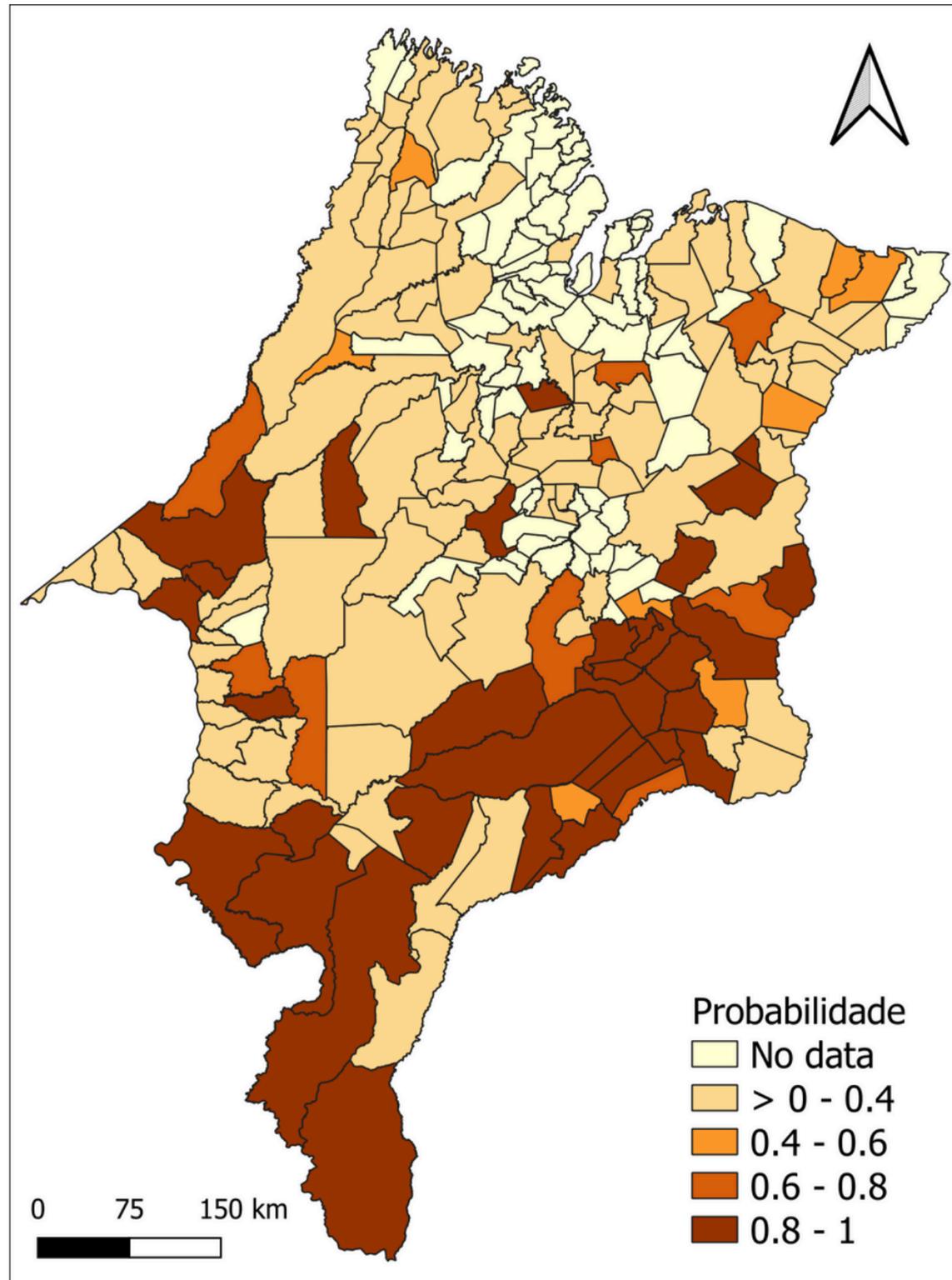
Alta probabilidade de exposição ao Pm 2.5 (60-100%)

Índice baseado no coeficiente de estimativa da regressão logística

- 1 - -0,8
- 0,8 - -0,6
- 0,6 - -0,4
- 0,4 - -0,2
- 0,2 - 0
- 0 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 0,8
- 0,8 - 1



# RESULTADOS



Alta probabilidade de exposição ao Pm 2.5 (60-100%)

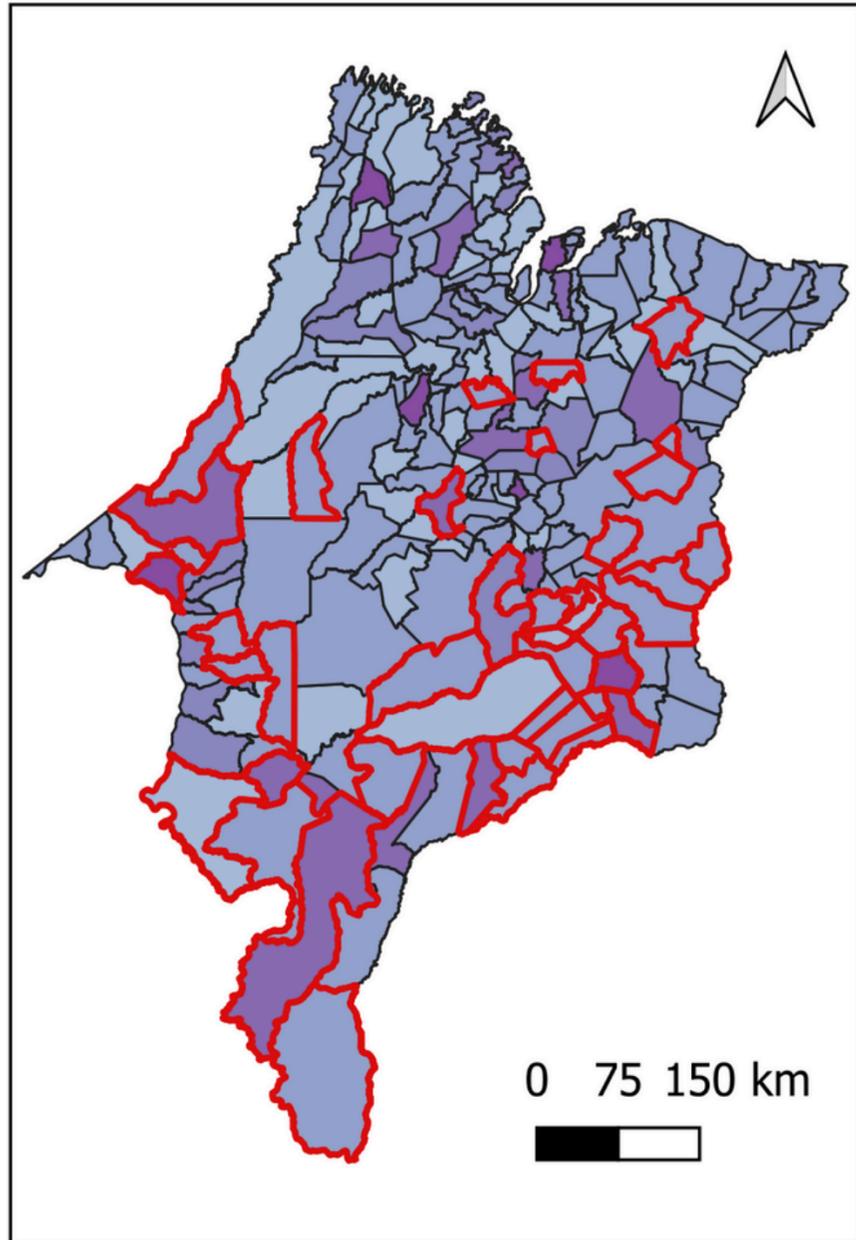
Índice baseado no coeficiente de estimativa da regressão logística

- 1 - -0,8
- 0,8 - -0,6
- 0,6 - -0,4
- 0,4 - -0,2
- 0,2 - 0
- 0 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 0,8
- 0,8 - 1

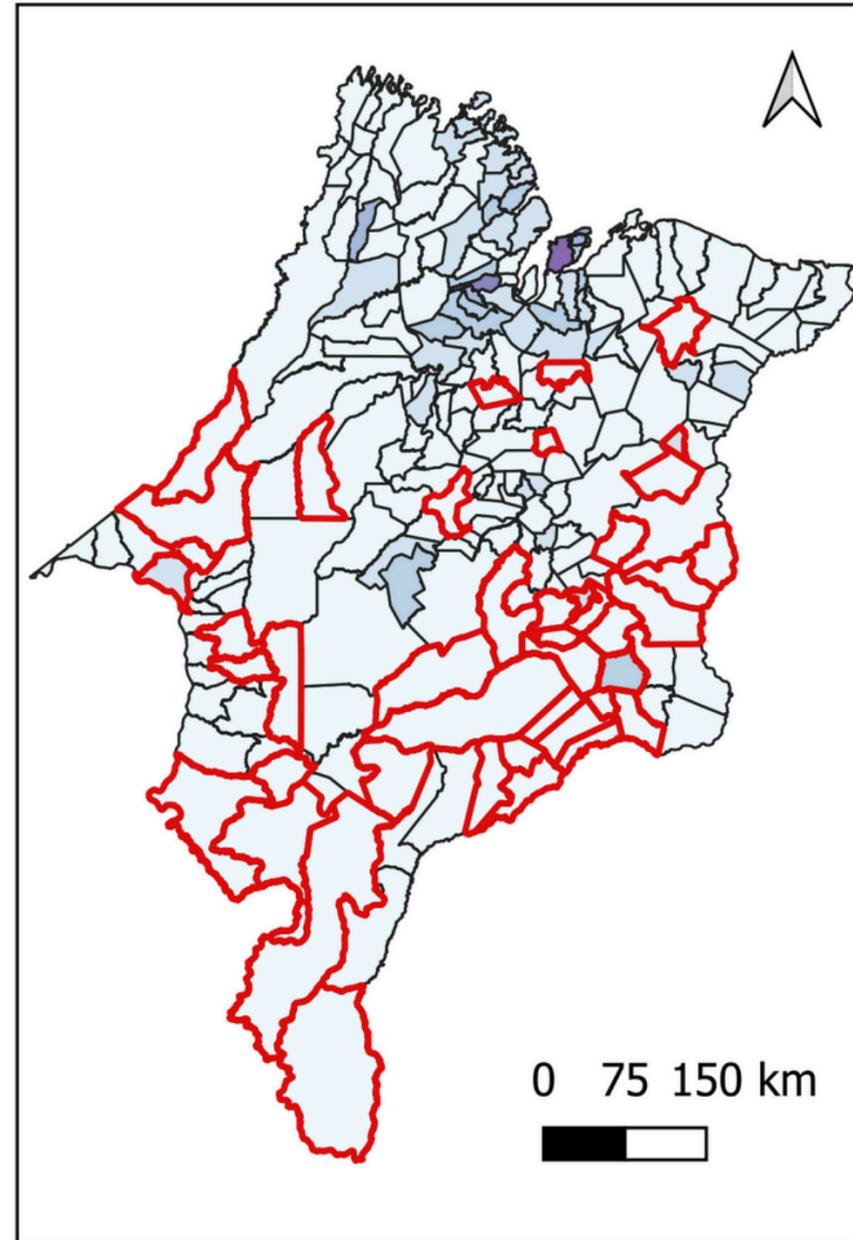


# RESULTADOS

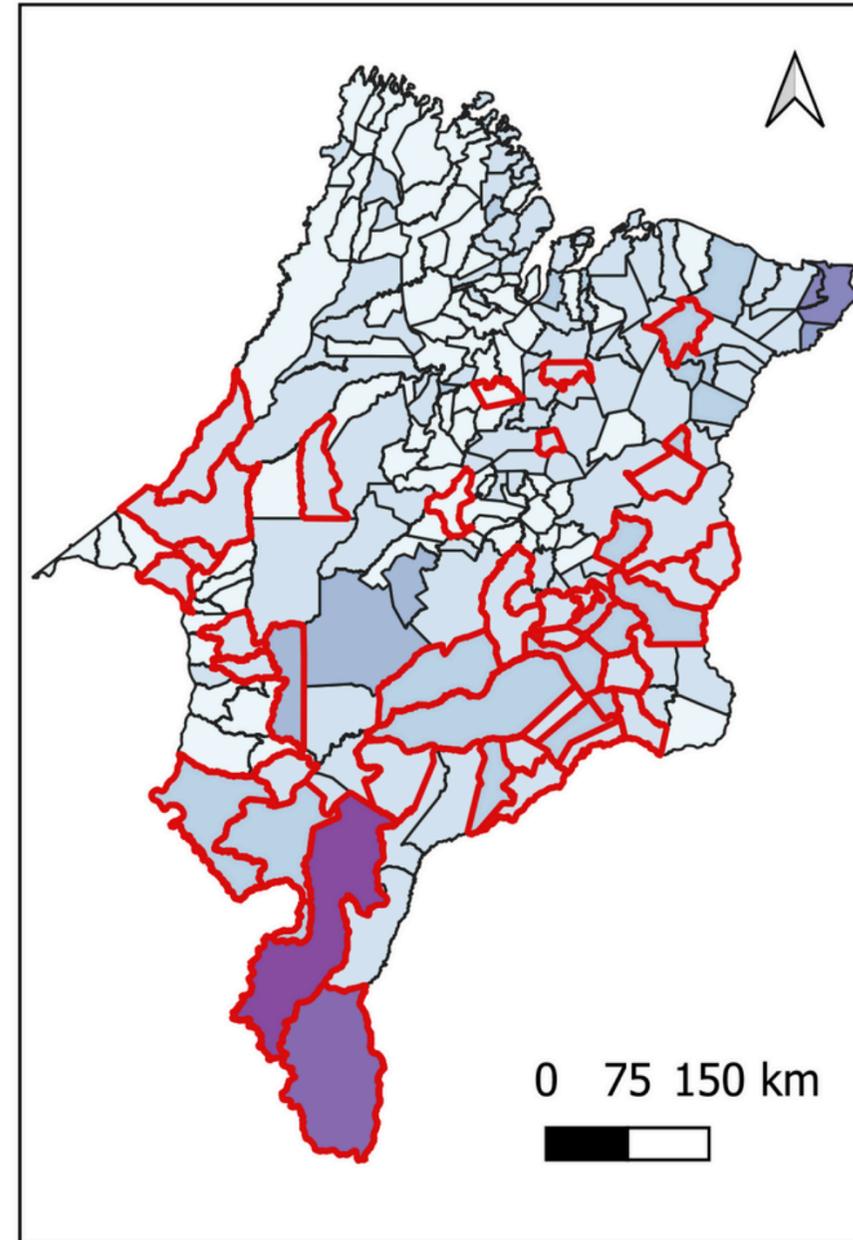
Infraestrutura



População

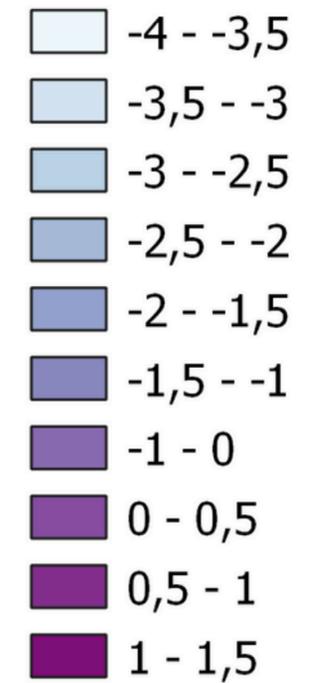


Ambiente



 Alta probabilidade de exposição ao Pm 2.5 (60-100%)

Soma dos índices



# CONCLUSÃO

Queimadas aumentam a poluição por PM2.5, afetando principalmente o sul do Maranhão.

O modelo de regressão logística teve uma AUC de 0.86, indicando boa precisão na identificação de áreas de risco.

As variáveis podem apresentar pesos diferentes no espaço de acordo com o processo de formação de cada município

