

MBA em Ciências de Dados

“Agrupamento de municípios por densidade territorial urbana”

Autora: Isabel Cristina Nunes de Sousa

Orientador: Prof. Dr. Wallace Correa de Oliveira Casaca

2024



CeMEAI
CEPID - Centro de Ciências
Matemáticas Aplicadas à Indústria

Introdução

Crescimento urbano como expansão física das áreas urbanizadas.

Processos de expansão urbana e transformações na forma das cidades.

Dinâmica do crescimento urbano em municípios paulistas de porte médio.

Objetivo Geral

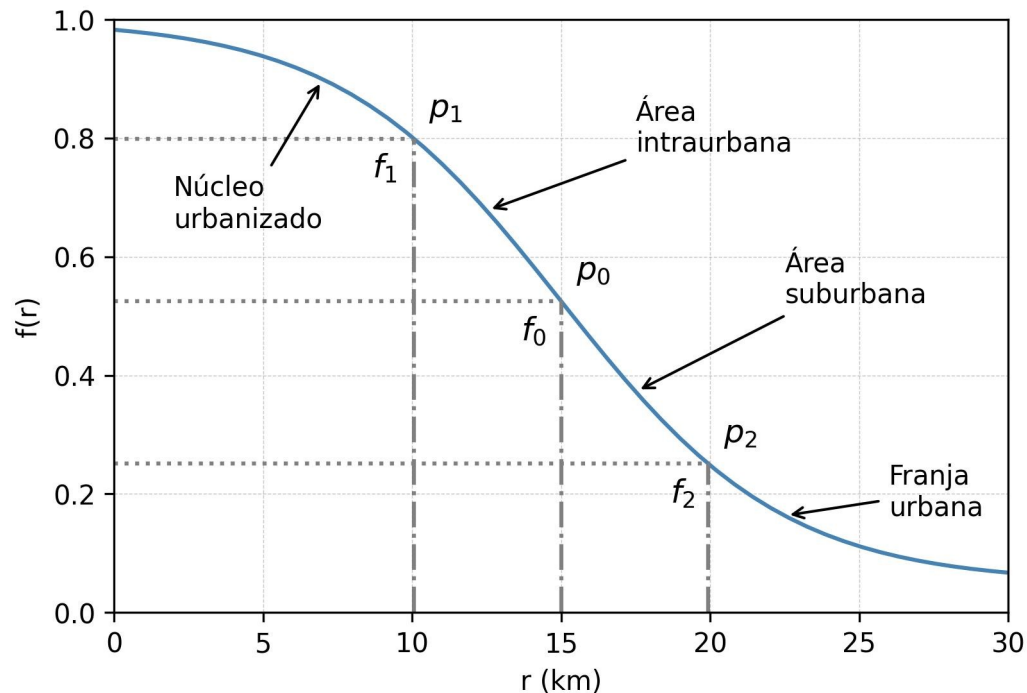
Averiguar se existem padrões discerníveis de crescimento urbano que possibilitariam categorizar esses municípios.

Objetivos Específicos

- Implementar o método quantitativo de caracterização não linear da variação da densidade territorial urbana via função sigmoide.
- Analisar as variações de densidade territorial urbana em municípios paulistas de porte médio por meio do ajuste da função sigmoide.
- Realizar análises de agrupamento para identificação de padrões de crescimento urbano nos municípios paulistas analisados.

Referencial Teórico

Função de densidade territorial urbana



Técnicas de agrupamento

- K-Means
- K-Medoids
- Mean Shift
- Affinity Propagation

Validação e interpretação dos clusters

- Silhueta (*silhouette*)
- Calinski-Harabasz
- Davies-Bouldin

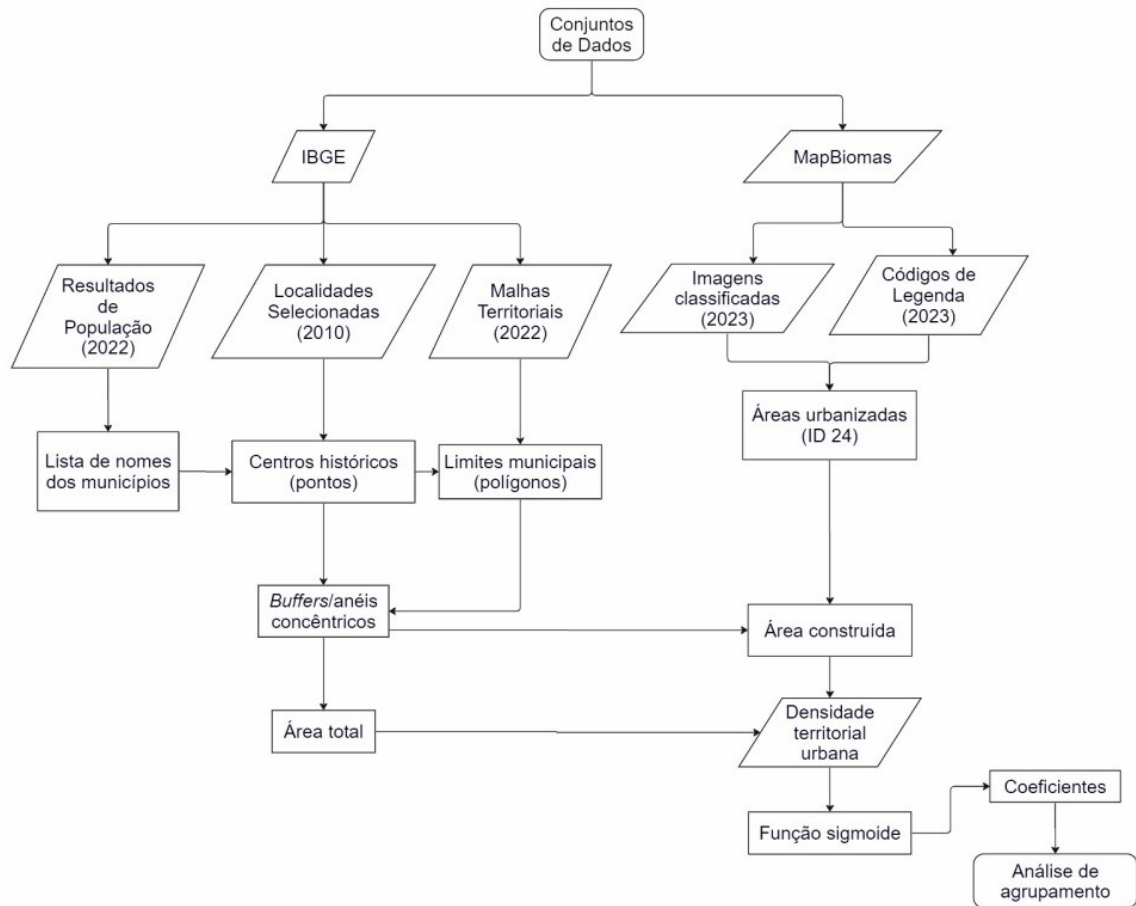
Métodos

Etapa 1: Coleta e tratamento dos dados.

Etapa 2: Implementação da função sigmoide:

$$f(r) = \frac{1 - c}{1 + e^{\alpha((2r/D)-1)}} + c$$

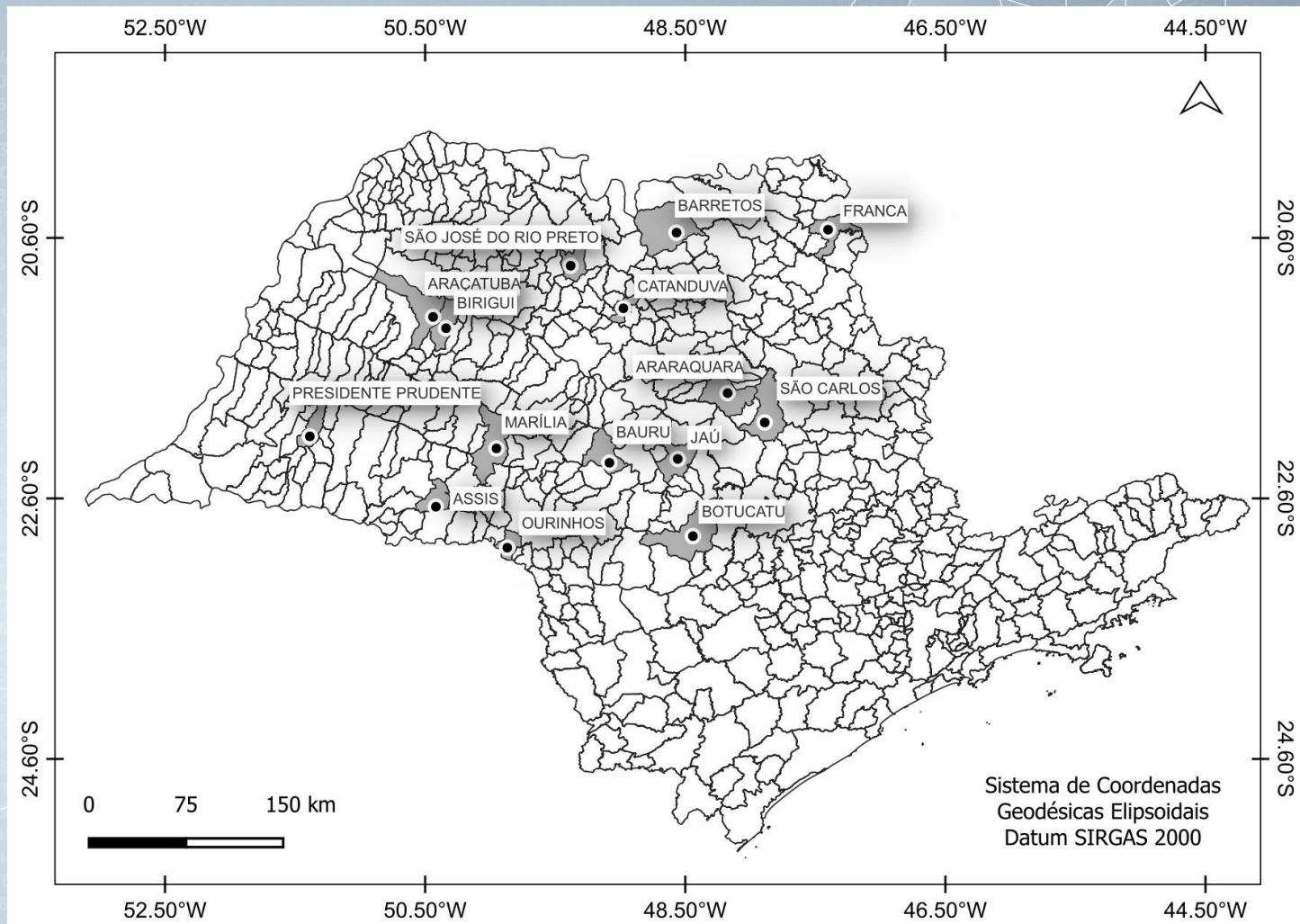
Etapa 3: Análises de agrupamento.



Resultados

Caracterização da amostra

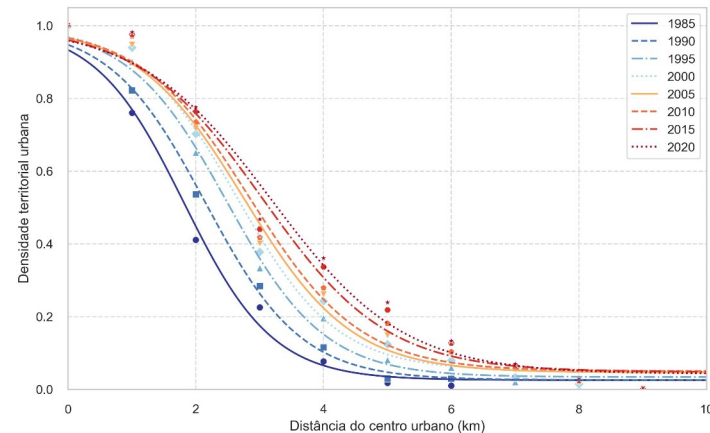
15 municípios paulistas com população entre 100 e 500 mil habitantes, exceto litorâneos e integrantes de regiões metropolitanas.



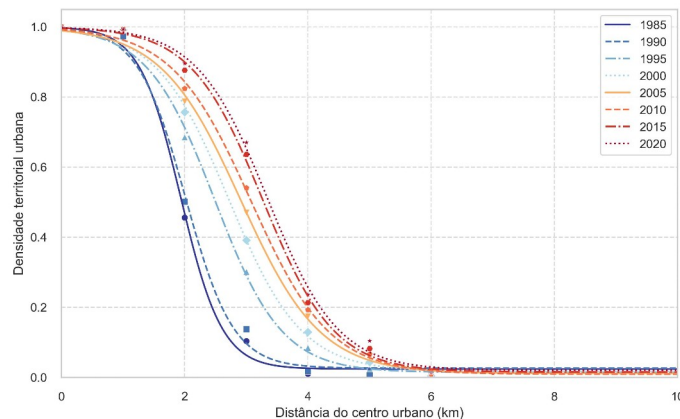
Resultados

Ajuste da função sigmoide:

Quanto mais próxima de um formato S invertido for a curva, mais compacta é a forma urbana no município.



Catanduva



Botucatu

Resultados

Agrupamento dos municípios:

Apenas no intervalo de 1990-1995 houve maior “concordância” entre os métodos:

- *K-Means*
- *Mean Shift*
- *Affinity Propagation*

Com partições idênticas e uma separação bem delimitada entre os *clusters* formados.

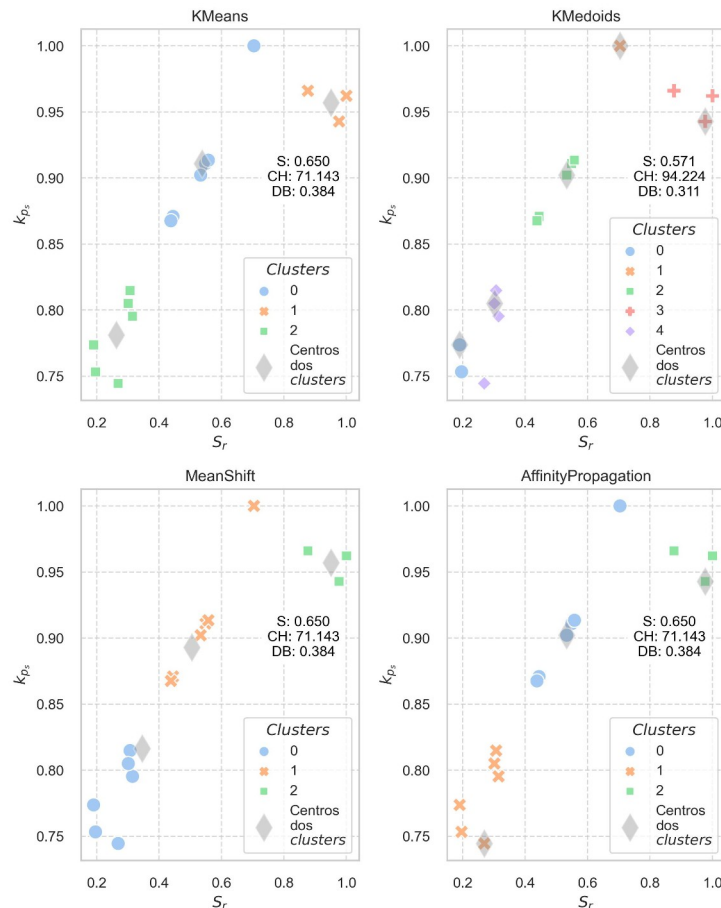


Tabela 18 – Valores das métricas para cada algoritmo, por intervalos.

Métrica Algoritmo		1985- 1990	1990- 1995	1995- 2000	2000- 2005	2005- 2010	2010- 2015	2015- 2020
S ¹	<i>K-Means</i>	<u>0.753</u>	<u>0.650</u>	<u>0.787</u>	<u>0.617</u>	<u>0.677</u>	<u>0.693</u>	<u>0.629</u>
	<i>K-Medoids</i>	<u>0.753</u>	0.571	<u>0.787</u>	0.498	<u>0.677</u>	<u>0.693</u>	0.508
	<i>Mean Shift</i>	0.522	<u>0.650</u>	0.578	0.426	0.628	0.669	0.550
	<i>Affinity Propagation</i>	0.535	<u>0.650</u>	0.464	0.450	0.593	0.538	0.550
CH ²	<i>K-Means</i>	38.143	71.143	59.252	22.217	30.389	38.188	<u>62.240</u>
	<i>K-Medoids</i>	38.143	<u>94.224</u>	59.252	19.043	30.389	38.188	17.953
	<i>Mean Shift</i>	46.271	71.143	143.433	42.192	67.569	53.261	59.205
	<i>Affinity Propagation</i>	<u>74.337</u>	71.143	<u>160.802</u>	<u>45.523</u>	<u>105.169</u>	<u>79.543</u>	59.205
DB ²	<i>K-Means</i>	<u>0.255</u>	0.384	<u>0.109</u>	0.520	0.579	0.461	0.414
	<i>K-Medoids</i>	<u>0.255</u>	<u>0.311</u>	<u>0.109</u>	0.692	0.579	0.461	0.573
	<i>Mean Shift</i>	0.491	0.384	0.304	0.462	0.338	<u>0.274</u>	<u>0.289</u>
	<i>Affinity Propagation</i>	0.472	0.384	0.417	<u>0.433</u>	<u>0.327</u>	0.344	<u>0.289</u>

¹ Silhueta.

² Calinski–Harabasz.

³ Davies–Bouldin.

Conclusão

- Padrões distintos de crescimento urbano nos municípios da amostra;
- Adequação dos algoritmos variou em cada intervalo temporal;

Trabalhos futuros:

- definição de anéis concêntricos com raios menores, cerca de 250 a 500 metros;
- uso de imagens de melhor resolução;
- inclusão de municípios de outros Estados brasileiros;
- aplicação de abordagens estatísticas tradicionais para avaliar a presença de autocorrelações espaciais.



Obrigada!

Isabel Cristina Nunes de Sousa

sousa.isabelnunes@gmail.com