



Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho"

Programa Interunidades

unesp 

Mestrado

---

## Engenharia Civil e Ambiental

**LUCIANA IANNONE TARCHA**

**A IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES URBANAS HOMOGÊNEAS NO  
BRASIL A PARTIR DA ANÁLISE ESPACIAL DA DISTRIBUIÇÃO  
POPULACIONAL E DAS VIAGENS PENDULARES**

Bauru  
2022



**LUCIANA IANNONE TARCHA**

**A IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES URBANAS HOMOGÊNEAS NO  
BRASIL A PARTIR DA ANÁLISE ESPACIAL DA DISTRIBUIÇÃO  
POPULACIONAL E DAS VIAGENS PENDULARES**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Área de Concentração Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Garcia  
Manzato



Bauru  
2022

Tarcha, Luciana Iannone.

A identificação de Regiões Urbanas Homogêneas no Brasil a partir da análise espacial da distribuição populacional e das viagens pendulares / Luciana Iannone Tarcha, 2022

81 f. : il., tabs., mapas

Orientador: Gustavo Garcia Manzato

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Engenharia, Bauru, 2022

1. Engenharia civil. 2. Regiões metropolitanas. 3. Densidade demográfica. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE LUCIANA IANNONE TARCHA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.**

Aos 03 dias do mês de março do ano de 2022, às 14:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de LUCIANA IANNONE TARCHA, intitulada **A Identificação de Regiões Urbanas Homogêneas no Brasil a partir da Análise Espacial da Distribuição Populacional e das Viagens Pendulares**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. GUSTAVO GARCIA MANZATO (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Programa de Posgraduacao em Engenharia Civil e Ambiental / FEBUNESP Bauru, Prof. Dr. ANTÔNIO NÉLSON RODRIGUES DA SILVA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia de Transportes / Escola de Engenharia de São Carlos / USP, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. RENATA CARDOSO MAGAGNIN (Participação Virtual) do(a) Programa de Pos-graduacao em Arquitetura e Urbanismo / FAAC/UNESP/Bauru. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADO . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Prof. Dr. GUSTAVO GARCIA MANZATO

Dedico este trabalho ao meu irmão, Ricardo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela força, e por mais esta oportunidade de aprendizado e engrandecimento pessoal.

Aos meus pais, Walter e Noemí, minha primeira inspiração e maior orgulho, por sempre me incentivarem ao estudo e me proporcionarem todo o necessário para este fim.

Aos meus irmãos, Walter e Ricardo, por serem meus melhores exemplos de dedicação e caráter, por me motivarem sempre pela busca do que é correto e justo.

Ao meu companheiro, Rafael, por todo incentivo, apoio, paciência, e pela presença durante cada etapa desta trajetória.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo, por toda dedicação e compreensão durante a elaboração deste trabalho, pela confiança desde a graduação, e principalmente por ser exemplo em orientação e ensino.

Aos professores da Faculdade de Engenharia de Bauru, sobretudo do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, que foram grande inspiração para meu desenvolvimento na engenharia e na academia.

Aos meus amigos e colegas de caminhada, e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

## Resumo

Sabe-se que diversas Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs) estabelecidas no país possuem uma fraca dinâmica metropolitana e foram criadas principalmente segundo critérios político-administrativos. O objetivo desta dissertação de mestrado foi identificar as RUHs no Brasil a partir de técnicas de estatística espacial, utilizando dados da distribuição populacional e das viagens pendulares intermunicipais. Estudos envolvendo essa temática têm produzido bons resultados, mas no Brasil concentram-se em investigações para os estados de São Paulo e Bahia, apenas. Nesse sentido, foi realizada uma análise das RUHs considerando-se todo o território nacional, uma vez que tal estudo ainda não havia sido desenvolvido. A abordagem utilizada foi a ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) por meio da utilização de ferramentas de estatística espacial aplicadas uni e bivariadamente para os dados municipais de densidade populacional e de fluxos pendulares de entrada e de saída, gerando os índices de Moran e mapas temáticos para cada simulação e para cada estado brasileiro. A interpretação dos resultados foi desenvolvida utilizando-se o índice de Jaccard, mensurando a similaridade entre o conjunto de municípios que apresentaram dinâmica metropolitana de acordo com a técnica empregada e o conjunto de municípios que estão inseridos em regiões metropolitanas oficiais. O estudo pôde identificar as RUHs brasileiras segundo um critério quantitativo, baseado na distribuição populacional e fluxos de viagens, além de apontar regiões em que a instalação de níveis metropolitanos de gestão parece não se justificar. Os resultados sugerem que a combinação de variáveis que mais se aproxima de um método satisfatório para a definição e delimitação das RUHs brasileiras é a bivariada na qual os dados de densidade populacional foram usados como variável local (para o município estudado em questão) e os dados de viagens pendulares foram empregados como variável adjacente (para os municípios vizinhos daquele estudado). Ainda assim, o estudo resultou em grande heterogeneidade entre os estados, sugerindo uma carência de uma abordagem padronizada para definir as RUHs brasileiras. Consequentemente, tal abordagem proporcionaria benefícios em termos de planejamento e gestão dos sistemas urbanos quando se pensa em nível nacional.

**Palavras-chave:** Regiões Urbanas Homogêneas, ESDA, Densidade Populacional, Movimentos Pendulares, Índice de Jaccard.

## Abstract

It is known that several Functional Urban Regions (FURs) established in the country have a weak metropolitan dynamic and were created mainly according to political-administrative criteria. The objective of this master's thesis was to identify the FURs in Brazil using spatial statistics techniques, applying data of population distribution and inter-municipal commuting trips. Studies involving this theme have produced good results, but in Brazil they are concentrated on investigations for the states of São Paulo and Bahia only. In this sense, an analysis of the FURs was conducted considering the entire national territory, since such an analysis had not been developed yet. The approach used was the ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) with spatial statistical tools applied uni and bivariately to municipal data on population density and inbound and outbound commuting flows, generating Moran indexes and thematic maps for each simulation and for each Brazilian state. The interpretation of the results was developed using the Jaccard index, measuring the similarity between the set of municipalities that presented metropolitan dynamics according to the technique employed and the set of municipalities that are inserted in official metropolitan regions. The study could identify the Brazilian FURs according to a quantitative criterion, based on population distribution and travel flows, besides pointing out regions in which the installation of metropolitan levels of management does not seem justified. The results suggest that the combination of variables that comes closest to a satisfactory method for the definition and delimitation of the Brazilian FURs is the bivariate one in which the population density data was used as the local variable (i.e., related to a given municipality) and the commuting data was employed as the adjacent variable (i.e., related to the neighboring municipalities of a given municipality). Still, the study resulted in great heterogeneity among states, suggesting a lack of a standardized approach to define Brazilian FURs. Consequently, such an approach would provide benefits in terms of planning and management of urban systems when thinking at the national level.

**Keywords:** Functional Urban Regions, ESDA, Population Density, Commuting Trips, Jaccard Index.

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> – Exemplo de gráfico e mapa de espalhamento de Moran (MANZATO, 2007).....	22
<b>Figura 2</b> – Malhas digitais estaduais reunidas, com delimitação de municípios e regiões oficiais ..	27
<b>Figura 3</b> – Distrito Federal e seus municípios vizinhos.....	28
<b>Figura 4</b> – Gráfico de espalhamento de Moran para a simulação SAI x SAI no estado Ceará .....	38
<b>Figura 5</b> – Resultados das simulações para o estado Ceará e contorno das Regiões Oficiais .....	39
<b>Figura 6</b> – Réguas das nove simulações com os estados que resultaram em índices de Jaccard acima de 0,50 .....	44
<b>Figura 7</b> – Resultados da aplicação da técnica de ESDA para o Brasil na simulação DP x SAI .....	46
<b>Figura 8</b> – Resultados da aplicação da técnica de ESDA para o Brasil na simulação DP x ENT .....	47
<b>Figura 9</b> – Os cinco estados com índice de Jaccard $\geq 0,60$ na simulação DP x SAI .....	48
<b>Figura 10</b> – Os cinco estados com índice de Jaccard $\geq 0,60$ na simulação DP x ENT .....	49
<b>Figura 11</b> – Legenda para os mapas temáticos .....	58

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Estados brasileiros e seus principais dados.....	7
<b>Tabela 2</b> – Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento instituídas no Brasil e número de municípios que as compõem .....	12
<b>Tabela 3</b> - Simulações, variáveis utilizadas e técnicas empregadas .....	29
<b>Tabela 4</b> – Índices de Moran para cada estado e cada simulação e porcentagem dos índices positivos para cada simulação .....	31
<b>Tabela 5</b> – Porcentagem de acertos para cada região oficial e para cada simulação, com aplicação de formatação condicional de cores .....	33
<b>Tabela 6</b> – Resultados para Índice de Moran e porcentagem de acertos para o estado do Ceará .	37
<b>Tabela 7</b> – Índice de Jaccard para as simulações DP x DP, DP x SAI, DP x ENT.....	41
<b>Tabela 8</b> – Índice de Jaccard para as simulações SAI x DP, SAI x SAI e SAI x ENT .....	42
<b>Tabela 9</b> – Índice de Jaccard para as simulações ENT x DP, ENT x SAI e ENT x ENT .....	43

## Sumário

<b>RESUMO.....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>V</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	1
1.2 OBJETIVO.....	2
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	3
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
2.1 O ESTUDO DAS REGIÕES METROPOLITANAS.....	4
2.2 DINÂMICA METROPOLITANA NO BRASIL .....	7
2.3 ABORDAGENS METODOLÓGICAS .....	15
<b>3 MATERIAIS E MÉTODO.....</b>	<b>21</b>
3.1 A ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS .....	21
3.2 FORMAS DE ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	25
3.3 ESTUDO DE CASO.....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
4.1 APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ESDA .....	30
4.2 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS PELO ÍNDICE DE JACCARD.....	40
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>50</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>7 APÊNDICE 1 - MAPAS TEMÁTICOS.....</b>	<b>58</b>

# **1 INTRODUÇÃO**

Neste primeiro capítulo são apresentados uma breve caracterização do problema estudado, o objetivo do presente trabalho, a justificativa para tal e a estrutura do documento.

## **1.1 Caracterização do Problema**

A partir do século XX, observou-se que o processo de urbanização vem ocorrendo de maneira intensa no Brasil e em outras regiões do mundo, com destaque para os países em desenvolvimento. Mais de 84% da população brasileira encontra-se em áreas urbanizadas, segundo o Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012). Entretanto, na maioria das vezes, esse crescimento urbano ocorre de maneira desordenada, o que dificulta o planejamento e a administração de municípios. O processo de ocupação urbana pode atingir, não somente municípios propriamente ditos, mas também aqueles adjacentes a eles, o que leva à formação das chamadas Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs).

Um aspecto que dificulta muito o trabalho de planejadores e administradores é a diferença entre os limites das áreas urbanizadas e os limites administrativos oficiais dos municípios. Muitas vezes, as áreas urbanizadas ultrapassam os limites de uma cidade ocupando municípios vizinhos, mas ainda não são grandes o suficiente para corresponder às fronteiras das subdivisões administrativas superiores (estados, províncias etc.).

É necessário, então, caracterizar novas fronteiras para a resolução de problemas relativos à expansão urbana. Em alguns casos, os conflitos gerados a partir da proximidade excessiva entre municípios nas condições geográficas referidas são resolvidos pelos governos centrais. Outras vezes, é criado um nível administrativo intermediário que corresponde a um nível metropolitano de gestão, o qual deverá apresentar competência,

aptidão e processos necessários para equacionar os desafios que surjam neste nível. Contudo, a definição das fronteiras desses aglomerados urbanos não é normalmente fácil, principalmente devido a incompatibilidades entre interesses políticos e econômicos das partes envolvidas (RAMOS; RODRIGUES DA SILVA, 2003, 2007; RAMOS; RODRIGUES DA SILVA; MIRANDA 2004).

Dessa forma, busca-se por modelos que possam representar as relações intermunicipais dessas estruturas multidimensionais e complexas. A estatística espacial tem papel de destaque nos estudos sobre a definição de RUHs, apesar de ainda não haver uma metodologia definida e padronizada. Ainda assim, a aplicação de técnicas de ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) tem se mostrado bastante promissora (AJAUSKAS; MANZATO; RODRIGUES DA SILVA, 2012; MANZATO; BARIA; RODRIGUES DA SILVA, 2007; MANZATO; DIAS; RODRIGUES DA SILVA, 2015; MANZATO; RODRIGUES DA SILVA, 2010; OLIVEIRA JUNIOR; MATIOLLI; MANZATO, 2017; PEREIRA; RODRIGUES DA SILVA, 2010; RAMOS; RODRIGUES DA SILVA, 2003, 2007; RAMOS; RODRIGUES DA SILVA; MIRANDA, 2004; RODRIGUES DA SILVA; MANZATO; PEREIRA, 2014;).

No Brasil, foram encontrados estudos nesse sentido somente para os estados de São Paulo e Bahia. Utilizando-se especificamente de dados de distribuição populacional e viagens pendulares, o método só foi aplicado para o estado de São Paulo (AGUIAR; MANZATO, 2017; AGUIAR; MANZATO; RODRIGUES DA SILVA, 2017; AGUIAR; MANZATO; RODRIGUES DA SILVA, 2020). Assim, visando fornecer subsídios à questão da definição das Regiões Urbanas Homogêneas, surge a necessidade de analisar o restante dos estados, de forma a obter um estudo das RUHs brasileiras compreendendo todo o território nacional, utilizando critérios objetivos.

## **1.2 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é investigar a delimitação de Regiões Urbanas Homogêneas a partir da análise da distribuição populacional e das viagens pendulares no Brasil. Para tanto, foram utilizadas ferramentas de análise espacial, como a estatística espacial, com a aplicação de técnicas de ESDA.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho apresenta, primeiramente, uma revisão bibliográfica referente ao estudo das regiões metropolitanas no Capítulo 2. Em seguida, o Capítulo 3 apresenta o referencial teórico utilizado, as formas de análise dos resultados e, ainda, indica o estudo de caso aqui proposto. O Capítulo 4 revela os resultados da aplicação do método e o Capítulo 5 apresenta as conclusões, finalizando ainda com a lista do referencial bibliográfico e o apêndice que contém todos os mapas temáticos resultantes do estudo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre o estudo das regiões metropolitanas, a dinâmica metropolitana no Brasil e quais as abordagens metodológicas utilizadas até o presente momento.

### **2.1 O Estudo das Regiões Metropolitanas**

Estudos das Nações Unidas (UN, 2019) mostraram que a população urbana mundial vem crescendo nos últimos anos, alcançando hoje 55% com relação à população total (urbana e rural), e que continuará nesse sentido, de acordo com a projeção feita para os próximos 30 anos, a qual resulta em um valor de 68% para população urbana. Essa troca do meio rural para o urbano ocorre mais intensamente nos países em desenvolvimento (COHEN, 2006). Esse processo ocorreu nos Estados Unidos, por exemplo, levando quase 90 anos, enquanto no Brasil apenas 30 (HENDERSON, 2002).

Como consequência, devem-se esperar grandes mudanças na distribuição populacional, gerando maiores níveis de relacionamento entre municípios. O gerenciamento de demandas por moradia, emprego, infraestrutura básica e serviços é decorrente do aumento da urbanização e significa grandes desafios para as instâncias municipais e regionais.

A ocupação urbana ocorreu, no Brasil, de forma bastante desequilibrada. As regiões nordeste, e principalmente sul e sudeste, contam com expressivas concentrações populacionais, principalmente em municípios de pequenas extensões territoriais, enquanto as regiões norte e centro-oeste apresentam pouca ocupação populacional em municípios com grandes áreas. Isso provavelmente se deve à dinâmica da colonização portuguesa do país, na qual as áreas prioritárias para ocupação eram as mais próximas ao litoral (HOLANDA, 1995).

Tal fato gera grandes desafios para os planejadores e gestores urbanos, pois as regiões de alta ocupação apresentam mais e melhores condições de infraestrutura, enquanto as de baixa ocupação contam com pouca ou nenhuma infraestrutura, dificultando assim seu desenvolvimento.

Este processo faz com que a população, em busca de melhores condições de vida, tenda a se fixar próximo aos centros urbanos, o que gera maior competição pelo espaço e, portanto, maiores custos. Dessa forma, a mancha urbana cresce significativamente, podendo até mesmo se confundir com as manchas de municípios vizinhos, caracterizando o fenômeno da conurbação.

Uma alternativa encontrada na literatura para a identificação dessas manchas urbanas é a análise de imagens de satélite (HUANG; LU; ZHANG, 2014; NIEMEYER; ROTTENSTEINER; SOERGEL, 2014; SAHOO; PEKKAT, 2014; WEBER, 2001). Essa abordagem é interessante porque permite uma delimitação independente dos limites administrativos municipais. Também foi explorada a utilização de métricas espaciais para a definição da forma urbana e sua morfologia (BEREITSCHAFT; DEBBAGE, 2014).

Entretanto, não é somente a mancha urbana que pode gerar um alto grau de interação intermunicipal. Na maioria dos casos, existe uma relação hierárquica entre as cidades, principalmente relacionada à presença de infraestrutura e oportunidades, de forma que existam regiões com maior poder de atração de pessoas e bens, e que se destacam em um cenário regional ou nacional. Estes fatores, como movimentos pendulares e relações econômicas, não podem ser detectados pelas abordagens de sensoriamento remoto, o que torna o método insuficiente quando aplicado isoladamente.

No entanto, é evidente a presença e a importância desses movimentos quando se discute o tema. Os fluxos de pessoas e bens ocorrem, principalmente, pela busca de melhores condições de moradia e trabalho. Para Cano (1988) e Santos (1990), a especulação imobiliária e os elevados custos de vida nos grandes centros urbanos incentivaram a periferização de assentamentos humanos e industriais, bem como o surgimento das denominadas cidades-dormitório. Além disso, mais recentemente, foi identificado o mesmo movimento para a população de alta renda, entretanto neste caso com o principal objetivo de elevar a qualidade de vida (CUNHA; MIGLIORANZA, 2006).

Desta forma, o aumento da pendularidade reflete direta e intensamente a dinâmica metropolitana intermunicipal. De acordo com dados da EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano), para o período de 2000 a 2010, a taxa de crescimento anual da população nas áreas metropolitanas paulistas foi de 1,1%, enquanto o crescimento de

viagens pendulares foi de 5,82% ao ano (CUNHA; STOCO; DOTA, 2013). Este fato evidencia a importância dos fluxos nas dinâmicas de integração dos espaços urbanos.

Essa dinâmica ocorre de maneira intensa, conduzindo à formação de grandes centros urbanos, que muitas vezes não se restringem a um único município, mas englobam um agrupamento de municípios contíguos, como as chamadas regiões metropolitanas e as aglomerações urbanas, aqui tratadas de maneira geral como Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs). Nesses casos, é comum a criação de um nível de gestão metropolitano, cujo objetivo é gerenciar os interesses dos municípios envolvidos, garantindo assim um bom relacionamento intermunicipal e uma dinâmica metropolitana eficiente.

Para Klapka e Halás (2016), considerando que a existência dessas regiões é tida como certa, é coerente sugerir que sua identificação e delimitação deveriam ser feitas a partir da aplicação de métodos objetivos com abordagens quantitativas. Muitas vezes, critérios administrativos, políticos e até mesmo estatísticos, não refletem com fidelidade a situação geográfica existente, e podem resultar em alto grau de ineficácia.

A definição de regiões urbanas homogêneas é muitas vezes realizada apenas através da consideração de características geográficas isoladas, com pouca referência à função ou utilização comum (MANLEY, 2014).

A autonomia e a autocontenção de uma RUH podem ser expressas por dois princípios interconectados: o princípio da separação externa e o princípio da coesividade interna. Isso significa que suas relações espaciais são maximizadas em seu interior e minimizadas ao ultrapassar suas fronteiras, o que garante um alto grau de autonomia para cada região.

O estudo sobre a definição de RUHs deve ser entendido como um trabalho exploratório, para o qual não existe um resultado pré-definido. Dessa forma, não existe ainda uma metodologia concreta para a análise da interação dos dados e, portanto, é esperado que diferentes métodos e abordagens gerem resultados distintos (VAN DER LAAN; SCHALKE, 2001; KLAPKA et al., 2014). Sendo assim, um critério utilizado com sucesso para a delimitação de determinada região pode não ser satisfatório para outra.

## 2.2 Dinâmica Metropolitana no Brasil

O território brasileiro está organizado em 27 unidades federativas, sendo 26 estados e um distrito federal, cujos principais dados estão listados na Tabela 1. Observa-se que o estado com maior população e PIB mais elevado é o estado de São Paulo. Já para o IDH, o Distrito Federal assume a primeira posição. O estado que possui maior área territorial é o Amazonas, e aquele com mais municípios é Minas Gerais.

**Tabela 1** – Estados brasileiros e seus principais dados

Estado	Número de Municípios	Área Territorial (km <sup>2</sup> )	População*	PIB** (R\$)	IDH***
Acre (AC)	22	164.173,431	906,876	15,331,123	0,663
Alagoas (AL)	102	27.830,656	3,365,351 <sup>[2]</sup>	54,413,047	0,631
Amapá (AP)	16	142.470,762	877,613	16,795,207	0,708
Amazonas (AM)	62	1.559.167,878	4,269,995	100,109,235	0,674
Bahia (BA)	417	564.760,427	14,985,284 <sup>[3]</sup>	286,239,541	0,660
Ceará (CE)	184	148.894,442	9,240,580 <sup>[1]</sup>	155,903,825	0,682
Distrito Federal (DF)	1	5.760,784	3,094,325 <sup>[4]</sup>	254,817,205	0,824
Espírito Santo (ES)	78	46.074,447	4,108,508	137,020,055	0,740
Goiás (GO)	246	340.242,854	7,206,589	195,681,724	0,735
Maranhão (MA)	217	329.651,495	7,153,262	98,179,496	0,639

<b>Estado</b>	<b>Número de Municípios</b>	<b>Área Territorial (km<sup>2</sup>)</b>	<b>População*</b>	<b>PIB** (R\$)</b>	<b>IDH***</b>
Mato Grosso (MT)	141	903.207,050	3,567,234	137,442,853	0,725
Mato Grosso do Sul (MS)	79	357.147,994	2,839,188	106,969,142	0,729
Minas Gerais (MG)	853	586.513,993	21,411,923	614,875,820	0,731
Pará (PA)	144	1.245.870,707	8,777,124	161,349,602	0,646
Paraíba (PB)	223	56.467,242	4,059,905	64,373,595	0,658
Paraná (PR)	399	199.298,982	11,597,484	440,029,403	0,749
Pernambuco (PE)	185	98.067,880	9,674,793 <sup>[2]</sup>	186,351,975	0,673
Piauí (PI)	224	251.755,485	3,289,290 <sup>[1]</sup>	50,378,418	0,646
Rio de Janeiro (RJ)	92	43.750,426	17,463,349	758,859,047	0,761
Rio Grande do Norte (RN)	167	52.809,601	3,560,903	66,969,562	0,684
Rio Grande do Sul (RS)	497	281.707,149	11,466,630	457,293,958	0,746
Rondônia (RO)	52	237.765,347	1,815,278	44,913,978	0,690
Roraima (RR)	15	223.644,527	652,713	13,369,988	0,707
Santa Catarina (SC)	295	95.730,684	7,338,473	298,227,090	0,774
São Paulo (SP)	645	248.219,481	46,649,132	2,210,561,949	0,783

<b>Estado</b>	<b>Número de Municípios</b>	<b>Área Territorial (km<sup>2</sup>)</b>	<b>População*</b>	<b>PIB** (R\$)</b>	<b>IDH***</b>
Sergipe (SE)	75	21.938,184	2,338,474 <sup>[3]</sup>	42,017,981	0,665
Tocantins (TO)	139	277.423,630	1,607,363	35,666,183	0,699

Nota: \* Estimativa do IBGE para 1º de julho de 2021.

\*\* Produto Interno Bruto - IBGE 2018.

\*\*\* Índice de Desenvolvimento Humano para o ano de 2010 (PNUD, com dados do Censo 2010).

Observações relacionadas à estimativa da População:

(1) Diferença de 786 pessoas entre os Estados do Piauí e Ceará com relação a Projeção da População para o Brasil e Unidades da Federação 2021, para o ano de 2021, em virtude de alteração de limites entre municípios na fronteira interestadual;

(2) Diferença de 456 pessoas entre os Estados de Alagoas e Pernambuco com relação a Projeção da População para o Brasil e Unidades da Federação 2021, para o ano de 2021, em virtude de alteração de limites entre municípios na fronteira interestadual;

(3) Diferença de 214 pessoas entre os Estados de Sergipe e Bahia com relação a Projeção da População para o Brasil e Unidades da Federação 2021, para o ano de 2021, em virtude de alteração de limites entre municípios na fronteira interestadual;

(4) Diferença de 2.658 pessoas entre o Estado de Goiás e o Distrito Federal com relação a Projeção da População para o Brasil e Unidades da Federação 2021, para o ano de 2021, em virtude de alteração de limites entre municípios na fronteira interestadual.

O Brasil passou por um processo de urbanização intensa na década de 1960 e, desde então, o IBGE têm explorado o tema dos agrupamentos populacionais. Na I CONFEGE (Conferência Nacional de Geografia e Cartografia), realizada em 1968, o tema foi evidenciado, mostrando não só a importância, mas a necessidade de se definir e qualificar as RUHs brasileiras.

Dessa forma, o IBGE criou o Grupo de Áreas Metropolitanas, com os seguintes objetivos: 1) “conceituar de forma precisa os termos metrópole, área metropolitana e região metropolitana”; e 2) “definir um conjunto de municípios que seriam analisados a partir de tabulações do Censo Demográfico 1970, visando apreender o processo de metropolização” (IBGE, 2016).

Na mesma época, Galvão et al. (1969) propuseram um método que se baseia em três categorias principais: demografia, estrutura e integração. Para a primeira, os critérios foram: 1) população municipal da cidade central de pelo menos 400 mil habitantes; 2) densidade do distrito sede de pelo menos 500 hab./km<sup>2</sup>; 3) densidade municipal dos vizinhos de pelo menos 60 hab./km<sup>2</sup>; e 4) variação da população do decênio anterior deve ser de no mínimo 45%, no município ou em um distrito contíguo.

Para a categoria estrutural, os critérios foram: 1) pelo menos 10% da população potencialmente ativa do município ocupada em atividades industriais; 2) nos núcleos “dormitórios” esta porcentagem é substituída por um índice de movimento pendular, igual ou superior a 20% da população, deslocando-se diariamente para qualquer município da área; e 3) valor da produção industrial municipal três vezes maior que o da agrícola.

Finalmente, para a categoria de integração: 1) pelo menos 10% da população municipal total deslocando-se diariamente, em viagens intermunicipais, para qualquer município da área (considerando fluxos de entrada e de saída do município); e 2) índice de ligações telefônicas para a cidade central superior a 80, por aparelho, durante um ano.

Além disso, existe também, desde 2004, o Estatuto da Metrópole (BRASIL, 2015), projeto que têm como uma de suas propostas a unificação de uma metodologia para a definição e delimitação de Regiões Metropolitanas e Aglomerações Urbanas do país.

Hoje, no Brasil, existe um elevado número de municípios que estão inseridos em regiões metropolitanas oficiais e, embora a instalação de RUHs esteja prevista na Constituição Federal de 1988, não existem critérios objetivos e/ou padronizados para que um município seja elegível ou não para fazer parte de uma região metropolitana.

É de responsabilidade de cada estado a definição de suas RUHs, que tem, portanto, a autonomia de definir seus próprios critérios, o que muitas vezes é feita de acordo com interesses político-administrativos, buscando recursos federais para sua institucionalização, resultando em um considerável número de RUHs que na realidade possuem uma dinâmica metropolitana de baixa expressão (MOURA; CARVALHO, 2012).

Além disso, de acordo com Castello Branco, Pereira e Nadalin (2013), existe certa impossibilidade de comparar as vantagens e desvantagens dos métodos abordados por cada estado, já que não há informação suficiente dos critérios utilizados para que se possa realizar tal análise.

Diante deste impasse, foi promulgada a Lei Nº 13.086 de 12 de janeiro de 2015 (BRASIL, 2015), denominada Estatuto da Metrópole, com o intuito de apresentar uma referência jurídica e institucional para a questão da definição das RUHs, a qual:

[...] estabelece diretrizes gerais para o planejamento, a gestão e a execução das funções públicas de interesse comum em regiões metropolitanas e em aglomerações urbanas instituídas pelos Estados, normas gerais sobre o plano de desenvolvimento urbano integrado e outros instrumentos de governança interfederativa, e critérios para o apoio da União a ações que envolvam governança interfederativa no campo do desenvolvimento urbano [...].

Nela, foi feita a seguinte conceituação:

- Aglomeração urbana: “unidade territorial urbana constituída pelo agrupamento de 2 (dois) ou mais Municípios limítrofes, caracterizada por complementaridade funcional e integração das dinâmicas geográficas, ambientais, políticas e socioeconômicas”;
- Função pública de interesse comum: “política pública ou ação nela inserida cuja realização por parte de um Município, isoladamente, seja inviável ou cause impacto em Municípios limítrofes”;
- Gestão plena: “condição de região metropolitana ou de aglomeração urbana que possui: a) formalização e delimitação mediante lei complementar estadual; b) estrutura de governança interfederativa própria, nos termos do art. 8º desta Lei; e c) plano de desenvolvimento urbano integrado aprovado mediante lei estadual”;
- Governança interfederativa: “compartilhamento de responsabilidades e ações entre entes da Federação em termos de organização, planejamento e execução de funções públicas de interesse comum”;
- MetrÓpole: “espaço urbano com continuidade territorial que, em razão de sua população e relevância política e socioeconômica, tem influência nacional ou sobre uma região que configure, no mínimo, a área de influência de uma capital regional, conforme os critérios adotados pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE”;
- Plano de desenvolvimento urbano integrado: “instrumento que estabelece, com base em processo permanente de planejamento, viabilização econômico-financeira e gestão, as diretrizes para o desenvolvimento territorial estratégico e os projetos estruturantes da região metropolitana e aglomeração urbana”;
- Região metropolitana: “unidade regional instituída pelos Estados, mediante lei complementar, constituída por agrupamento de Municípios limítrofes para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum”;
- Área metropolitana: “representação da expansão contínua da malha urbana da metrÓpole, conurbada pela integração dos sistemas viários, abrangendo, especialmente, áreas habitacionais, de serviços e industriais com a presença de deslocamentos pendulares no território”;
- Governança interfederativa das funções públicas de interesse comum: “compartilhamento de responsabilidades e ações entre entes da Federação em termos de organização, planejamento e execução de funções públicas de interesse comum,

mediante a execução de um sistema integrado e articulado de planejamento, de projetos, de estruturação financeira, de implantação, de operação e de gestão”.

As Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento instituídas atualmente no Brasil (referente ao ano de 2019) são as apresentadas na Tabela 2, ordenadas por estado.

**Tabela 2** – Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento instituídas no Brasil e número de municípios que as compõem

<b>Nome da Região</b>	<b>Tipo</b>	<b>Estado</b>	<b>Número de Municípios</b>
RM da Zona da Mata	RM	AL	15
RM de Caetés	RM	AL	5
RM de Maceió	RM	AL	12
RM de Palmeira dos Índios	RM	AL	3
RM do Agreste	RM	AL	17
RM do Médio Sertão	RM	AL	9
RM do São Francisco	RM	AL	5
RM do Sertão	RM	AL	7
RM do Vale do Paraíba	RM	AL	11
RM de Manaus	RM	AM	13
RM de Macapá	RM	AP	3
RIDE do Polo Petrolina/PE e Juazeiro/BA	RIDE	BA	4
RM de Feira de Santana	RM	BA	16
RM de Salvador	RM	BA	13
RM de Fortaleza	RM	CE	19
RM de Sobral	RM	CE	18
RM do Cariri	RM	CE	9
RM da Grande Vitória	RM	ES	7
RIDE do Distrito Federal e Entorno	RIDE	GO e DF	30
RM de Goiânia	RM	GO e DF	21
RIDE da Grande Teresina	RIDE	MA	1
RM da Grande São Luís	RM	MA	13
RM do Sudoeste Maranhense	RM	MA	8

<b>Nome da Região</b>	<b>Tipo</b>	<b>Estado</b>	<b>Número de Municípios</b>
RIDE do Distrito Federal e Entorno	RIDE	MG	4
RM de Belo Horizonte	RM	MG	50
RM do Vale do Aço	RM	MG	28
RM do Vale do Rio Cuiabá	RM	MT	13
RM de Belém	RM	PA	7
RM de Santarém	RM	PA	2
RM de Araruna	RM	PB	6
RM de Barra de Santa Rosa	RM	PB	8
RM de Cajazeiras	RM	PB	15
RM de Campina Grande	RM	PB	19
RM de Esperança	RM	PB	9
RM de Guarabira	RM	PB	20
RM de Itabaiana	RM	PB	12
RM de João Pessoa	RM	PB	12
RM de Patos	RM	PB	23
RM de Sousa	RM	PB	9
RM do Vale do Mamanguape	RM	PB	9
RM do Vale do Piancó	RM	PB	17
RIDE do Polo Petrolina/PE e Juazeiro/BA	RIDE	PE	4
RM de Recife	RM	PE	15
RIDE da Grande Teresina	RIDE	PI	13
RM de Apucarana	RM	PR	23
RM de Campo Mourão	RM	PR	25
RM de Cascavel	RM	PR	24
RM de Curitiba	RM	PR	29
RM de Londrina	RM	PR	25
RM de Maringá	RM	PR	26
RM de Toledo	RM	PR	18
RM de Umuarama	RM	PR	24
RM do Rio de Janeiro	RM	RJ	22
RM de Natal	RM	RN	15
RM de Porto Velho	RM	RO	2

<b>Nome da Região</b>	<b>Tipo</b>	<b>Estado</b>	<b>Número de Municípios</b>
RM da Capital	RM	RR	5
RM de Central	RM	RR	2
RM do Sul do Estado	RM	RR	4
AU do Litoral Norte	AU	RS	20
AU do Sul	AU	RS	5
RM da Serra Gaúcha	RM	RS	13
RM de Porto Alegre	RM	RS	34
RM Carbonífera	RM	SC	25
RM da Foz do Rio Itajaí	RM	SC	9
RM de Chapecó	RM	SC	32
RM de Florianópolis	RM	SC	22
RM de Lages	RM	SC	23
RM de Tubarão	RM	SC	18
RM do Alto Vale do Itajaí	RM	SC	28
RM do Contestado	RM	SC	45
RM do Extremo Oeste	RM	SC	49
RM do Norte/Nordeste Catarinense	RM	SC	26
RM do Vale do Itajaí	RM	SC	16
RM de Aracaju	RM	SE	4
AU de Franca	AU	SP	19
AU de Jundiaí	AU	SP	7
AU de Piracicaba-AU- Piracicaba	AU	SP	23
RM da Baixada Santista	RM	SP	9
RM de Campinas	RM	SP	20
RM de Ribeirão Preto	RM	SP	34
RM de São Paulo	RM	SP	39
RM de Sorocaba	RM	SP	27
RM do Vale do Paraíba e Litoral Norte	RM	SP	38
RM de Gurupi	RM	TO	18
RM de Palmas	RM	TO	16

Nota: RM – Região Metropolitana; AU – Aglomeração Urbana; RIDE – Região Integrada de Desenvolvimento

Apesar de a Lei Nº 13.086/2015 apresentar conceitos elaborados para diversas nomenclaturas, o que significa um avanço e uma contribuição relevante ao tema, observa-se que não foram apresentados critérios quantitativos claros.

Dessa forma, na tentativa de colaborar com o tema, em busca de métodos e critérios mais padronizados e objetivos, muitos autores, brasileiros e estrangeiros, estudam diferentes métodos associados a diversos tipos de dados, como mostram os estudos apresentados a seguir.

### **2.3 Abordagens Metodológicas**

Um estudo que discutiu o tema em questão, apresentado pelo Ipea (CASTELLO BRANCO; PEREIRA; NADALIN, 2013), utilizou os critérios adotados para definição das primeiras regiões metropolitanas na década de 1970, e apresentou quais seriam as regiões metropolitanas atuais, no ano do estudo, se fossem adotados os mesmos parâmetros. Para a análise, foram usados os dados do Censo Demográfico de 2010 e os critérios propostos por Galvão et al. (1969) com algumas adaptações, considerando que esses foram originalmente adotados para um outro período da urbanização brasileira. Na comparação das regiões resultantes delimitadas pelo estudo (contendo 328 municípios) com as regiões metropolitanas oficiais naquele ano (contendo 671 municípios), a intersecção dos dois conjuntos resultou em 243 municípios, ou seja, apenas 243 municípios que pertencem às regiões metropolitanas oficiais estariam inseridos em regiões metropolitanas no ano de 2013 se fossem utilizados os critérios iniciais adotados na década de 1970.

Diante da dificuldade de se definirem as RUHs, existe uma necessidade de criar modelos baseando-se em técnicas que possam auxiliar essa tarefa. Breitung (2011) sugere cinco diferentes, ainda que inter-relacionados, aspectos que poderiam auxiliar na análise dessa delimitação: abordagens política, física, socioespacial, psicológica e funcional. Contudo, de acordo com Kourtit, Nijkamp e Partridge (2015), além da dificuldade de mensuração, essas questões podem apresentar resultados ambíguos ou imprecisos. Um exemplo dessa análise seria considerar os aspectos político-administrativos de uma região, em que o estado à qual ela pertence buscaria recursos federais por meio da institucionalização de novas RUHs com o objetivo de atender às suas necessidades. Entretanto, esse critério muitas vezes não corresponde à realidade das questões resultantes

da junção de municípios, implicando muitas vezes em regiões que apresentam uma fraca dinâmica metropolitana, não apresentando a fidelidade necessária principalmente para processos de planejamento (MOURA; CARVALHO, 2012).

Buscando métodos com uma abordagem mais quantitativa e de maior precisão, vários aspectos foram analisados utilizando de análises espaciais. Um deles, baseado no número de habitantes e viagens pendulares entre cidades vizinhas, é apresentado pelo Office Management and Budget (2010) nos Estados Unidos como o mais indicado para a identificação de RUHs. Este diz que uma área metropolitana é definida a partir da existência de mais de 50.000 habitantes e de condados adjacentes em que no mínimo 25% dos seus residentes empregados realizem viagens pendulares à cidade principal. Na Europa, este critério apresenta pequenas diferenças, como a existência de pelo menos uma área urbanizada principal contendo no mínimo 20.000 empregos e qualquer outra região adjacente que seja classificada como NUTS3 (do inglês *Nomenclature of Territorial Units for Statistics*, é uma classificação hierárquica dos limites administrativos desenvolvida pelo instituto de estatística europeu, o Eurostat) de onde se observem mais viagens pendulares àquela área urbanizada principal do que a qualquer outra área (CHESHIRE; HAY, 1989).

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2016), com o objetivo de fazer comparações internacionais de desempenho econômico, social e ambiental, também estudou uma definição de regiões metropolitanas. Foi desenvolvido, juntamente com a União Europeia, o conceito de “Unidades Econômicas Funcionais”, uma “definição harmonizada de áreas metropolitanas” que utiliza de dados de distribuição populacional e de viagens pendulares, com o intuito de prevenir que sejam adotados critérios administrativos para este fim.

De fato, são diversas as metodologias encontradas na literatura para a definição das RUHs. Entretanto, para Kourtit, Nijkamp e Partridge (2015), a presença de definições ambíguas e/ou imprecisas, a escassez de dados específicos e a dificuldade para mensurá-los e obtê-los pode muitas vezes comprometer a análise. Isso ocorre principalmente nos países em desenvolvimento (COHEN, 2006). Dessa forma, existe um forte argumento de que as medidas de distribuição populacional ainda são os indicadores mais coerentes para se medir o grau de urbanização de uma região (UN, 2007; OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET, 1998), como por exemplo a densidade populacional.

Sabe-se que o censo populacional é realizado em praticamente todos os países, de maneira regular e confiável. Dessa forma, Ramos e Rodrigues da Silva (2003 e 2007) e Ramos, Rodrigues da Silva e Miranda (2004) exploraram a utilização da densidade

populacional como alternativa para a definição de RUHs, utilizando técnicas de análise espacial, como a estatística espacial.

Nesse sentido, Manzato, Baria e Rodrigues da Silva (2007) apresentaram a comparação de duas metodologias para a definição de RUHs em um país em desenvolvimento, aplicadas no estado de São Paulo, utilizando os dados de densidade populacional para os anos 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000, apresentando ainda uma previsão para 2010. A primeira metodologia considerou um índice I, resultado de valores de densidade populacional normalizados duas vezes entre zero e um, a nível estadual e nacional. A segunda utilizou técnicas de ESDA (*Exploratory Spatial Data Analysis*), que permitiu uma análise da distribuição espacial da variável nos quatro quadrantes do gráfico de Moran. Os autores concluíram que, apesar do primeiro método ser mais flexível, o segundo permitiu uma identificação mais clara dos municípios com alta densidade.

Mais tarde, Manzato e Rodrigues da Silva (2010) apresentaram uma análise espaço-temporal para o monitoramento das mudanças em regiões metropolitanas. Num primeiro momento, foi abordada somente a questão da distribuição espacial através da densidade populacional, analisando dados de 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000 para o estado de São Paulo. Os Índices de Moran obtidos para cada período indicaram uma autocorrelação espacial positiva e que aumentou ao longo do tempo, o que sugeriu que o método fosse bastante válido para a questão da delimitação de RUHs.

Considerando esta mesma variável, Santos, Manzato e Rodrigues da Silva (2014) sugerem que a melhor alternativa para a definição de RUHs, utilizando as técnicas de estatística espacial, é por meio da determinação da densidade populacional sem a especificação do que é urbano e do que é rural. De acordo com os autores, existe uma grande porcentagem de acerto na definição de RUHs utilizando os dados de população total dos municípios para determinar a densidade populacional, sem diferenciar população urbana e rural.

A presença e condições da infraestrutura rodoviária dessas áreas poderiam também ser um critério adotado. Coombes (2004), por exemplo, sugere a análise da distribuição de empregos e a utilização de indicadores de oferta de infraestrutura de transportes como medidas de interação entre regiões. Nesse sentido, Manzato, Soares e Rodrigues da Silva (2006) e Dias, Manzato e Rodrigues da Silva (2014) testaram a viabilidade do uso desses indicadores para a definição de RUHs. Os autores sugeriram, então, que um indicador efetivo para definir essas regiões deveria ser uma composição de indicadores de oferta de infraestrutura de transportes e populacionais, combinados com técnicas de análise espacial.

Isso foi explorado em estudos subsequentes por Manzato e Rodrigues da Silva (2006, 2007 e 2010); Pereira e Rodrigues da Silva (2010); Ajauskas, Manzato e Rodrigues da Silva (2012); Rodrigues da Silva, Manzato e Pereira (2014); e Matioli, Oliveira Junior e Manzato (2016).

Tais estudos mostraram a validade das técnicas de estatística e modelagem espacial como uma abordagem promissora para a definição e monitoramento das RUHs. Está clara a importância das viagens pendulares, presença de infraestrutura e distribuição populacional para a formação e definição de aglomerados urbanos. Rodrigues da Silva, Manzato e Pereira (2014) estudaram a utilização da técnica, para o estado da Bahia, a partir dos dados de densidade populacional e da adição dos dados de cobertura de infraestrutura rodoviária, como uma tentativa de obtenção de melhores delimitações a partir da inserção de parâmetros socioeconômicos. O método não resultou em áreas com total coincidência de municípios com relação à região metropolitana oficial, mas foi capaz de identificar um aglomerado de municípios pertencentes à RUH, detectando a presença da dinâmica metropolitana da região. Entretanto, a introdução da variável de infraestrutura não alterou significativamente a delimitação da região, quando comparada com a delimitação resultante da densidade populacional somente.

De acordo com Kraft, Halás e Vancura (2014), as regiões urbanas homogêneas são unidades socioeconômicas que são interligadas pela intensidade das interações de transporte, o que sugere que os dados de transportes podem ser muito úteis para se definir o grau de interação intermunicipal.

Baseado em estudos prévios, Ullman (1980) confirma que os fluxos de transporte são os portadores universais das interações espaciais. Isso significa que eles carregam informações valiosas sobre a quantidade e o objetivo dos movimentos de pessoas e bens, o que pode auxiliar-nos na busca pela delimitação de regiões que apresentam alto grau de interação espacial e, portanto, uma dinâmica metropolitana.

Kraft e Marada (2017) argumentam que os indicadores de fluxos de transporte apresentam características complexas, o que faz com que eles tenham uma grande habilidade de refletir a dinâmica espacial intermunicipal, sendo grandes aliados na delimitação de regiões urbanas homogêneas.

Foram identificados vários estudos na literatura que utilizam dos dados de fluxos de pessoas e bens para identificar a relação funcional intermunicipal, o que sugeriria um método razoável para a delimitação das RUHs (HORNÁK; KRAFT, 2015; KAUFFMANN, 2012; KLAPKA; HALÁS, 2016; KONJAR; LISEC; DROBNE, 2010; KRAFT; MARADA,

2017; SOARES; FIGUEIREDO; VALA, 2017; WILLIAMS; FOORD; MOONEY, 2012). Entretanto, o método sofre algumas críticas no sentido de que a intensidade das viagens pendulares não seria suficiente para reproduzir o nível de integração econômica entre o centro metropolitano e suas regiões adjacentes (BODE, 2008; COMBES; OVERMAN, 2004; DURANTON, 2006; DURANTON; PUGA, 2004; ROSENTHAL; STRANGE, 2004).

Nesse tema, Aguiar, Manzato e Rodrigues da Silva (2017) mostraram que resultados, exibidos em mapas temáticos, sugerem que RUHs poderiam ser delimitadas baseando-se nos valores totais de população dos municípios de destino e da participação dos municípios de origem. Neste caso, o estudo foi baseado em uma análise espacial sobre a intensidade de viagens pendulares entre pares de municípios, combinando valores de população dos municípios de destino e percentuais de residentes em outros municípios viajando a trabalho. Os resultados mostraram uma boa aplicabilidade do método para municípios de destino com população mínima de 200.000 habitantes e uma participação dos municípios de origem de 10% para o estado de São Paulo. Além disso, sugeriram especial atenção a municípios identificados pela análise e que não estariam inseridos em RUHs oficiais, pois podem desenvolver uma área que apresente uma dinâmica metropolitana no futuro, o que contribuiria em seu planejamento e administração.

Aguiar e Manzato (2017), utilizando técnicas de ESDA (*Exploratory Spatial Data Analysis*) para análises baseadas em estatística espacial, aplicaram primeiramente o método univariado, ou seja, explorando as variáveis de viagens pendulares de entradas e saídas e de população dos municípios de maneira isolada, para o estado de São Paulo. A conclusão foi que as viagens pendulares totais traduziram satisfatoriamente a dinâmica intermunicipal presente nas RUHs oficiais do estado, levando a uma delimitação bastante coerente. Além disso, os autores validaram a técnica utilizando a densidade populacional para a definição de regiões metropolitanas, mas apontaram falhas quando o objetivo é explorar as tendências de desenvolvimento para centros regionais.

Mais tarde, foi aplicada a técnica bivariada, combinando os dados de população total dos municípios com os fluxos pendulares de entrada e saída (AGUIAR; MANZATO; RODRIGUES DA SILVA, 2020). Os autores concluíram que a combinação de dados de viagens para determinado município e dados de população para municípios vizinhos foi a que se mostrou mais satisfatória para o estado de São Paulo.

Assim sendo, é possível observar a importância de uma definição criteriosa das RUHs e quais os métodos e variáveis que produziram resultados significativos. As técnicas

de ESDA se mostraram bastante válidas, e a utilização de dados populacionais e de fluxos de pessoas para as análises espaciais se destacou nos estudos de definição de dinâmicas metropolitanas. Entretanto, no Brasil, esse tipo de análise foi aplicado principalmente para os estados de São Paulo e Bahia. Uma análise para todo o território nacional ainda não foi desenvolvida segundo essa metodologia. Nesse sentido, parece válido realizar um estudo das RUHs brasileiras segundo critérios objetivos, baseado na distribuição populacional e nas viagens pendulares. Dessa forma, seria possível apontar regiões em que a instalação de níveis metropolitanos de gestão talvez não se justificasse inicialmente, além de indicar regiões que apresentam dinâmica metropolitana, mas que não são reconhecidas como regiões metropolitanas oficiais, fornecendo novos subsídios à questão da definição das RUHs no Brasil.

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

Este capítulo tem como objetivo a apresentação dos materiais e método utilizados nesta pesquisa, como o índice de Jaccard e a Análise Exploratória de Dados Espaciais (ESDA), além da explanação do estudo de caso aqui desenvolvido.

#### 3.1 A Análise Exploratória de Dados Espaciais

A técnica empregada foi a análise exploratória de dados espaciais (ESDA, do inglês, *Exploratory Spatial Data Analysis*), um ramo da estatística espacial fundamentada na caracterização da dependência espacial, indicando como valores de uma ou mais variáveis estão correlacionados no espaço (ANSELIN, 1995, 1998).

A técnica de ESDA apresenta três elementos básicos: uma matriz de proximidade espacial ( $W$ ), um vetor de desvios ( $Z$ ) e um vetor de médias ponderadas ( $W_Z$ ). Para a obtenção do vetor de desvios ( $Z$ ), calcula-se a média global de uma variável para todos os objetos em análise e, em seguida, subtrai-se esse valor médio encontrado do valor apresentado por cada objeto. Assim, para cada objeto é encontrado um desvio, e o agrupamento desses desvios é armazenado no vetor  $Z$ . Para a obtenção do vetor de médias ponderadas ( $W_Z$ ), calcula-se a diferença entre a média dos desvios nos objetos vizinhos e a média global. O cálculo se dá por meio da multiplicação da matriz de proximidade espacial ( $W$ ) com linhas normalizadas pelo vetor transposto de desvios.

O índice de Moran ( $I$ ) é uma estatística bastante difundida e fornece uma medida geral da associação espacial existente em um conjunto de dados, testando se as áreas conectadas apresentam maior semelhança quanto ao indicador estudado do que o esperado em padrão aleatório. Para valores normalizados, varia de -1 a +1 e valores próximos de zero indicam a inexistência de autocorrelação espacial significativa entre os valores dos objetos

e seus vizinhos. Valores positivos para o índice indicam autocorrelação positiva, ou seja, o valor do atributo de um objeto tende a ser semelhante aos valores dos seus vizinhos. Valores negativos para o índice, por sua vez, indicam autocorrelação negativa. O índice de Moran é calculado através da Equação (1) a seguir, através do uso dos elementos básicos já citados.

$$I = \frac{Z^t \cdot W_Z}{Z^t \cdot Z} \quad (1)$$

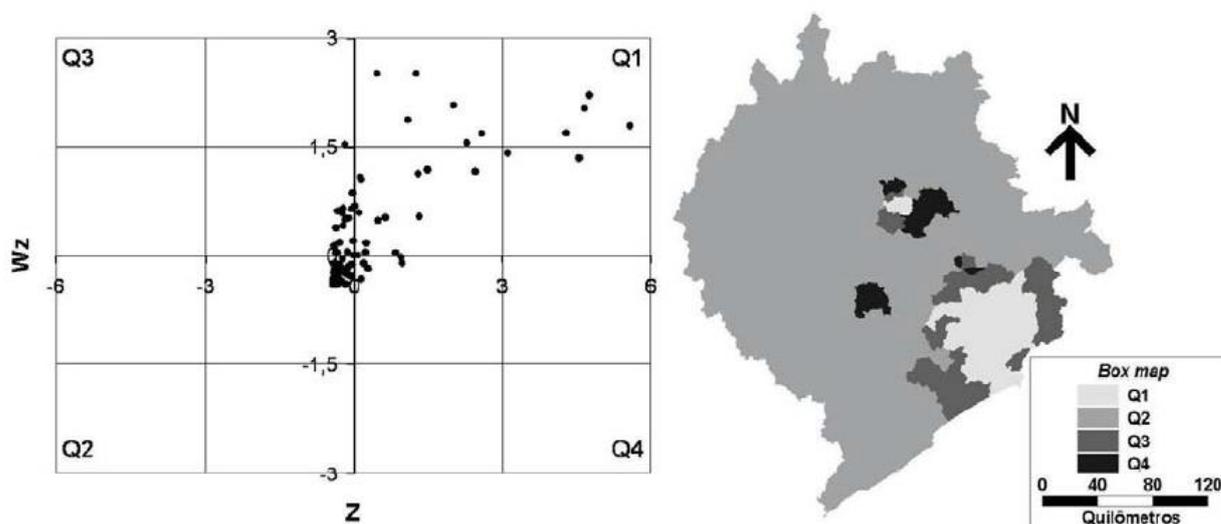
Em que: I é o índice de Moran;

Z é o vetor de desvios;

$W_Z$  é o vetor de médias ponderadas;

t define o vetor transposto.

Os resultados podem ser representados em um gráfico de espalhamento de Moran, construído a partir dos valores normalizados de Z por  $W_Z$ , sendo esse gráfico dividido em quatro quadrantes, Q1, Q2, Q3 e Q4, e em mapas temáticos de espalhamento de Moran (*Box Maps*), conforme exemplo na Figura 1.



**Figura 1** – Exemplo de gráfico e mapa de espalhamento de Moran (MANZATO, 2007)

No quadrante Q1, também denominado HH (High-High), o valor da variável do objeto é superior à média global e a média de seus vizinhos também é maior que a média global. No quadrante Q2, por sua vez, chamado de LL (Low-Low), o valor do atributo do objeto é inferior à média global e a média dos elementos adjacentes também é inferior à essa

média. Dessa forma, nesses dois quadrantes, visualiza-se uma autocorrelação espacial positiva. Já os quadrantes Q3 e Q4 apresentam uma autocorrelação espacial negativa, tendo em vista que o objeto em análise difere de seus vizinhos em relação ao caráter estudado. No quadrante Q3, também denominado LH (Low-High), o valor do atributo do objeto é inferior à média global e a média dos atributos adjacentes é superior à essa média global. E no quadrante Q4, ou HL (High-Low), o valor da variável do objeto é superior à média global e a média de seus vizinhos é inferior a essa média.

Dessa maneira, a técnica é empregada de forma univariada quando se utiliza apenas um tipo de variável para a construção dos Box Maps. Existe também a forma multivariada, desenvolvida por Anselin, Syabri e Smirnov (2002), que testa a existência de correlação espacial em polígonos utilizando-se mais de um tipo de variável. Este método analisa o grau de associação de uma variável para um determinado local ( $z_k$ ) com uma segunda variável associada aos locais vizinhos ( $z_l$ ). Esta é uma associação linear e sistemática (mais do que sob aleatoriedade espacial) entre a variável  $z_k$  de um local  $i$  ( $z_k^i$ ) e sua relação espacial com a outra variável, ou seja,  $W_{z_l^i}$ . Para relacionar essas variáveis, é definido um coeficiente multivariado de autocorrelação espacial, como na Equação (2).

$$m_{kl} = z_k^t \cdot W^S \cdot z_l \quad (2)$$

Em que:

$$z_k = \frac{[x_k - \bar{x}_k]}{\sigma_k} \text{ e } z_l = \frac{[x_l - \bar{x}_l]}{\sigma_l}$$

As variáveis  $z_k$  e  $z_l$  são padronizadas, de modo que a média é igual a zero e o desvio padrão é igual a um. O vetor  $Z_k$  fornece os desvios entre os valores da variável  $z_k$  nos locais observados e a média geral. O outro vetor,  $Z_l$ , incorpora os desvios entre os valores médios da variável  $z_l$  nas áreas vizinhas dos locais observados e a média geral. Quanto a  $W^S$ , essa é uma matriz de pesos espaciais que identifica o conjunto de vizinhos de cada localidade, atribuindo valores diferentes de zero para os vizinhos e zero para os não vizinhos. Além disso, zero é atribuído à diagonal principal, pois os locais não são considerados adjacentes a eles mesmos.

O Índice de Moran da análise multivariada, por sua vez, pode ser obtido na Equação (3), que utiliza os elementos básicos já mencionados, onde  $Z_k$  é o vetor de desvios para a variável avaliada nos locais observados,  $Z_l$  é o vetor de desvios para a variável analisada em locais adjacentes,  $W$  é a matriz espacial de pesos com linhas normalizadas e o expoente  $t$  define o vetor transposto.

$$I_{kl} = \frac{Z_k^t \cdot W \cdot Z_l}{Z_k^t \cdot Z_k} \quad (3)$$

Considerando  $n$  como o número de observações, uma vez padronizadas as variáveis  $z$ , é possível considerar que o produto dos vetores contido no denominador da Equação (3) é igual a  $n$ , que resulta no quadrado do somatório de seus componentes, independentemente dos valores das variáveis. Fazendo isso, a Equação (4) é obtida.

$$I_{kl} = \frac{Z_k^t \cdot W \cdot Z_l}{n} \quad (4)$$

Em que:  $I$  é o índice de Moran;

$Z_k$  é o vetor de desvios para a variável avaliada nos locais observados;

$Z_l$  é o vetor de desvios para a variável analisada em locais adjacentes;

$W$  é a matriz espacial de pesos com linhas normalizadas;

$t$  define o vetor transposto;

$n$  é o número de observações.

A técnica de ESDA multivariada também avalia os resultados usando o gráfico de dispersão de Moran e *Box Maps*, seguindo o mesmo raciocínio explicado anteriormente. No quadrante HH, o valor da variável  $z_k$  é maior que a média geral e a média de seus vizinhos para a variável  $z_l$  também é maior que a média geral. No quadrante LL, o valor da variável  $z_k$  é menor que a média geral e a média de seus vizinhos para a variável  $z_l$  também está abaixo da média geral. Assim, visualiza-se uma autocorrelação espacial positiva para as observações classificadas nesses dois quadrantes. No quadrante LH, o valor da variável  $z_k$  é menor que a média geral e a média da variável  $z_l$  em observações adjacentes é maior que a média geral. Finalmente, no quadrante HL, o valor da variável  $z_k$  é maior que a média geral e a média de seus vizinhos para a variável  $z_l$  é menor que a média geral. Entende-se, portanto, que a autocorrelação espacial entre as observações classificadas nesses dois quadrantes é negativa.

### 3.2 Formas de Análise dos Resultados

A partir da aplicação da técnica, foram gerados os mapas temáticos que foram comparados com as delimitações das regiões metropolitanas oficiais, de forma a produzir análises numéricas e visuais. Os resultados numéricos foram apresentados na forma de porcentagem sendo que o valor resultante significa a razão entre o número de municípios pertencentes à determinada região oficial que resultaram em HH pela técnica de ESDA e o total de municípios pertencentes àquela região.

Já para a interpretação desses resultados foi utilizado o índice de Jaccard. Paul Jaccard, em seu estudo comparativo da distribuição floral numa porção dos Alpes e do Jura (JACCARD, 1901), realizou a comparação entre as distribuições florais através da listagem das espécies, distribuição em grupos e análise dos dados comuns (interseção) dentre o total de dados dos dois grupos unidos (união). O Índice de Jaccard ficou bastante conhecido após este trabalho, sendo utilizado para a análise de similaridade entre dois conjuntos, independentemente do assunto abordado. O índice foi definido, portanto, como na Equação 5.

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (5)$$

Em que: J é o índice de Jaccard;

A e B são os dois conjuntos analisados.

O índice pode variar entre zero e um, sendo J=0 um indicativo de que não há similaridades entre os dois conjuntos; e J=1 de que existe total similaridade entre os dois conjuntos, ou seja, neste caso os dois conjuntos seriam idênticos.

Dessa forma, para o presente trabalho, a interpretação dos resultados com o índice de Jaccard foi feita para cada estado e cada simulação, utilizando os conjuntos definidos a seguir:

- Conjunto A: formado pelos municípios que resultaram em HH para a técnica aplicada;
- Conjunto B: formado pelos municípios que pertencem a regiões oficiais do estado em questão.

Para a manipulação dos dados, aplicação da técnica e análise dos resultados, foram utilizados os softwares QGIS, de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e Geoda, ferramenta para análises de dados espaciais, ambos de distribuição livre.

### 3.3 Estudo de Caso

O estudo foi realizado para todo o território nacional, contemplando a totalidade de estados e municípios brasileiros. Os dados utilizados neste estudo foram obtidos a partir de duas fontes principais: a primeira foi o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a segunda o Observatório das Metrópoles. A partir do IBGE, foram obtidas:

- Bases geográficas de cada estado brasileiro em malhas digitais (formato *shapefile*) segmentadas em municípios, ou seja, em suas menores unidades autônomas de acordo com a organização político-administrativa presente na Constituição Federal brasileira;
- População total, de cada município e de todos os estados, compreendendo população urbana e rural, a partir do Censo 2010;
- Aglomerações Urbanas, Regiões Metropolitanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento, e municípios integrantes, para o ano de 2019.

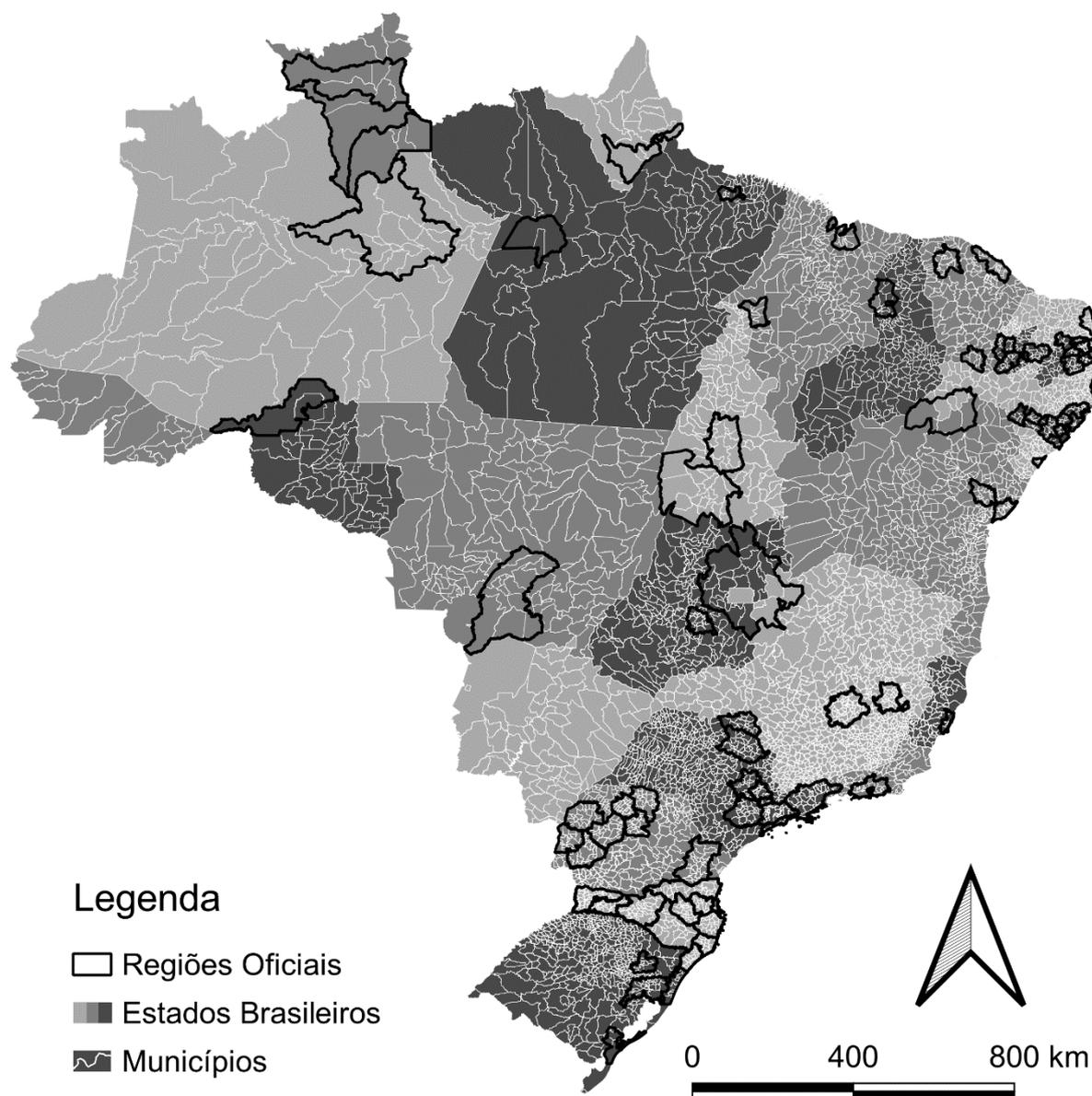
A partir do Observatório das Metrópoles (2013), obteve-se os dados de viagens pendulares (movimento diário de pessoas entre municípios distintos para fins de trabalho e/ou estudo), cujo conteúdo também advém do Censo 2010:

- Dados de saída total, referente ao total de pessoas que saem do município para trabalhar e/ou estudar por dia (aqueles que fazem os dois movimentos – para trabalho e para estudo – foram contabilizados uma única vez);
- Dados de entrada total, referente ao total de pessoas que entram no município para trabalhar e/ou estudar por dia.

De acordo com a Constituição Federal, cabe aos estados a instituição de Aglomerações Urbanas e Regiões Metropolitanas (neste estudo referidas como “regiões oficiais”), para que se possa promover organização, planejamento e execução de funções de maneira integrada. Dessa forma, a análise e processamento de dados deste estudo foram

feitas a nível estadual, ou seja, o estudo foi segmentado em estados (aqui chamados de maior unidade), de forma que o método de ESDA utilize como média global a média de todos os municípios (menor unidade) do estado em questão.

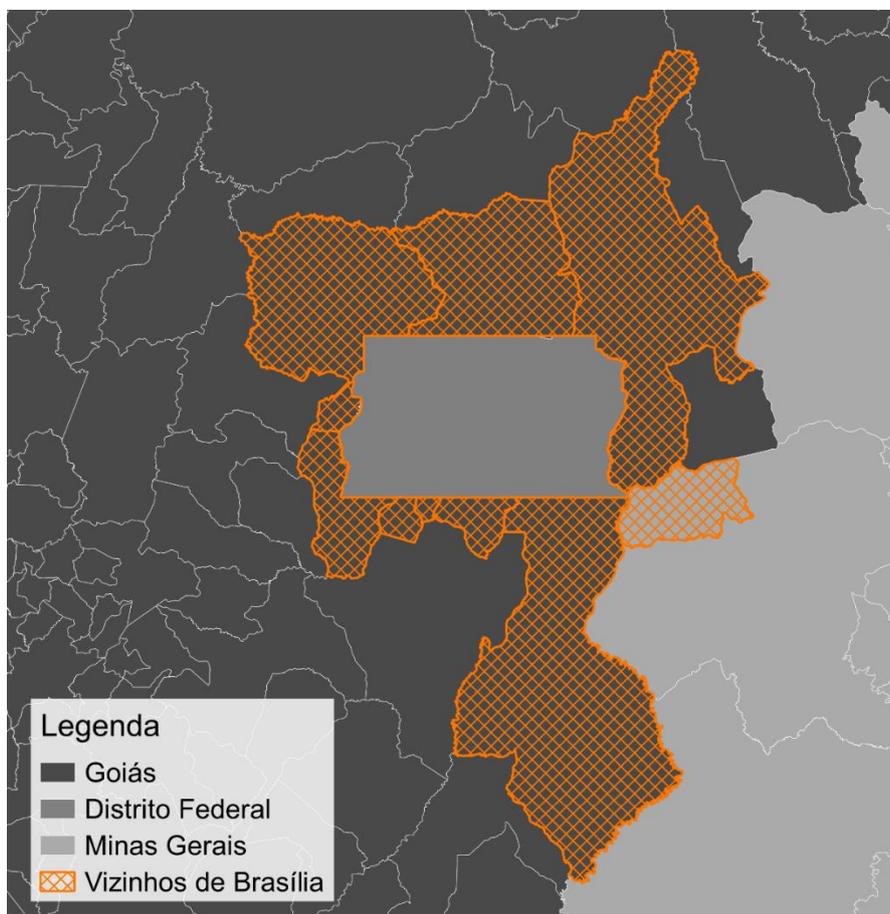
A Figura 2 mostra as malhas estaduais reunidas, com os estados diferenciados em escala de cinza, municípios delimitados em linha branca e regiões oficiais em linha preta grossa.



**Figura 2** – Malhas digitais estaduais reunidas, com delimitação de municípios e regiões oficiais

Como o método envolve matrizes de proximidade, comparando valores de um dado local (menor unidade) com seus vizinhos e com a média global da região estudada (maior

unidade), o Distrito Federal e, portanto, o município de Brasília, foi considerado como município pertencente ao estado de Goiás, por conta de sua localização, estando quase totalmente circundado por municípios goianos. Dentre seus 10 vizinhos, 9 deles fazem parte do estado de Goiás e somente um do estado de Minas Gerais, como mostra a Figura 3.



**Figura 3** – Distrito Federal e seus municípios vizinhos

Além disso, dentre as chamadas regiões oficiais, são apresentadas as RIDEs. Essas regiões são características por serem formadas por um conjunto de municípios que não pertencem a um único estado. Elas também fazem parte das chamadas regiões oficiais deste estudo e foram analisadas da mesma forma que as demais: os dados de cada município foram comparados com as médias de seus vizinhos e com a média global, todos do estado em questão, ou seja, cada RIDE foi separada em regiões oficiais distintas de acordo com os estados aos quais seus municípios pertencem. Por exemplo, a RIDE da Grande Teresina foi dividida em duas regiões oficiais, uma para o estado de Maranhão e outra para o estado de Piauí, cada uma sendo formada pelos municípios pertencentes à RIDE e que fazem parte do estado em questão, como anteriormente apresentado na Tabela 2. Somente para visualização

dos resultados, os estados que apresentam municípios pertencentes à mesma RIDE foram mostrados em conjunto, ainda que seu processamento de dados tenha sido feito separadamente.

Com o banco de dados organizado, foram obtidas as densidades populacionais de cada município, o que permitiu assim obter as variáveis utilizadas neste estudo, sendo elas:

- DP: densidade populacional;
- SAI: número de movimentos de saída;
- ENT: número de movimentos de entrada.

Foram estabelecidas, então, qual a técnica e quais as variáveis para cada tipo de análise, aqui chamadas de simulações. Primeiramente foram feitas análises univariadas para cada uma das variáveis definidas. Em seguida, aplicou-se a técnica bivariada, de forma a simular todas as possíveis combinações das três variáveis indicadas, alternando-as entre  $z_k$  e  $z_l$ , totalizando nove simulações para este estudo, conforme Tabela 3.

**Tabela 3** - Simulações, variáveis utilizadas e técnicas empregadas

<b>Simulação</b>	<b>Variável <math>z_k</math></b>	<b>Variável <math>z_l</math></b>	<b>Técnica</b>
DP x DP	Densidade populacional	Densidade populacional	Univariada
DP x SAI	Densidade populacional	Número de saídas	Bivariada
DP x ENT	Densidade populacional	Número de entradas	Bivariada
SAI x DP	Número de saídas	Densidade populacional	Bivariada
SAI x SAI	Número de saídas	Número de saídas	Univariada
SAI x ENT	Número de saídas	Número de entradas	Bivariada
ENT x DP	Número de entradas	Densidade populacional	Bivariada
ENT x SAI	Número de entradas	Número de saídas	Bivariada
ENT x ENT	Número de entradas	Número de entradas	Univariada

Nota: DP – Densidade populacional; SAI – Número de viagens de saída; ENT – Número de viagens de entrada.

Para todas as simulações e para cada estado, foram gerados primeiramente os Índices de Moran, identificando a presença de autocorrelação espacial entre os municípios. Em seguida obteve-se os gráficos de espalhamento de Moran (ou Box Maps), juntamente com seus mapas temáticos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo primeiramente apresenta os índices de Moran para todos os estados e simulações, além dos resultados da aplicação da técnica de ESDA para os estados brasileiros, realizada tanto percentualmente como em forma de mapas temáticos. Em seguida, desenvolve a interpretação desses resultados a partir do cálculo do índice de Jaccard.

### 4.1 Aplicação da Técnica de ESDA

Primeiramente, a existência de correlação espacial foi testada para as nove simulações, utilizando o Índice de Moran. A Tabela 4 apresenta o índice para cada estado em cada uma das simulações, marcando em verde os resultados maiores ou iguais a 0,60 e em cinza os negativos.

Os resultados dos Índices de Moran mostram que existe uma correlação espacial positiva entre os municípios para as variáveis selecionadas, tanto nos casos univariados como nos bivariados. Houve poucos resultados negativos, marcados em cinza, com exceção do estado de Roraima, que apresentou índices negativos para todas as simulações. Ainda assim, a porcentagem de índices acima de zero foi bastante elevada para todas as simulações, indicando a possibilidade de aplicação do método espacial para as variáveis selecionadas neste estudo.

Ademais, é possível observar que as simulações ENT x DP, ENT x SAI e ENT x ENT, com  $z_k$  representado pelos dados de viagens de entrada, apresentaram as menores porcentagens para valores maiores que zero, conforme última linha da Tabela 4, além de resultarem, na maioria dos casos, nos valores mais baixos dentre as simulações em cada estado.

**Tabela 4** – Índices de Moran para cada estado e cada simulação e porcentagem dos índices positivos para cada simulação

Estado	DP	DP	DP	SAI	SAI	SAI	ENT	ENT	ENT
	x DP	x SAI	x ENT	x DP	x SAI	x ENT	x DP	x SAI	x ENT
AC	0,029	0,074	-0,038	0,087	0,106	0,049	-0,029	0,015	-0,053
AL	0,151	0,180	0,076	0,160	0,187	0,084	0,070	0,096	0,008
AM	0,047	0,035	0,025	0,035	0,027	0,017	0,024	0,016	0,007
AP	0,122	0,073	0,092	0,040	0,009	-0,002	0,021	-0,016	-0,121
BA	0,425	0,416	0,373	0,373	0,341	0,276	0,323	0,266	0,197
CE	0,180	0,385	0,137	0,343	0,471	0,299	0,138	0,337	0,096
ES	0,501	0,666	0,375	0,531	0,539	0,464	0,434	0,642	0,298
GO e DF	0,209	0,292	0,274	0,264	0,299	0,298	0,133	0,156	0,008
MA	0,346	0,391	0,062	0,300	0,315	0,141	0,046	0,104	0,003
MG	0,430	0,510	0,280	0,569	0,607	0,433	0,213	0,304	0,090
MS	0,087	-0,004	0,082	-0,018	-0,014	0,029	-0,020	-0,010	-0,035
MT	0,202	0,182	0,168	0,170	0,142	0,179	0,200	0,220	0,061
PA	0,361	0,286	0,293	0,310	0,234	0,276	0,180	0,159	0,054
PB	0,507	0,718	0,501	0,493	0,668	0,457	0,274	0,342	0,076
PE	0,593	0,600	0,548	0,545	0,546	0,548	0,341	0,413	0,126
PI	0,117	0,090	0,036	0,099	0,136	0,076	0,017	0,040	-0,002
PR	0,332	0,439	0,237	0,450	0,528	0,343	0,168	0,261	0,069
RJ	0,508	0,616	0,350	0,497	0,567	0,282	0,231	0,268	0,054
RN	0,197	0,383	0,148	0,352	0,363	0,340	0,152	0,370	0,102
RO	0,218	0,027	-0,068	-0,002	-0,002	0,028	-0,059	-0,018	-0,063
RR	-0,135	-0,124	-0,114	-0,114	-0,101	-0,093	-0,086	-0,075	-0,073
RS	0,640	0,615	0,381	0,594	0,627	0,421	0,301	0,331	0,135
SC	0,331	0,354	0,243	0,319	0,473	0,372	0,273	0,482	0,243
SE	0,177	0,350	0,137	0,352	0,433	0,338	0,132	0,336	0,076
SP	0,584	0,773	0,646	0,524	0,678	0,570	0,225	0,266	0,163
TO	0,191	0,040	0,001	0,031	0,010	0,006	-0,014	-0,001	-0,010
<b>% &gt; 0</b>	<b>96%</b>	<b>92%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>92%</b>	<b>81%</b>	<b>81%</b>	<b>73%</b>

Nota: DP – Densidade populacional; SAI – Número de viagens de saída; ENT – Número de viagens de entrada. Células em cinza representam valores negativos; células em verde representam valores maiores ou iguais a 0,60.

Analisando agora os valores iguais ou maiores que 0,60, destacados em verde, observa-se que a maior parte deles estão nas simulações DP x SAI e SAI x SAI, com 6 e 4 estados, respectivamente.

Para cada uma das simulações, foram gerados mapas temáticos a partir da classificação segundo os quadrantes do gráfico de Moran: HH, LL, LH e HL, apresentados no Apêndice 1 – Mapas Temáticos. As RUHs obtidas por meio das técnicas de ESDA podem ser identificadas, observando-se os municípios pertencentes ao quadrante HH, que representam municípios onde seus próprios valores e as médias de seus vizinhos são mais elevadas que a média global. Estes ainda podem estar circundados por outros pertencentes ao quadrante LH, que apesar de apresentarem valores próprios baixos, são circundados por municípios com valores altos. Estes aglomerados de municípios HH, que podem estar circundados por LH, são aqueles que, de acordo com a técnica, são as regiões que apresentam uma dinâmica metropolitana, delimitando-se assim as RUHs (MANZATO; BARIA; RODRIGUES DA SILVA, 2007).

Aqueles municípios pertencentes ao quadrante HL, na maioria das vezes, encontram-se espalhados pela área analisada e isolados, pois representam municípios com valores próprios acima da média, enquanto seus vizinhos apresentam valores baixos. Normalmente compreendem municípios importantes na região em que estão localizados.

Além dos resultados em mapas temáticos, gerou-se também os resultados numéricos de acordo com as porcentagens de acerto (Tabela 5). Essas porcentagens foram determinadas de acordo com a razão entre o número de municípios pertencentes à determinada região metropolitana oficial que resultaram em HH pela técnica de ESDA e o total de municípios pertencentes àquela região. Essa razão foi feita para todas as regiões metropolitanas oficiais brasileiras, e para cada simulação.

Resultados com percentuais altos indicam semelhanças entre os limites das regiões metropolitanas oficiais e seus municípios com os resultados da análise espacial baseada na densidade populacional e/ou pendularidade das viagens. Aqueles com percentuais baixos e até nulos podem indicar que as regiões metropolitanas oficiais foram definidas de acordo com interesses e/ou padrões que fogem da distribuição populacional e dos movimentos pendulares.





<b>Estado</b>	<b>Região Oficial</b>	<b>DP x DP</b>	<b>DP x SAI</b>	<b>DP x ENT</b>	<b>SAI x DP</b>	<b>SAI x SAI</b>	<b>SAI x ENT</b>	<b>ENT x DP</b>	<b>ENT x SAI</b>	<b>ENT x ENT</b>
PR	RM de Apucarana	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
PR	RM de Toledo	0%	0%	6%	0%	0%	6%	0%	0%	6%
RJ	RM do Rio de Janeiro	55%	55%	50%	64%	64%	55%	36%	36%	36%
RN	RM de Natal	73%	67%	60%	67%	60%	60%	53%	53%	53%
RO	RM de Porto Velho	0%	50%	0%	0%	100%	50%	0%	50%	0%
RR	RM da Capital	0%	0%	0%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
RR	RM do Sul do Estado	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
RR	RM de Central	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
RS	RM de Porto Alegre	68%	74%	71%	68%	76%	74%	65%	74%	71%
RS	AU do Litoral Norte	20%	15%	15%	20%	10%	10%	15%	5%	5%
RS	RM da Serra Gaúcha	31%	46%	23%	38%	54%	31%	15%	31%	15%
RS	AU do Sul	0%	0%	0%	0%	40%	40%	0%	20%	20%
SC	RM de Tubarão	33%	33%	17%	28%	28%	17%	11%	11%	6%
SC	RM do Norte/Nordeste Catarinense	23%	27%	23%	27%	38%	31%	19%	19%	19%
SC	RM da Foz do Rio Itajaí	100%	100%	78%	89%	89%	78%	67%	67%	67%
SC	RM do Extremo Oeste	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SC	RM do Alto Vale do Itajaí	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SC	RM do Vale do Itajaí	44%	50%	44%	50%	56%	50%	31%	38%	31%
SC	RM de Florianópolis	32%	32%	27%	32%	32%	32%	23%	23%	23%
SC	RM Carbonífera	32%	32%	32%	32%	32%	32%	24%	24%	24%
SC	RM de Lages	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SC	RM do Contestado	0%	0%	2%	0%	0%	2%	0%	0%	2%
SC	RM de Chapecó	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
SE	RM de Aracaju	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	75%	75%
SP	RM do Vale do Paraíba e Litoral Norte	0%	8%	5%	0%	13%	11%	0%	5%	3%
SP	RM de São Paulo	82%	82%	82%	85%	85%	85%	69%	69%	69%

<b>Estado</b>	<b>Região Oficial</b>	<b>DP x DP</b>	<b>DP x SAI</b>	<b>DP x ENT</b>	<b>SAI x DP</b>	<b>SAI x SAI</b>	<b>SAI x ENT</b>	<b>ENT x DP</b>	<b>ENT x SAI</b>	<b>ENT x ENT</b>
SP	RM de Ribeirão Preto	0%	6%	6%	0%	6%	6%	0%	3%	3%
SP	RM de Sorocaba	15%	19%	15%	22%	26%	22%	7%	11%	7%
SP	AU de Piracicaba-AU- Piracicaba	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
SP	RM de Campinas	75%	75%	70%	70%	70%	65%	60%	60%	60%
SP	AU de Franca	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SP	RM da Baixada Santista	67%	67%	67%	67%	67%	67%	56%	56%	56%
SP	AU de Jundiá	57%	57%	43%	57%	57%	43%	71%	71%	57%
TO	RM de Gurupi	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	6%
TO	RM de Palmas	13%	31%	31%	19%	31%	31%	13%	25%	25%

Nota: RM – Região Metropolitana; AU – Aglomeração Urbana; RIDE – Região Integrada de Desenvolvimento.  
 DP – Densidade populacional; SAI – Número de viagens de saída; ENT – Número de viagens de entrada.

A Tabela 5 apresenta os resultados numéricos de acertos para cada simulação e cada região oficial. Aplicou-se um filtro de cores para a porcentagem de acertos. De acordo com estes resultados, pôde-se visualizar um número expressivo de regiões metropolitanas oficiais que apresentou acerto de 0%, o que significa que, nestes casos, nenhum município pertencente à região metropolitana em questão resultou no quadrante HH para a técnica de ESDA, o que sugeriria uma fraca dinâmica metropolitana entre os municípios.

Como exemplo, são apresentados aqui os resultados completos para o estado de Ceará. O estado possui ao todo 184 municípios e 3 regiões oficiais, sendo a primeira a Região Metropolitana de Sobral (com 18 municípios), a segunda a Região Metropolitana de Fortaleza (formada por 19 municípios) e a terceira a Região Metropolitana de Cariri (9 municípios). Na Tabela 6, são apresentados os resultados para o Índice de Moran do estado e a porcentagem de acertos para cada simulação.

**Tabela 6** – Resultados para Índice de Moran e porcentagem de acertos para o estado do Ceará

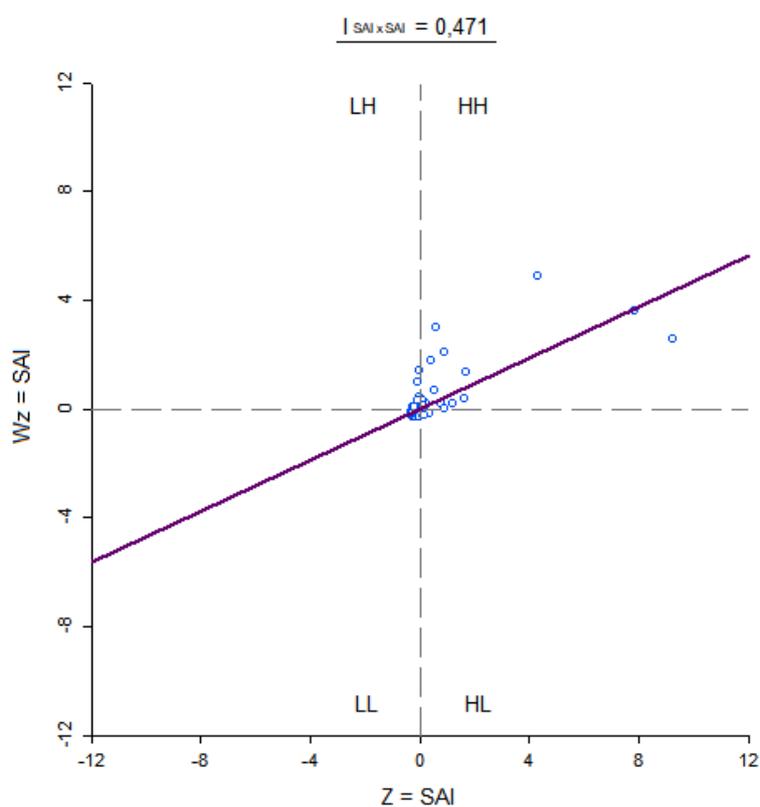
	DP x DP	DP x SAI	DP x ENT	SAI x DP	SAI x SAI	SAI x ENT	ENT x DP	ENT x SAI	ENT x ENT
Índice de Moran	0,180	0,385	0,137	0,343	0,471	0,299	0,138	0,337	0,096
RM de Sobral	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0%	0%	6%
RM de Fortaleza	58%	58%	53%	58%	58%	53%	42%	47%	37%
RM do Cariri	0%	11%	11%	33%	44%	44%	22%	33%	33%

Nota: RM – Região Metropolitana; DP – Densidade populacional; SAI – Número de viagens de saída; ENT – Número de viagens de entrada.

Observa-se que, neste caso, o valor máximo do Índice de Moran ocorreu na simulação SAI x SAI, enquanto o mínimo na ENT x ENT. Na Figura 4, apresenta-se o gráfico de Moran do estado do Ceará para a simulação SAI x SAI. Neste, os valores para Z e  $W_z$  para a variável de saída estão espalhados sobre os quatro quadrantes de Moran, HH, HL, LH e LL, enquanto a inclinação da reta indica o índice resultante. Dessa forma, quanto mais inclinada na direção vertical, maior o valor resultante para o índice de Moran.

Ainda a partir das Tabelas 5 e 6, para a região de Sobral, observa-se uma porcentagem extremamente baixa de acertos, variando entre 0% e 11%. Para a região de Fortaleza, ocorreram acertos em torno de 50%. Para a região de Cariri, os acertos variaram entre 0 e 44%. Dentre as três regiões do estado do Ceará, portanto, a região de Fortaleza apresentou maiores coincidências entre as manchas de municípios HH e a delimitação da região oficial, enquanto a região de Sobral apresentou baixas coincidências.

Este resultado também pode ser observado a partir dos mapas temáticos (Figura 5). A Região Metropolitana de Fortaleza foi identificada nas nove simulações, mesmo que não em sua totalidade, pois nenhuma apresentou 100% de coincidência.

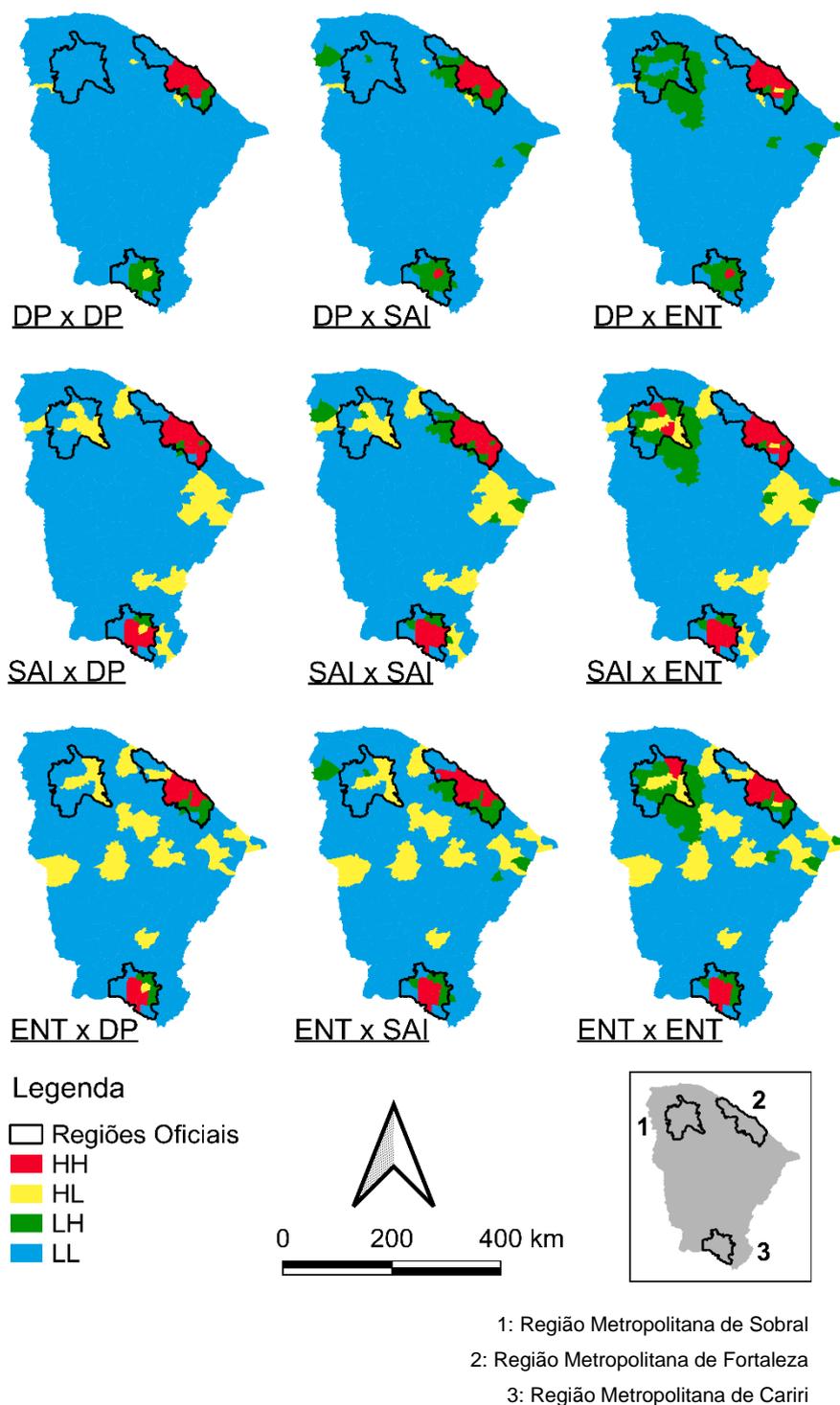


**Figura 4** – Gráfico de espalhamento de Moran para a simulação SAI x SAI no estado Ceará

A Região Metropolitana de Cariri, no entanto, não apresentou nenhum município HH na simulação DP x DP, apesar de apresentar pelo menos um município pertencente ao quadrante HH em todas as outras 8 simulações. Neste caso, observa-se também que os piores resultados ocorreram nas simulações onde a variável  $z_k$  foi representada pela densidade populacional.

Finalmente, a Região Metropolitana de Sobral apresentou grande pluralidade de resultados. Apesar de apresentar baixíssimas porcentagens de acerto em todas as simulações,

é possível observar que a região parece representar um polo regional, considerando que somente a simulação DP x DP resultou em todos os municípios da região pertencendo ao quadrante LL. No restante das simulações, foram observados agrupamentos de municípios HL isolados, alguns LH e até mesmo HH, mas sem uma delimitação clara.



**Figura 5** – Resultados das simulações para o estado Ceará e contorno das Regiões Oficiais

## 4.2 Interpretação dos Resultados pelo Índice de Jaccard

Para que os resultados da técnica possam ser bem interpretados, de forma que sejam comparados com a situação metropolitana atual, foi aplicado o índice de Jaccard para cada estado e cada simulação, de forma a produzir um valor numérico que indique a similaridade entre os municípios resultantes em HH pela técnica de ESDA e aqueles que estão inseridos em regiões oficiais.

As Tabelas 7, 8 e 9 apresentam os índices de Jaccard (J) para cada estado em cada simulação, além dos dados utilizados para seu cálculo, sendo: conjunto A formado pelos municípios resultantes em HH pela técnica de ESDA; conjunto B formado pelos municípios que estão inseridos em regiões oficiais; interseção dos conjuntos A e B; e a união dos conjuntos A e B. Aplicou-se o mesmo filtro de cores utilizado para as porcentagens de acertos.

O único estado que apresentou  $J=1$  foi Sergipe, e ocorreu somente na simulação DP x ENT. Isso significa que os municípios que resultaram em HH na técnica de ESDA, nesta simulação, são exatamente os mesmos que pertencem a regiões oficiais neste estado, resultando em total similaridade.

Por outro lado, o índice resultou em  $J=0$  em todas as simulações para o Acre e Mato Grosso do Sul, o que já era esperado, pois não existem regiões oficiais nesses estados, o que faz com que o conjunto B seja vazio, anulando a interseção e, portanto, o próprio índice.

Além destes, também apresentaram  $J=0$  o estado de Rondônia nas simulações DP x DP, DP x ENT, SAI x DP, ENT x DP e ENT x ENT; e Roraima em DP x DP, DP x SAI e DP x ENT.

**Tabela 7** – Índice de Jaccard para as simulações DP x DP, DP x SAI, DP x ENT

Estado	DP x DP					DP x SAI					DP x ENT				
	A	B	$\Omega$	U	J	A	B	$\Omega$	U	J	A	B	$\Omega$	U	J
AC	4	0	0	4	<b>0,00</b>	6	0	0	6	<b>0,00</b>	3	0	0	3	<b>0,00</b>
AL	16	84	15	85	<b>0,18</b>	17	84	15	86	<b>0,17</b>	13	84	12	85	<b>0,14</b>
AM	6	13	5	14	<b>0,36</b>	5	13	5	13	<b>0,38</b>	4	13	3	14	<b>0,21</b>
AP	2	3	2	3	<b>0,67</b>	2	3	2	3	<b>0,67</b>	1	3	1	3	<b>0,33</b>
BA	43	33	18	58	<b>0,31</b>	39	33	18	54	<b>0,33</b>	33	33	15	51	<b>0,29</b>
CE	11	46	11	46	<b>0,24</b>	12	46	12	46	<b>0,26</b>	11	46	11	46	<b>0,24</b>
ES	6	7	6	7	<b>0,86</b>	6	7	6	7	<b>0,86</b>	6	7	6	7	<b>0,86</b>
GO e DF	15	51	15	51	<b>0,29</b>	15	51	15	51	<b>0,29</b>	14	51	14	51	<b>0,27</b>
MA	15	22	7	30	<b>0,23</b>	10	22	8	24	<b>0,33</b>	12	22	7	27	<b>0,26</b>
MG	66	82	30	118	<b>0,25</b>	55	82	32	105	<b>0,30</b>	57	82	31	108	<b>0,29</b>
MS	13	0	0	13	<b>0,00</b>	8	0	0	8	<b>0,00</b>	7	0	0	7	<b>0,00</b>
MT	9	13	3	19	<b>0,16</b>	9	13	3	19	<b>0,16</b>	8	13	3	18	<b>0,17</b>
PA	7	9	6	10	<b>0,60</b>	7	9	6	10	<b>0,60</b>	7	9	6	10	<b>0,60</b>
PB	27	159	26	160	<b>0,16</b>	28	159	24	163	<b>0,15</b>	19	159	19	159	<b>0,12</b>
PE	13	19	12	20	<b>0,60</b>	14	19	13	20	<b>0,65</b>	13	19	12	20	<b>0,60</b>
PI	39	13	7	45	<b>0,16</b>	30	13	7	36	<b>0,19</b>	19	13	6	26	<b>0,23</b>
PR	30	194	26	198	<b>0,13</b>	30	194	27	197	<b>0,14</b>	26	194	24	196	<b>0,12</b>
RJ	12	22	12	22	<b>0,55</b>	12	22	12	22	<b>0,55</b>	11	22	11	22	<b>0,50</b>
RN	15	15	11	19	<b>0,58</b>	13	15	10	18	<b>0,56</b>	9	15	9	15	<b>0,60</b>
RO	15	2	0	17	<b>0,00</b>	13	2	1	14	<b>0,07</b>	7	2	0	9	<b>0,00</b>
RR	0	11	0	11	<b>0,00</b>	0	11	0	11	<b>0,00</b>	0	11	0	11	<b>0,00</b>
RS	42	72	31	83	<b>0,37</b>	44	72	34	82	<b>0,41</b>	37	72	30	79	<b>0,38</b>
SC	43	293	43	293	<b>0,15</b>	45	293	45	293	<b>0,15</b>	39	293	39	293	<b>0,13</b>
SE	6	4	4	6	<b>0,67</b>	5	4	4	5	<b>0,80</b>	4	4	4	4	<b>1,00</b>
SP	63	216	62	217	<b>0,29</b>	69	216	68	217	<b>0,31</b>	65	216	64	217	<b>0,29</b>
TO	21	34	2	53	<b>0,04</b>	23	34	5	52	<b>0,10</b>	15	34	5	44	<b>0,11</b>

Nota: DP – Densidade populacional; SAI – Número de viagens de saída; ENT – Número de viagens de entrada. A – Conjunto formado pelos municípios resultantes em HH pela técnica de ESDA; B – conjunto formado pelos municípios que estão inseridos em regiões oficiais;  $\Omega$  – interseção dos conjuntos A e B; U – união dos conjuntos A e B; J – índice de Jaccard.

**Tabela 8** – Índice de Jaccard para as simulações SAI x DP, SAI x SAI e SAI x ENT

Estado	SAI x DP					SAI x SAI					SAI x ENT				
	A	B	$\Omega$	U	J	A	B	$\Omega$	U	J	A	B	$\Omega$	U	J
AC	3	0	0	3	0,00	5	0	0	5	0,00	4	0	0	4	0,00
AL	16	84	14	86	0,16	18	84	15	87	0,17	13	84	11	86	0,13
AM	4	13	4	13	0,31	4	13	4	13	0,31	5	13	3	15	0,20
AP	2	3	2	3	0,67	2	3	2	3	0,67	1	3	1	3	0,33
BA	29	33	17	45	0,38	44	33	19	58	0,33	33	33	15	51	0,29
CE	14	46	14	46	0,30	15	46	15	46	0,33	16	46	16	46	0,35
ES	6	7	6	7	0,86	6	7	6	7	0,86	6	7	6	7	0,86
GO e DF	16	51	16	51	0,31	16	51	16	51	0,31	14	51	14	51	0,27
MA	11	22	7	26	0,27	10	22	8	24	0,33	12	22	7	27	0,26
MG	58	82	30	110	0,27	55	82	33	104	0,32	52	82	32	102	0,31
MS	10	0	0	10	0,00	10	0	0	10	0,00	12	0	0	12	0,00
MT	11	13	3	21	0,14	11	13	3	21	0,14	12	13	3	22	0,14
PA	6	9	5	10	0,50	6	9	5	10	0,50	8	9	5	12	0,42
PB	22	159	22	159	0,14	28	159	24	163	0,15	23	159	23	159	0,14
PE	11	19	10	20	0,50	13	19	10	22	0,45	13	19	10	22	0,45
PI	29	13	6	36	0,17	31	13	7	37	0,19	21	13	5	29	0,17
PR	32	194	30	196	0,15	34	194	31	197	0,16	31	194	29	196	0,15
RJ	14	22	14	22	0,64	14	22	14	22	0,64	13	22	12	23	0,52
RN	11	15	10	16	0,63	9	15	9	15	0,60	10	15	9	16	0,56
RO	10	2	0	12	0,00	11	2	2	11	0,18	8	2	1	9	0,11
RR	1	11	1	11	0,09	1	11	1	11	0,09	1	11	1	11	0,09
RS	40	72	32	80	0,40	47	72	37	82	0,45	41	72	33	80	0,41
SC	43	293	42	294	0,14	47	293	47	293	0,16	42	293	42	293	0,14
SE	6	4	4	6	0,67	6	4	4	6	0,67	5	4	4	5	0,80
SP	65	216	64	217	0,29	73	216	72	217	0,33	70	216	68	218	0,31
TO	16	34	3	47	0,06	14	34	5	43	0,12	14	34	6	42	0,14

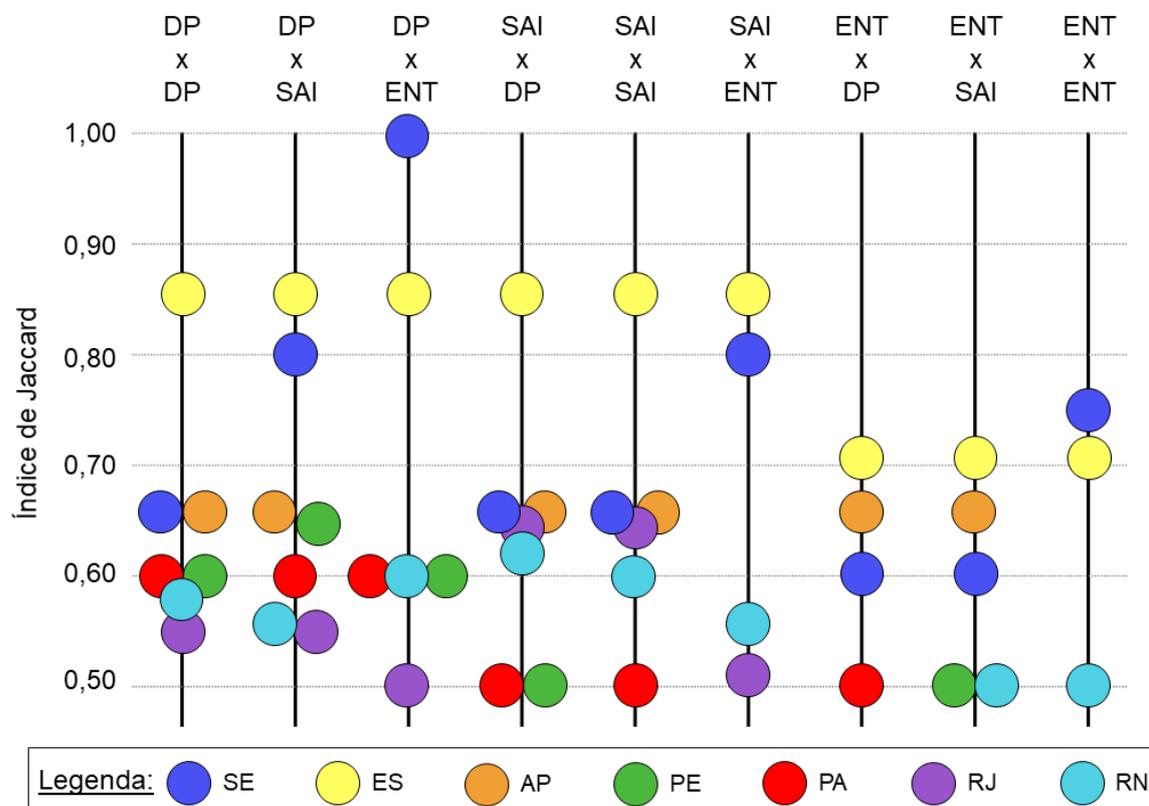
Nota: DP – Densidade populacional; SAI – Número de viagens de saída; ENT – Número de viagens de entrada. A – Conjunto formado pelos municípios resultantes em HH pela técnica de ESDA; B – conjunto formado pelos municípios que estão inseridos em regiões oficiais;  $\Omega$  – interseção dos conjuntos A e B; U – união dos conjuntos A e B; J – índice de Jaccard.

**Tabela 9** – Índice de Jaccard para as simulações ENT x DP, ENT x SAI e ENT x ENT

Estado	ENT x DP					ENT x SAI					ENT x ENT				
	A	B	$\Omega$	U	J	A	B	$\Omega$	U	J	A	B	$\Omega$	U	J
AC	1	0	0	1	0,00	2	0	0	2	0,00	1	0	0	1	0,00
AL	7	84	7	84	0,08	8	84	8	84	0,10	5	84	5	84	0,06
AM	3	13	3	13	0,23	3	13	3	13	0,23	3	13	2	14	0,14
AP	2	3	2	3	0,67	2	3	2	3	0,67	1	3	1	3	0,33
BA	20	33	13	40	0,33	25	33	14	44	0,32	21	33	12	42	0,29
CE	10	46	10	46	0,22	12	46	12	46	0,26	11	46	11	46	0,24
ES	5	7	5	7	0,71	5	7	5	7	0,71	5	7	5	7	0,71
GO e DF	7	51	7	51	0,14	7	51	7	51	0,14	5	51	5	51	0,10
MA	7	22	5	24	0,21	7	22	6	23	0,26	7	22	5	24	0,21
MG	38	82	24	96	0,25	36	82	25	93	0,27	32	82	24	90	0,27
MS	6	0	0	6	0,00	6	0	0	6	0,00	6	0	0	6	0,00
MT	5	13	2	16	0,13	9	13	2	20	0,10	7	13	2	18	0,11
PA	6	9	5	10	0,50	7	9	5	11	0,45	7	9	5	11	0,45
PB	12	159	12	159	0,08	15	159	14	160	0,09	10	159	10	159	0,06
PE	8	19	8	19	0,42	11	19	10	20	0,50	10	19	9	20	0,45
PI	15	13	4	24	0,17	13	13	4	22	0,18	8	13	3	18	0,17
PR	21	194	20	195	0,10	23	194	21	196	0,11	22	194	21	195	0,11
RJ	8	22	8	22	0,36	8	22	8	22	0,36	8	22	8	22	0,36
RN	11	15	8	18	0,44	9	15	8	16	0,50	9	15	8	16	0,50
RO	5	2	0	7	0,00	5	2	1	6	0,17	2	2	0	4	0,00
RR	1	11	1	11	0,09	1	11	1	11	0,09	1	11	1	11	0,09
RS	30	72	27	75	0,36	36	72	31	77	0,40	31	72	28	75	0,37
SC	29	293	29	293	0,10	30	293	30	293	0,10	30	293	30	293	0,10
SE	4	4	3	5	0,60	4	4	3	5	0,60	3	4	3	4	0,75
SP	53	216	52	217	0,24	57	216	56	217	0,26	53	216	53	216	0,25
TO	7	34	2	39	0,05	8	34	4	38	0,11	8	34	5	37	0,14

Nota: DP – Densidade populacional; SAI – Número de viagens de saída; ENT – Número de viagens de entrada. A – Conjunto formado pelos municípios resultantes em HH pela técnica de ESDA; B – conjunto formado pelos municípios que estão inseridos em regiões oficiais;  $\Omega$  – interseção dos conjuntos A e B; U – união dos conjuntos A e B; J – índice de Jaccard.

Para resumir os resultados do índice de Jaccard, os valores dos estados foram organizados em régua para cada simulação, mostrando todos aqueles que obtiveram índices maiores ou iguais a 0,50 (Figura 6).



**Figura 6** – Régua das nove simulações com os estados que resultaram em índices de Jaccard acima de 0,50

Para a análise da Figura 6, é importante observar, não só a localização dos estados ao longo de cada régua, mas também quais aquelas que apresentam mais estados acumulados. Por exemplo, quando se analisa somente valores maiores ou iguais a 0,90 para o índice de Jaccard, a simulação que se destaca é a DP x ENT, pois é a única que apresenta um estado que obedece ao critério aplicado, ou seja, o estado de Sergipe. Já para valores maiores ou iguais a 0,80, destacam-se as simulações DP x SAI, DP x ENT e SAI x ENT, que apresentam dois estados que obedecem ao critério aplicado, enquanto as demais simulações apresentam um ou nenhum estado.

Dessa forma, é possível apontar que as simulações que parecem fornecer melhores resultados são aquelas com os dados de densidade populacional como variável  $z_k$  (avaliada nos locais observados) e dados de viagens - entrada ou saída - como variável  $z_l$  (avaliada em locais adjacentes), ou seja, as simulações DP x SAI e DP x ENT. Em contrapartida, as

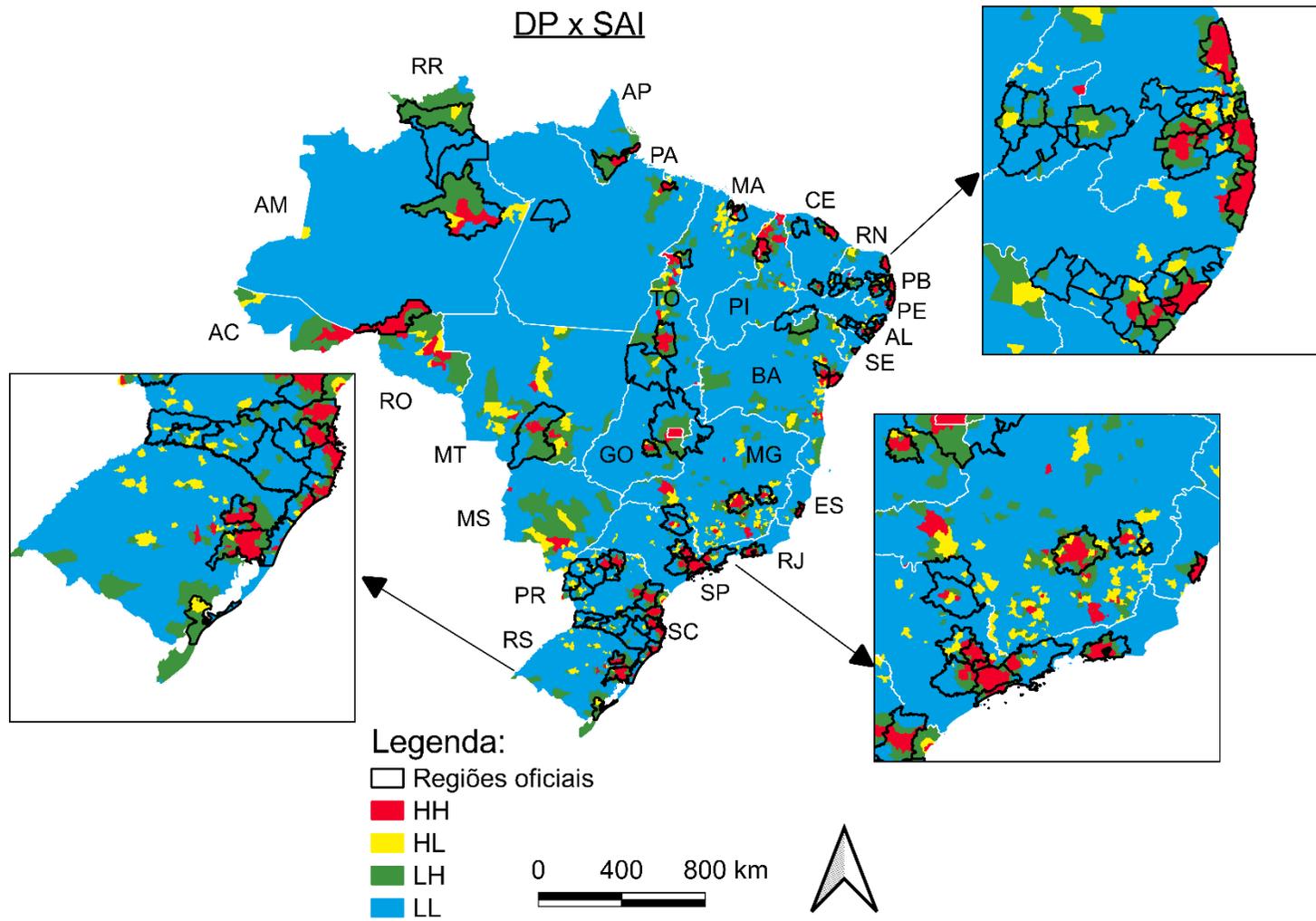
simulações que parecem fornecer resultados menos satisfatórios são aquelas com os dados de entrada como variável  $z_k$ , ou seja, ENT x DP, ENT x SAI e ENT x ENT.

É importante apontar que, para identificar as simulações que puderam melhor representar a dinâmica metropolitana existente, levou-se em consideração principalmente os resultados iguais ou maiores que 0,60, 0,70 e 0,80. Isto porque estados que atingiram os critérios “ $\geq 0,90$ ” e/ou “ $= 1,00$ ” representam um grupo muito restrito, ou seja, ambos os critérios se mostraram muito limitantes. Em contrapartida, a partir do critério “ $\geq 0,50$ ”, os conjuntos de estados começam a apresentar grande variabilidade, ou seja, parecem ser muito abrangentes. Dessa forma, utilizando-se dos critérios “ $\geq 0,60$ ”, “ $\geq 0,70$ ” e “ $\geq 0,80$ ” para o índice de Jaccard, fica claro o destaque para as simulações com primeira variável sendo a densidade populacional e segunda variável os dados de viagens.

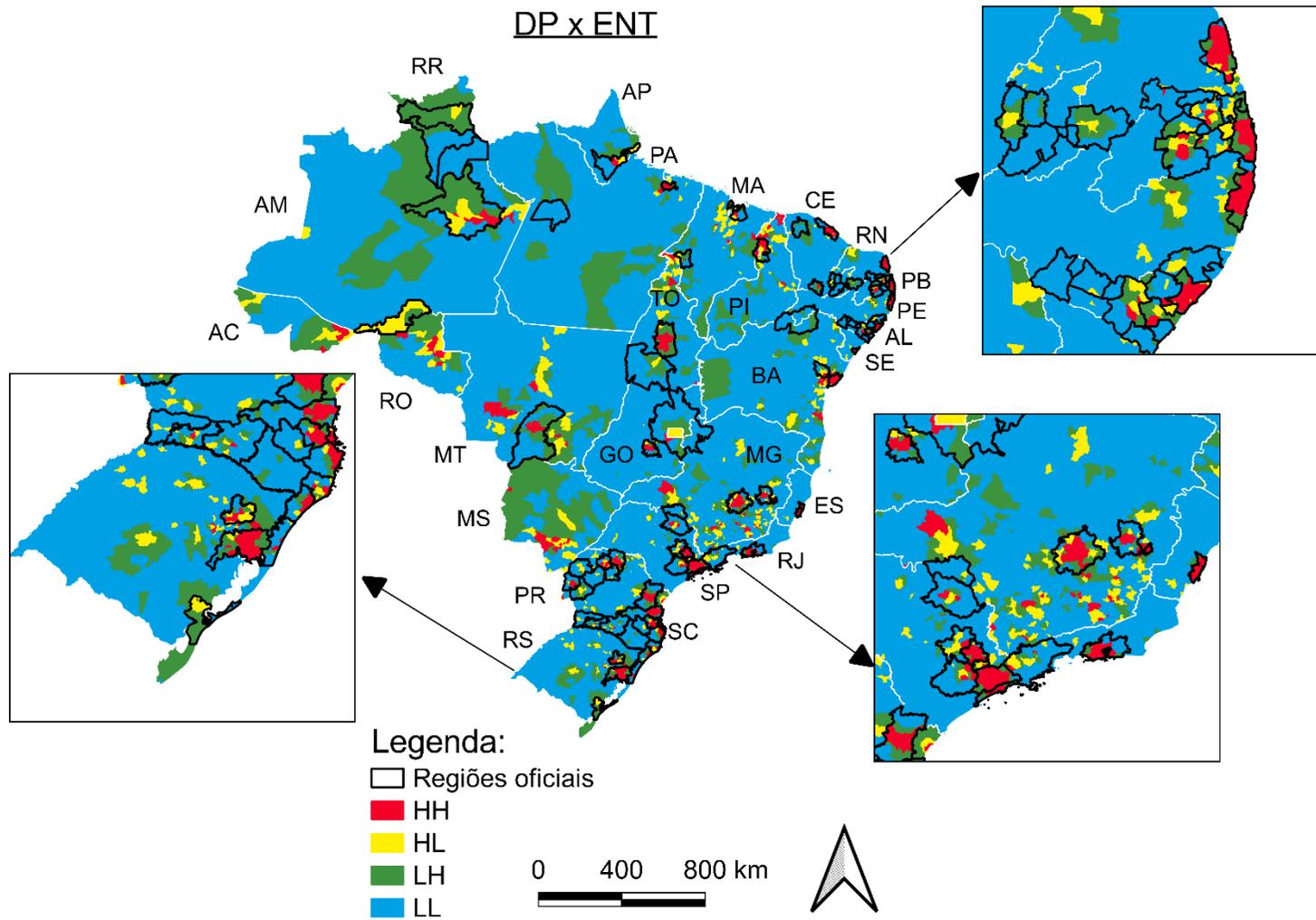
Assim, as Figuras 7 e 8 mostram os resultados da aplicação da técnica de ESDA para todo o território brasileiro nas simulações DP x SAI e DP x ENT, respectivamente.

As Figuras 9 e 10, referentes às simulações DP x SAI e DP x ENT respectivamente, apresentam a classificação da técnica de ESDA e as regiões oficiais dos cinco estados que resultaram em índice de Jaccard maior ou igual a 0,60.

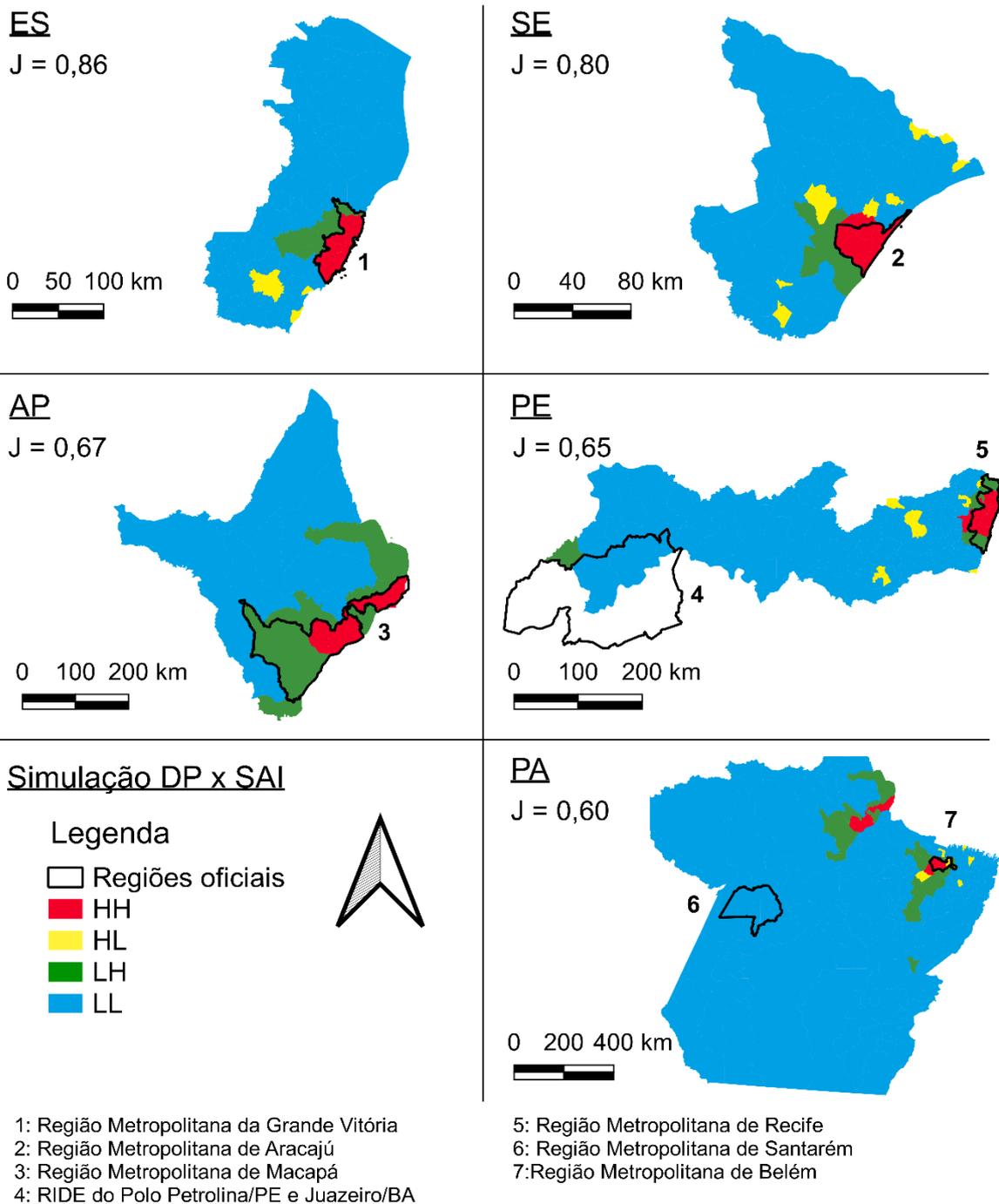
Observa-se nos mapas temáticos que, quanto maior o resultado do índice de Jaccard, maior é a semelhança entre as delimitações das regiões oficiais e as manchas em vermelho, resultantes do aglomerado de municípios HH. Ainda assim, mesmo com resultados iguais ou maiores que 0,60 para o índice de Jaccard, ainda podem ser apontadas regiões em que a instalação de níveis metropolitanos de gestão não parece se justificar, como a Região Metropolitana de Santarém, no Pará, que em ambas as simulações aparece completamente formada por municípios que resultaram no quadrante LL, o que sugere uma baixa dinâmica metropolitana intermunicipal.



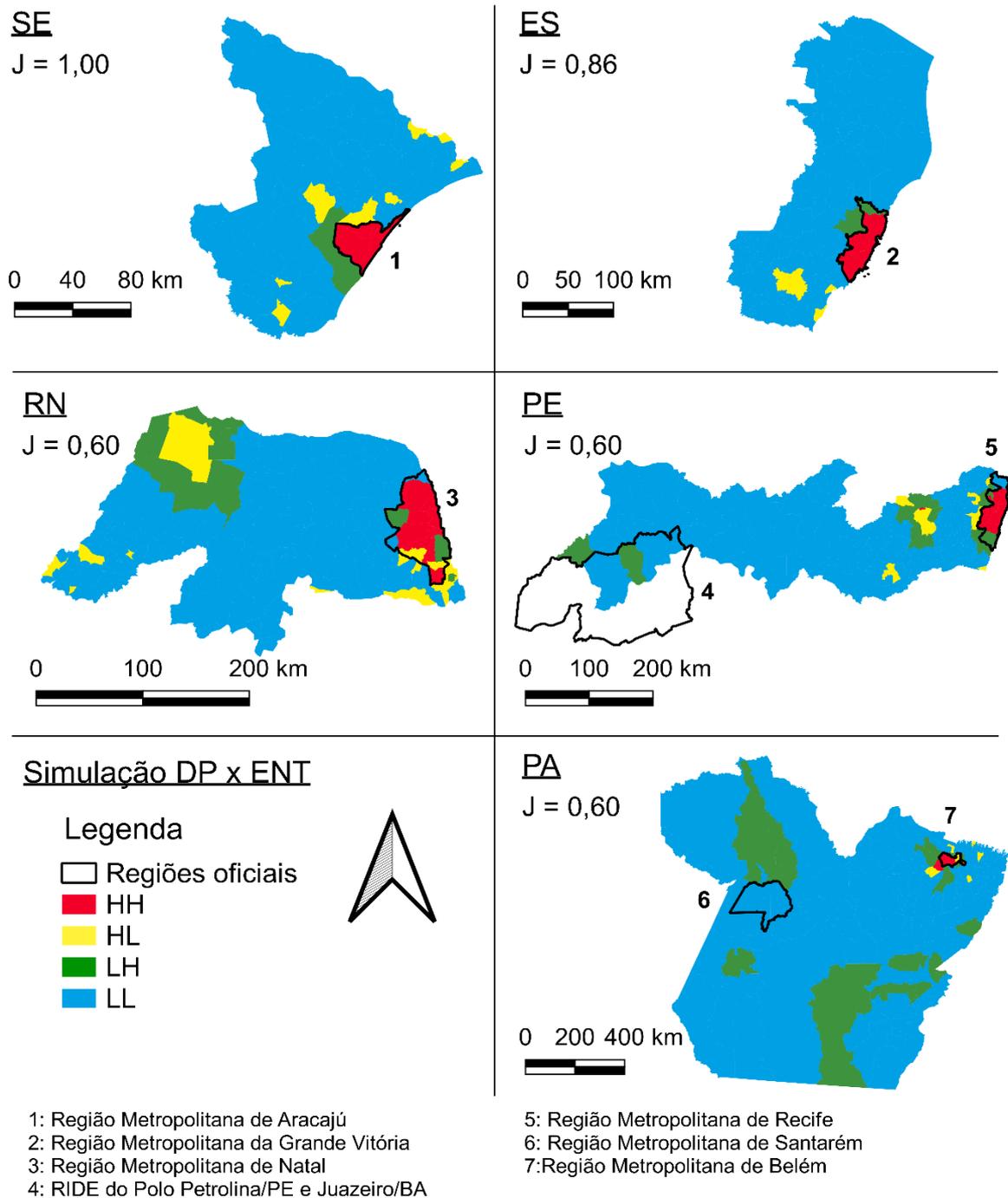
**Figura 7** – Resultados da aplicação da técnica de ESDA para o Brasil na simulação DP x SAI



**Figura 8** – Resultados da aplicação da técnica de ESDA para o Brasil na simulação DP x ENT



**Figura 9** – Os cinco estados com índice de Jaccard  $\geq 0,60$  na simulação DP x SAI



**Figura 10** – Os cinco estados com índice de Jaccard  $\geq 0,60$  na simulação DP x ENT

## 5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi a identificação e delimitação de Regiões Urbanas Homogêneas no Brasil a partir da análise da distribuição populacional e dos movimentos pendulares, utilizando ferramentas de análise espacial. Foi motivado principalmente pela dificuldade da definição de RUHs, que muitas vezes são delimitados baseando-se em diferentes interesses políticos, administrativos e/ou econômicos, sem um critério objetivo e específico ou um padrão entre os estados.

Foi aplicada a técnica de ESDA para todos os estados brasileiros individualmente, testando as diferentes combinações entre as variáveis de densidade populacional, número de saídas do município e número de entradas no município, resultando em nove simulações no total, sendo três univariadas e seis bivariadas.

Observa-se que, a partir de técnicas de análise exploratória de dados espaciais (ESDA), as regiões que apresentam dinâmica metropolitana são obtidas a partir de agrupamentos de municípios classificados como HH, e que podem estar circundados por municípios LH. Aqueles classificados como HL estão usualmente dispersos na área total considerada, mas também podem situar-se próximo de municípios HH e LH.

Dentre as nove simulações aqui apresentadas, de maneira geral, aquelas que resultaram em maiores similaridades com os municípios que estão inseridos em regiões oficiais foram DP x SAI e DP x ENT, ou seja, que utilizam a densidade populacional como primeira variável e os dados de viagens pendulares como segunda variável, com técnica bivariada. Entretanto, analisando-se cada estado separadamente, é possível identificar que, para alguns deles, houve outras simulações que melhor se adequaram.

Apesar de muitos estados apresentarem resultados baixos para o índice de Jaccard, observou-se que foi possível identificar regiões com dinâmica metropolitana a partir do método analisado, mesmo que não havendo total coincidência. A técnica de ESDA mostrou

um bom desempenho na definição das RUHs quando utilizado o parâmetro de densidade populacional e fluxos de entrada e saída dos municípios. Isso ocorre porque essa técnica trabalha com variáveis selecionadas, fazendo relações entre os resultados de cada município, dos seus vizinhos e também da região total analisada e utilizada como base para o método.

O estudo mostrou que a definição de RUHs utilizando a análise espacial a partir da densidade populacional e da pendularidade é bastante válida e efetiva, principalmente por se basear em referências quantitativas, o que leva a uma definição mais objetiva e que poderia ser padronizada.

Sendo assim, a heterogeneidade dos resultados sugere que cada estado seguiu seus próprios critérios para a definição de regiões oficiais, os quais em sua maioria, parece diferir do método e variáveis aqui utilizadas. Os resultados deste estudo mostram a divergência entre estados de um mesmo país quando da instalação de níveis metropolitanos de gestão, o que pode dificultar o planejamento e gestão quando se pensa a nível nacional.

Em vista disso, parece interessante explorar mais intensamente a singularidade de cada estado, tanto dos seus processos e métodos, como de suas características. Um exemplo disso é a região Norte, que apresenta um transporte fluvial intenso, mas que não é considerado principalmente pela dificuldade de se alcançar esses dados.

Também parece relevante analisar, não somente aqueles municípios resultantes em HH, mas estes em conjunto com os LH adjacentes, que de acordo com a técnica podem, em conjunto, formar as RUHs. Nesse sentido, seria possível aplicar o índice de Jaccard para esses aglomerados, analisando a similaridade, não só a nível estadual, mas para cada região oficial.

Além disso, sugere-se aplicar uma análise com indicadores de associação espacial locais, a exemplo do LISA (*Local Indicators of Spacial Association*). Considerando a heterogeneidade dos resultados aqui apresentados, tais indicadores permitiriam identificar quais aqueles mais significativos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L. L.; MANZATO, G. G. Análise exploratória de dados de viagens pendulares visando a definição de Regiões Urbanas Homogêneas. *Transportes*, v. 25, n. 3, p. 1-11, 2017.

AGUIAR, L. L.; MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Combining travel and population data through a bivariate spatial analysis to define Functional Urban Regions. *Journal of Transport Geography*, Elsevier, v. 82, 2020.

AGUIAR, L. L.; MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Patterns of commuting flows for delimitating Functional Urban Regions in the state of São Paulo, Brazil. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management - CUPUM*, Adelaide, Australia, 2017.

AJAUSKAS, R.; MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. The Definition of Functional Urban Regions: Validation of a Set of Spatial Models with Recent Census Data and Analysis of an Additional Model Specification. *Proceedings of CAMUSS*, the International Symposium on Cellular Automata Modeling for Urban Spatial Systems, Porto, Portugal, p. 91-104, 2012.

ANSELIN, L. Exploratory spatial data analysis in a geocomputational environment. In: Longley, P.A.; Brooks, S.M.; McDonnell, R.; Macmillan, W. (eds.), *Geocomputation: A Primer*. Wiley and Sons, New York, p. 77–94, 1998.

ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, p. 93-115, 1995.

ANSELIN, L.; SYABRI, I.; SMIRNOV, O. Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked windows. In Anselin, L. and Rey, S., editors, *New Tools for Spatial Data Analysis: Proceedings of the Specialist Meeting*. Center for Spatially Integrated Social Science (CSISS), University of California, Santa Barbara, 2002.

BEREITSCHAFT, B.; DEBBAGE, K. Regional variations in urban fragmentation among U.S. Metropolitan and Megapolitan Areas. *Applied Spatial Analysis and Policy*, v. 7, n. 2, p. 119–147, 2014.

BODE, E. Delineating metropolitan areas using land prices. *Journal of Regional Science*, v. 48, n. 1, p. 131-163, 2008.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, Brasil, 1988.

BRASIL. Lei Nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. *Institui o Estatuto da Metrôpole*, Brasília, Brasil, 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm). Acesso: 04/02/2020.

BREITUNG, W. Borders and the City: Intra-Urban Boundaries in Guangzhou (China). *Quaestiones Geographicae*, v. 30, n. 4, p. 55–67, 2011.

CANO, W. Questão regional e urbanização no desenvolvimento econômico brasileiro pós 1930. *Anais do VI Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, p. 67-99, 1988.

CASTELLO BRANCO, M. L. G.; PEREIRA, R. H. M.; NADALIN, V. G. Rediscutindo a Delimitação das Regiões Metropolitanas no Brasil: Um Exercício a Partir dos Critérios da Década de 1970. *Texto para discussão TD 1860*, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Rio de Janeiro, 2013.

CHESHIRE, P. C.; HAY, D. G. Urban problems in Western Europe: an economic analysis. *Unwin Hyman*, London, 1989.

COHEN, B. Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability. *Technology in Society*, v. 28, n. 1–2, p. 63-80, 2006.

COMBES, P. P.; OVERMAN, H. G. The spatial distribution of economic activities in the European Union. In: J. V. Henderson e J. F. Thisse (eds.) *Handbook of Urban and Regional Economics: Cities and Geography*. North Holland, Amsterdam, v. 4, p. 2845-2909, 2004.

COOMBES, M. Multiple dimensions of settlement systems: coping with complexity. In: Champion, T., Hugo, G. (Eds.), *New Forms of Urbanization: Beyond the Urban–Rural Dichotomy*. Ashgate, Aldershot, UK, p. 307–324, 2004.

CUNHA, J. M. P.; MIGLIORANZA, E. Valinhos: um novo padrão de cidade-dormitório? *Novas Metrôpoles Paulistas - População, vulnerabilidade e segregação*. NEPO/UNICAMP. v. 1, p. 539-560, 2006.

CUNHA, J. M. P.; STOCO, S.; DOTA, E. O fenômeno da mobilidade pendular na Macrometrôpole do Estado de São Paulo: uma visão a partir das quatro Regiões Metropolitanas oficiais. *Projeto mobilidade pendular na Macrometrôpole* NEPO/UNICAMP – EMPLASA, 2013.

DIAS, R. S., MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. A capacidade de infraestrutura rodoviária e sua relação com o processo de metropolização. *Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Curitiba, Brasil, 2014.

DURANTON, G. Human capital externalities in cities: identification and policy issues. In: R. J. Arnott e D. P. McMillen (eds.) *A companion to urban economics*. Blackwell, Oxford, p. 24-39, 2006.

- DURANTON, G.; PUGA, D. Micro-foundations of agglomeration economies. In: J. V. Henderson e J. F. Thisse (eds.) *Handbook of Urban and Regional Economics: Cities and Geography*. North Holland, Amsterdam, v. 4, p. 2063-2117, 2004.
- GALVÃO, M. V.; FAISSOL, S.; DE LIMA, O. M. B.; DE ALMEIDA, E. M. J. M. Áreas de pesquisa para determinação de áreas metropolitanas: estudo e aplicação de critérios para identificação e delimitação de áreas de pesquisa, sobre as quais deverá ser feito um levantamento estatístico especial no Censo de 1970, para fins de determinação das áreas metropolitanas do País. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 31, n. 4, p. 53-127, 1969.
- HOLANDA, S. B. Raízes do Brasil. 26 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- HENDERSON, V. Urbanization in Developing Countries. *The World Bank Research Observer*, v. 17, n. 1, p. 89-112, 2002.
- HORŇÁK, M.; KRAFT, S. Functional Transport Regions in Slovakia defined by Passenger-car Traffic Flows. *Mitteilungen der Osterreichischen Geographischen Gesellschaft*, v. 157, n. 1, p. 109-128, 2015.
- HUANG, X.; LU, Q.; ZHANG, L. A Multi-index Learning Approach for Classification of High-Resolution Remotely Sensed Images over Urban Areas. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 90, p. 36-48, 2014.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Arranjos populacionais e concentrações urbanas no Brasil*. 2<sup>a</sup> ed., Rio de Janeiro, 2016.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Brasileiro de 2010*. Rio de Janeiro, 2012.
- JACCARD, P. Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, v. 37, p. 547-579, 1901.
- KAUFFMANN, A. Delineation of city regions based on commuting interrelations: The example of large cities in Germany. *IWH-Diskussionspapiere*, v.4, 2012.
- KLAPKA, P.; HALÁS, M. Conceptualising patterns of spatial flows: Five decades of advances in the definition and use of functional regions. *Moravian Geographical Reports*, v. 24, n. 2, p. 2-11, 2016.
- KLAPKA, P.; HALÁS, M.; ERLEBACH, M.; TONEV, P.; BEDNÁŘ, M. A multistage agglomerative approach for defining functional regions of the Czech Republic: The use of 2001 commuting data. *Moravian Geographical Reports*, v. 22, n. 4, p. 2-13, 2014.
- KONJAR, M.; LISEC, A.; DROBNE, S. Methods for delineation of functional regions using data on commuters. *Proceedings of the 13<sup>th</sup> AGILE International Conference on Geographic Information Science*. Guimarães, Portugal, 2010.
- KOURTIT, K.; NIJKAMP, P.; PARTRIDGE, M. D. Challenges of the New Urban World. *Applied Spatial Analysis and Policy*, v. 8, n. 3, p. 199-215, 2015.

KRAFT, S.; HALÁS, M.; VANČURA, M. The delimitation of urban hinterlands based on transport flows: A case study of regional capitals in the Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, 22, 1, p. 24–32, 2014.

KRAFT, S.; MARADA, M. Delimitation of functional transport regions: understanding the transport flows patterns at the micro-regional level. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, v. 99, n. 1, p. 79-93, 2017.

MANLEY, E. Identifying functional urban regions within traffic flow. *Regional Studies, Regional Science*, v. 1, n. 1, p. 40-42, 2014.

MANZATO, G. G.; BARIA, I.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. (2007) A GIS-based comparison of methodologies for the definition of metropolitan areas in a developing country. *Proceedings of 10<sup>th</sup> International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, Foz do Iguaçu, Brasil, 2007.

MANZATO, G. G.; DIAS, R. S.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Capacity of Roadway Infrastructure and its Relation with Functional Urban Regions. *Proceedings of 14<sup>th</sup> International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, Cambridge MA, USA, 2015.

MANZATO, G. G. Regiões Urbanas Homogêneas e Oferta de Transportes. *Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo*, São Carlos, Brasil, 2007.

MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Incorporando um indicador de oferta de infraestrutura de transportes na definição de regiões metropolitanas. *Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Brasília, Brasil, v. 1. p. 341-352, 2006.

MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Spatial-temporal combination of variables for monitoring changes in metropolitan areas. *Applied Spatial Analysis and Policy*, v. 3, n. 1, p. 25-44, 2010.

MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Uma estrutura conceitual para a definição de regiões urbanas homogêneas. *Anais do XXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Rio de Janeiro, Brasil, 2007.

MANZATO, G. G.; SOARES, A. J.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Aglomerações urbanas e oferta de transportes no estado de São Paulo, Brasil. *Anais do 2º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado Sustentável*, Braga, Portugal, 2006.

MATIOLLI, J. A. C.; OLIVEIRA JUNIOR, M. A.; MANZATO, G. G. Modelagem espacial para a definição de Regiões Urbanas Homogêneas incorporando recentes dados demográficos e de oferta de infraestrutura rodoviária. *Anais do XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

MOURA, R.; CARVALHO, I. Estatuto da MetrÓpole: onde está a região metropolitana? *Observatório das MetrÓpoles*, 2012. Disponível em: [http://observatoriodasmetrolopes.net/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=455%3A](http://observatoriodasmetrolopes.net/index.php?option=com_k2&view=item&id=455%3A)

estatuto-da-metr%C3%B3pole-onde-est%C3%A1-a-regi%C3%A3o-metropolitana%3F&Itemid=165&lang=pt. Acesso: 15/04/2014.

NIEMEYER, J.; ROTTENSTEINER, F.; SOERGEL, U. Contextual Classification of Lidar Data and Building Object Detection in Urban Areas. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 87, p. 152-165, 2014.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. *Banco de dados de movimento pendular - Municípios Brasileiros*, 2013. Disponível em: [http://www.observatoriodasmetropoles.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=152&Itemid=155&lang=pt](http://www.observatoriodasmetropoles.net/index.php?option=com_content&view=article&id=152&Itemid=155&lang=pt). Acesso: 14/01/2014.

OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET. Alternative approaches to defining metropolitan and non-metropolitan areas. *Federal Register*, v. 63, n. 244, 1998.

OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET. 2010 Standards for Delineating Metropolitan and Micropolitan Statistical Areas; Notice. *Federal Register*, v. 75, n. 123, 2010.

OLIVEIRA JUNIOR, M.A.; MATIOLLI, J.A.C.; MANZATO, G.G. Incorporating recent census and transportation supply data into cellular automata-based models for the delimitation of Functional Urban Regions. *Proceedings of 96<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board (TRB)*. Washington D.C., USA, 2017.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). *OECD Regions at a Glance 2016*. OECD Publishing, Paris, 2016.

PEREIRA, H. T. S.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Comparing spatial analysis methods for the definition of Functional Urban Regions - The case of Bahia, Brazil. *10<sup>th</sup> International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, Eindhoven, The Netherlands, 2010.

RAMOS, R. A. R.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. A data-driven approach for the definition of metropolitan regions. *Anais eletrônicos do VIII International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management - CUPUM*, Sendai, Japan, 2003.

RAMOS, R. A. R.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. A spatial analysis approach for the definition of metropolitan regions - the case of Portugal. *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 34, n. 1, p. 171-185, 2007.

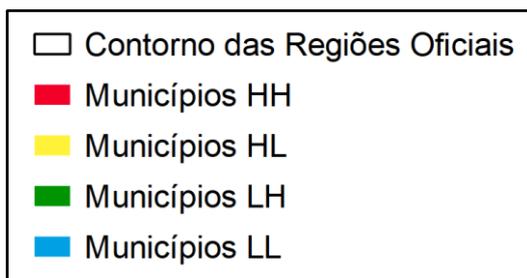
RAMOS, R. A. R.; RODRIGUES DA SILVA, A. N.; MIRANDA, V. P. A comparison of two methods for the definition of regional metropolitan areas through an application in the north of Portugal. *Anais eletrônicos do 44<sup>th</sup> European Congress of the European Regional Science Association*, Porto, Portugal, 2004.

RODRIGUES DA SILVA, A. N.; MANZATO, G. G.; PEREIRA, H. T. S. Defining Functional Urban Regions in Bahia, Brazil, using roadway coverage and population density variables. *Journal of Transport Geography*, v. 36, p. 79-88, 2014.

- ROSENTHAL, S. S.; STRANGE, W. C. Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. In: J. V. Henderson e J. F. Thisse (eds.) *Handbook of Urban and Regional Economics: Cities and Geography*. North Holland, Amsterdam, v. 4, p. 2119-2171, 2004.
- SAHOO, S. N.; PEKKAT, S. Determination of urbanization based on imperviousness. *Urban Design and Planning*, v. 167, n. DP2, p. 49-57, 2014.
- SANTOS, M. *Metrópole corporativa e fragmentada: O caso de São Paulo*. São Paulo, Nobel, 1990.
- SANTOS, S. P.; MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Estratégias para a determinação da densidade populacional visando a definição de regiões urbanas homogêneas por meio de técnicas de análise espacial. *Anais do 6º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, Lisboa, Portugal, 2014.
- SOARES, E.; FIGUEIREDO, R.; VALA, F. Defining Labour Market Areas and its relevance from a statistical perspective: The Portuguese case. *Statistical Journal of the IAOS*, v. 33, n. 3, p. 615-625, 2017.
- ULLMAN, E. *Geography as spatial interaction*. Washington, University of Washington Press, 1980.
- UNITED NATIONS. *Population fund, state of world population 2007*, New York: UN, 2007.
- UNITED NATIONS. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. *Department of Economic and Social Affairs, Population Division*, New York, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>.
- VAN DER LAAN, L.; SCHALKE, R. Reality versus Policy: The Delineation and Testing of Local Labour Market and Spatial Policy Areas. *European Planning Studies*, v. 9, n. 2, p. 201-221, 2001.
- WEBER, C. Urban agglomeration delimitation using remote sensing data. In: J. P. Donnay, M. J. Barnsley e P. A. Longley (eds.) *Remote sensing and urban analysis*, Taylor & Francis, London, p. 145-159, 2001.
- WILLIAMS, A. M.; FOORD, J.; MOONEY, J. Human mobility in functional urban regions: understanding the diversity of mobilities. *International Review of Sociology*, v. 22, n. 2, p. 191-209, 2012.

## 7 APÊNDICE 1 - MAPAS TEMÁTICOS

Este Apêndice contém os resultados dos mapas temáticos criados a partir da técnica de ESDA, para as nove simulações realizadas, e das Regiões Oficiais, para cada estado. No caso dos estados que apresentam municípios pertencentes a RIDEs, estes foram apresentados em conjunto para uma boa visualização, apesar da análise ter sido feita separadamente por estado. Os mapas temáticos foram construídos de acordo com a legenda apresentada na Figura 11.



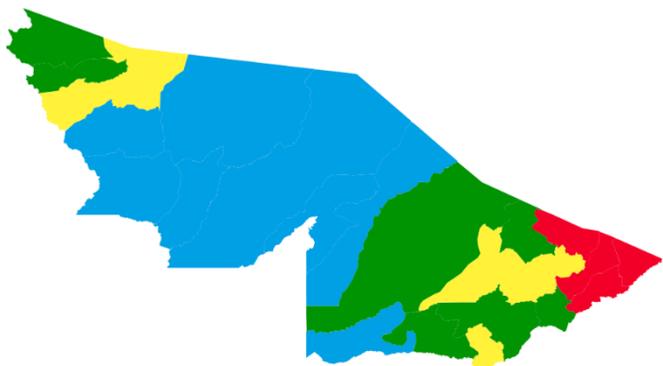
**Figura 11** – Legenda para os mapas temáticos

Os municípios estão classificados em HH, HL, LH e LL, sendo:

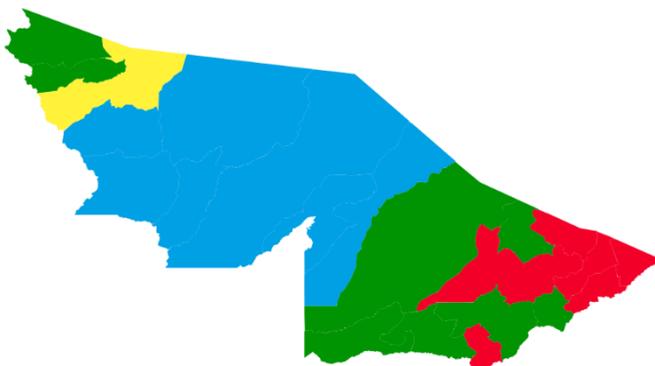
- HH: municípios em que a variável do objeto e a média dos objetos adjacentes são mais altas do que a média global;
- HL: municípios em que a variável do objeto é mais alta do que a média global, enquanto a média dos objetos adjacentes é mais baixa do que a média global;
- LH: municípios em que a variável do objeto é mais baixa do que a média global, enquanto a média dos objetos adjacentes é mais alta do que a média global;
- LL: municípios em que a variável do objeto e a média dos objetos adjacentes são mais baixas do que a média global.

## ACRE

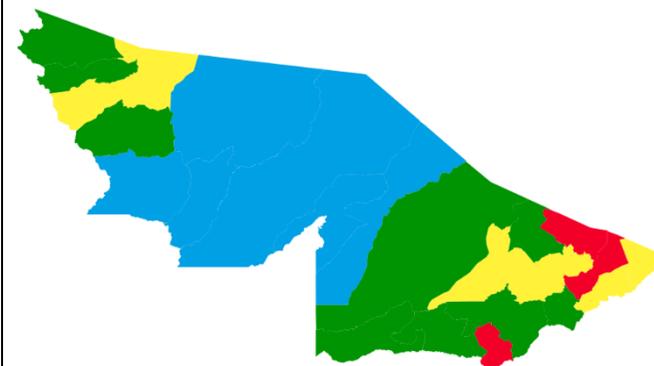
DP x DP



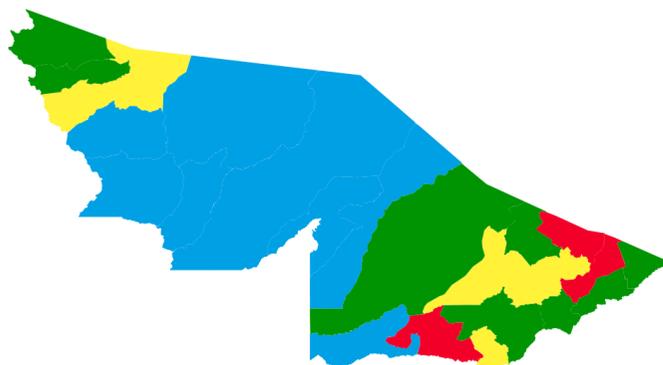
DP x SAI



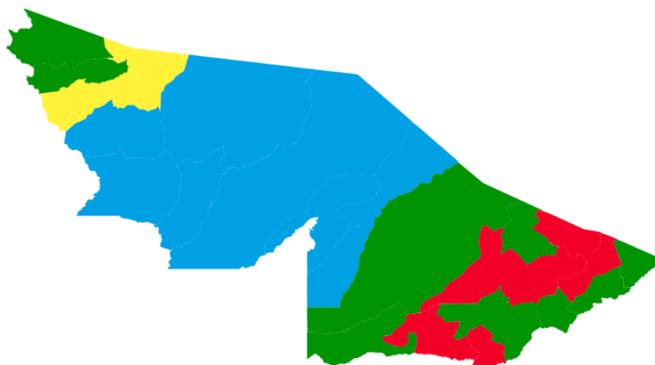
DP x ENT



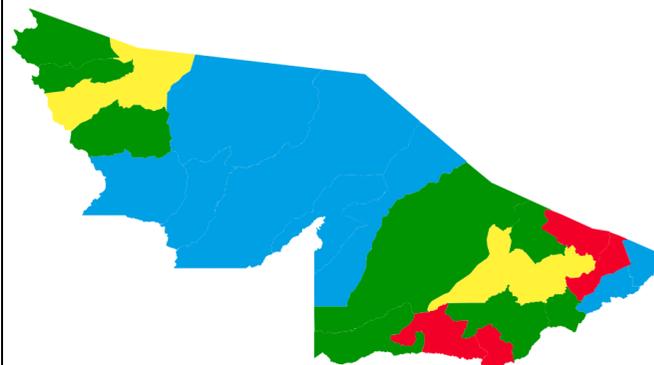
SAI x DP



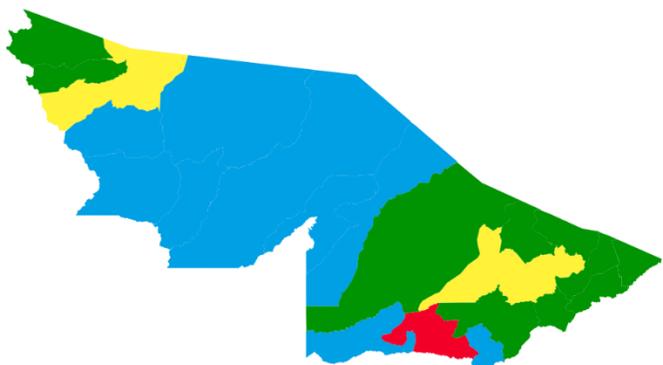
SAI x SAI



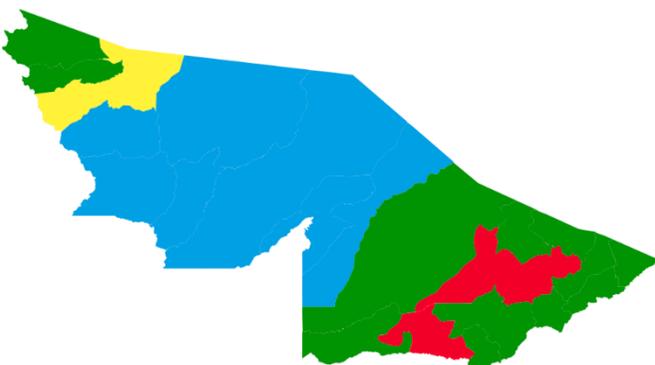
SAI x ENT



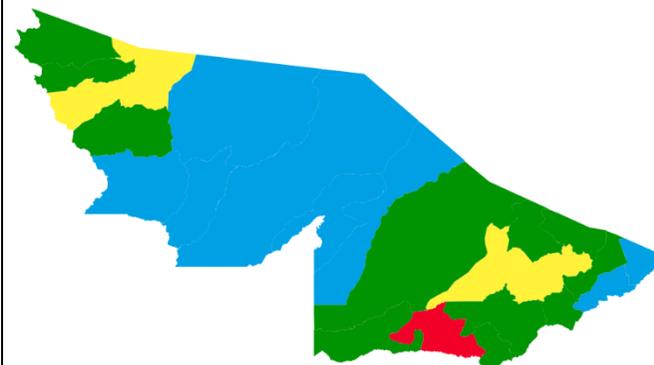
ENT x DP



ENT x SAI

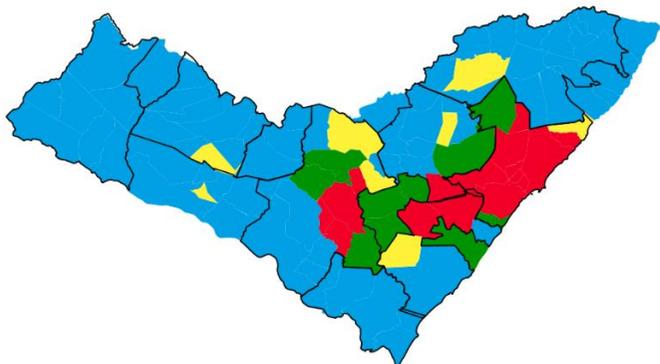


ENT x ENT

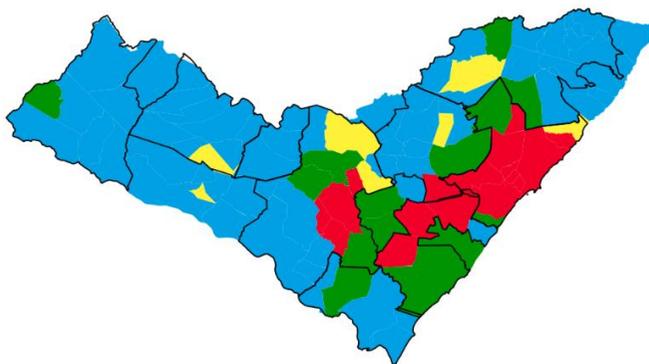


## ALAGOAS

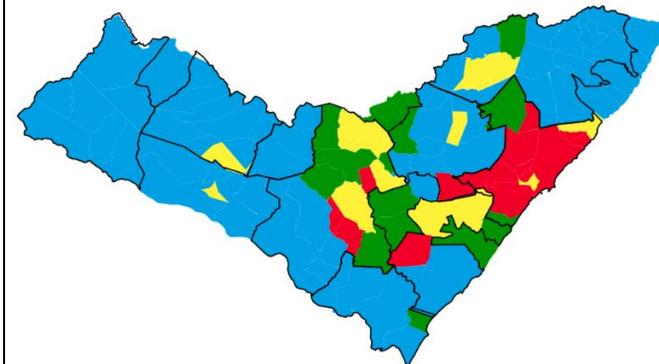
DP x DP



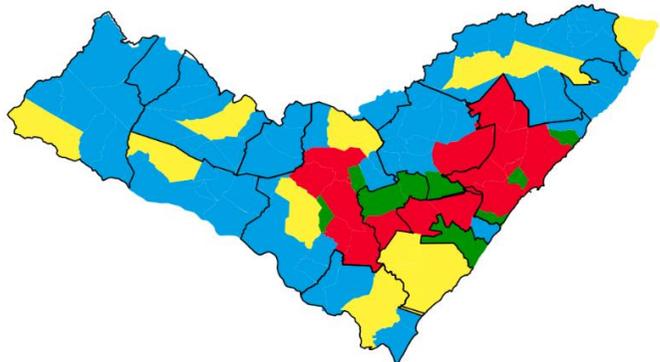
DP x SAI



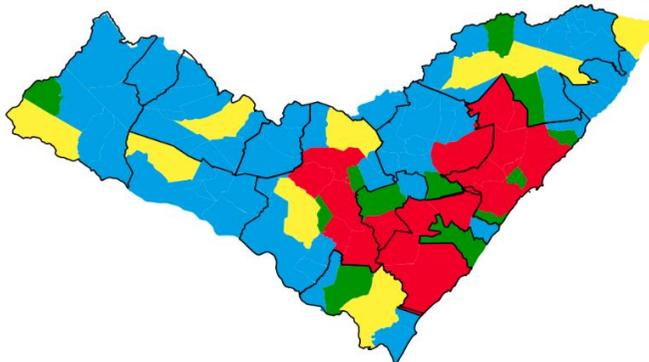
DP x ENT



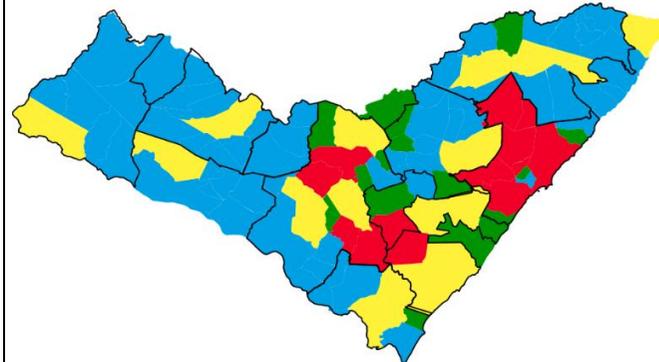
SAI x DP



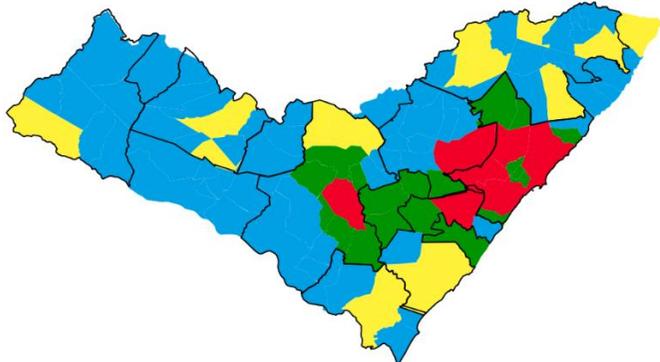
SAI x SAI



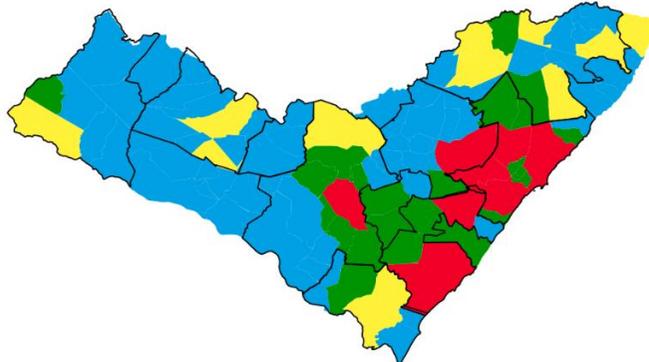
SAI x ENT



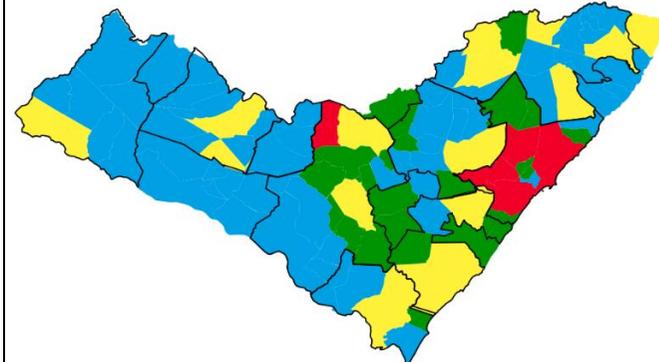
ENT x DP



ENT x SAI

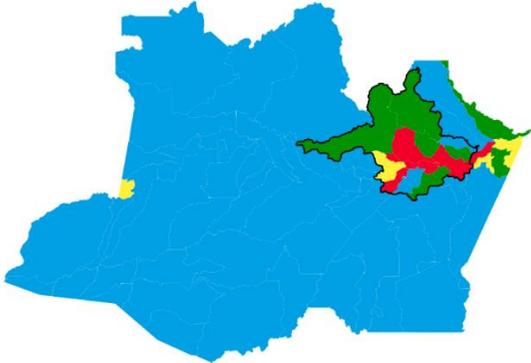


ENT x ENT

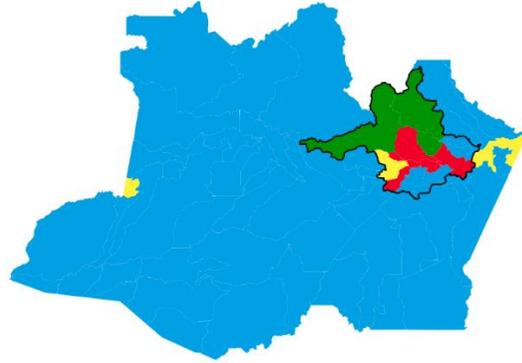


## AMAZONAS

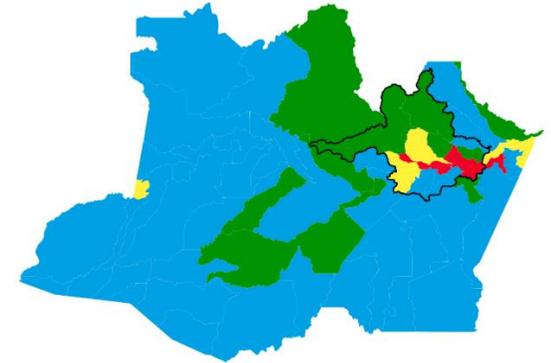
DP x DP



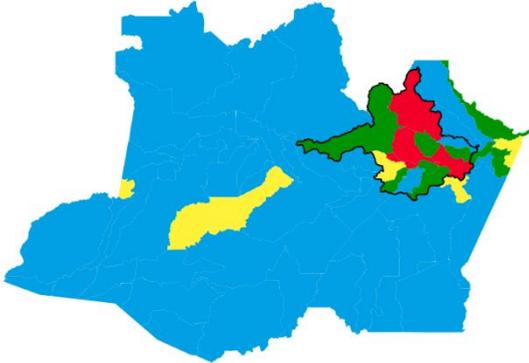
DP x SAI



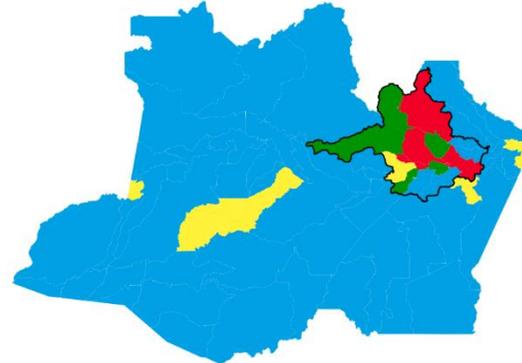
DP x ENT



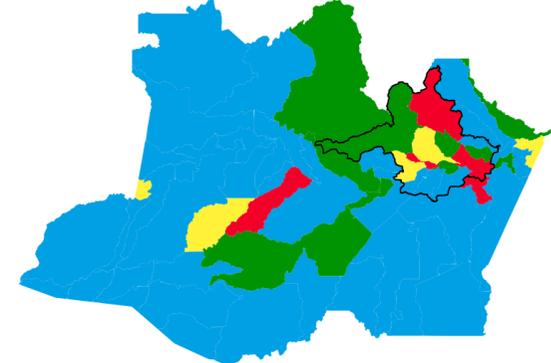
SAI x DP



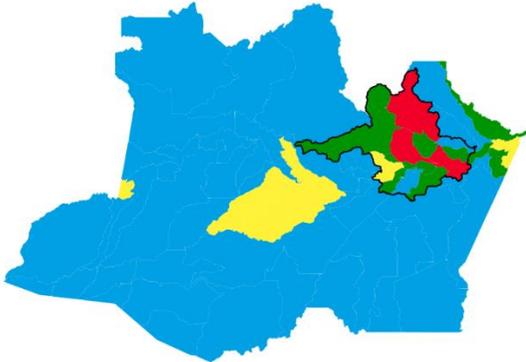
SAI x SAI



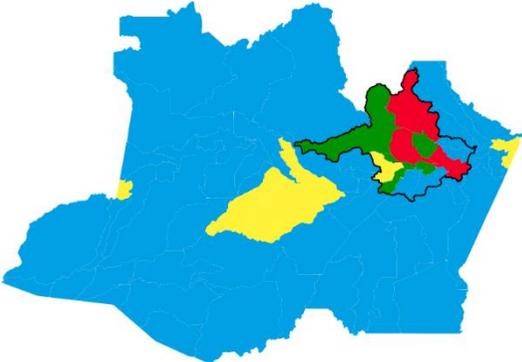
SAI x ENT



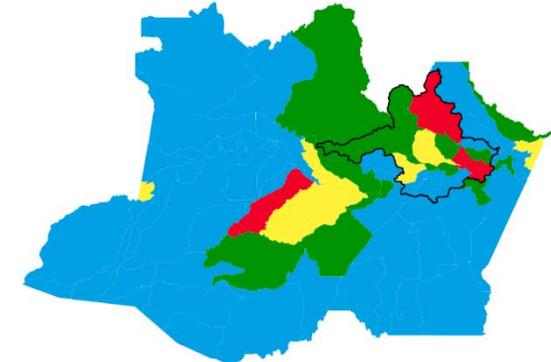
ENT x DP



ENT x SAI

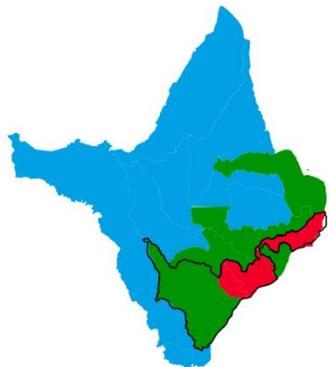


ENT x ENT



## AMAPÁ

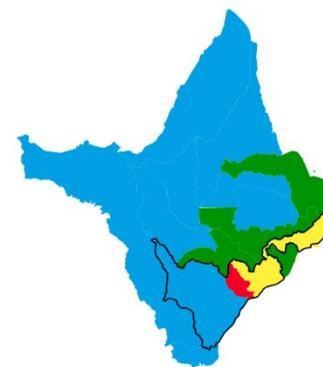
DP x DP



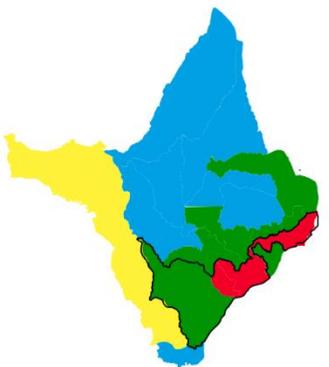
DP x SAI



DP x ENT



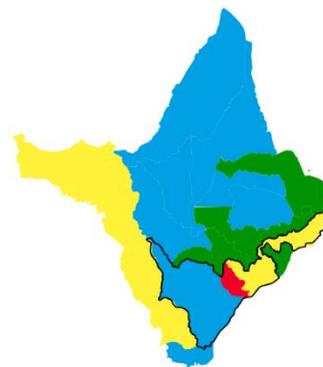
SAI x DP



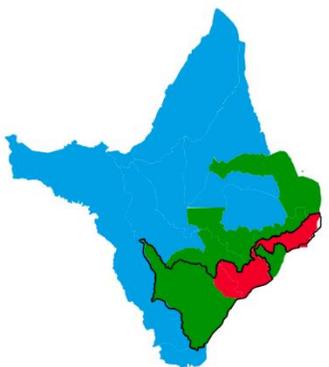
SAI x SAI



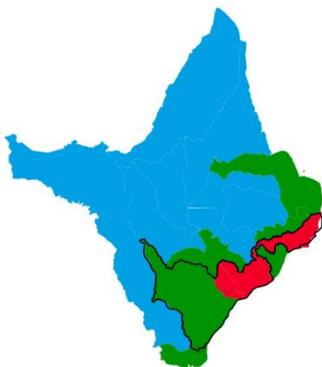
SAI x ENT



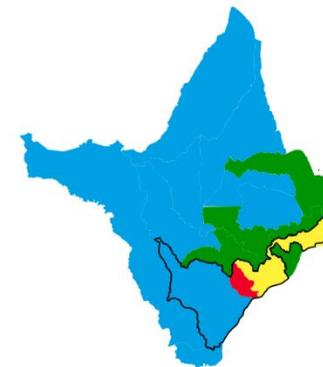
ENT x DP



ENT x SAI

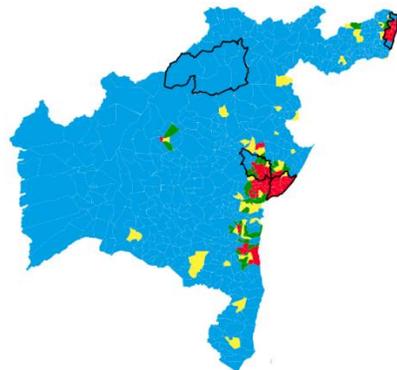


ENT x ENT

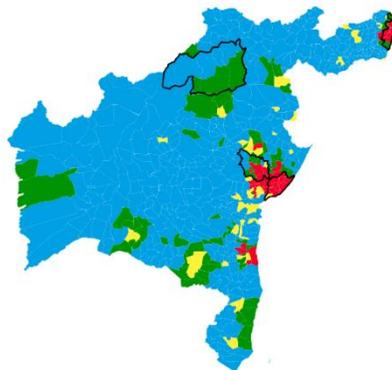


## BAHIA E PERNAMBUCO

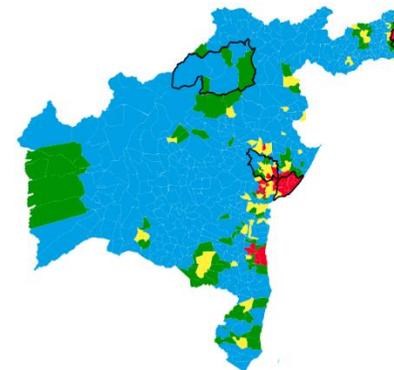
DP x DP



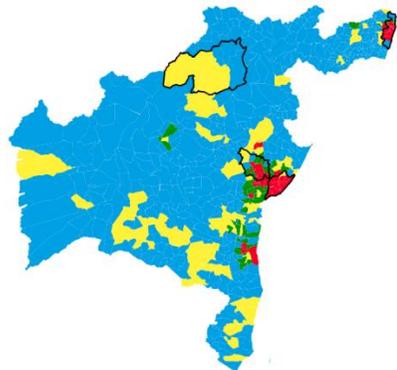
DP x SAI



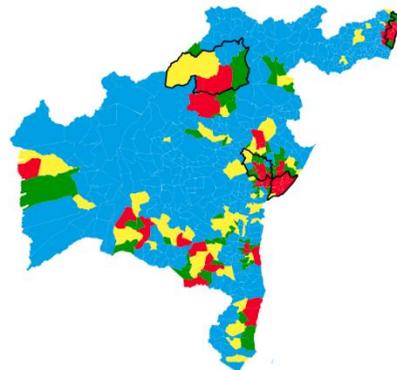
DP x ENT



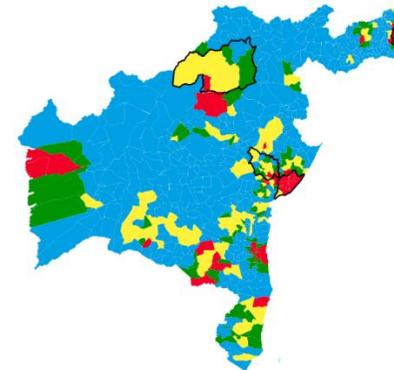
SAI x DP



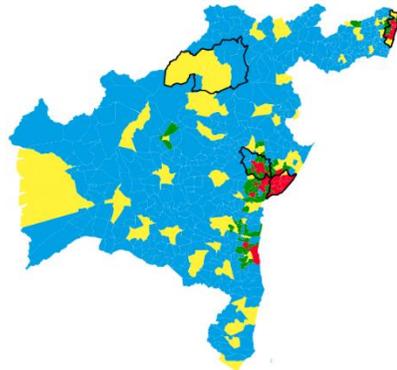
SAI x SAI



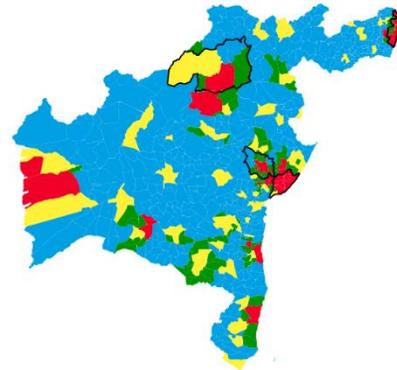
SAI x ENT



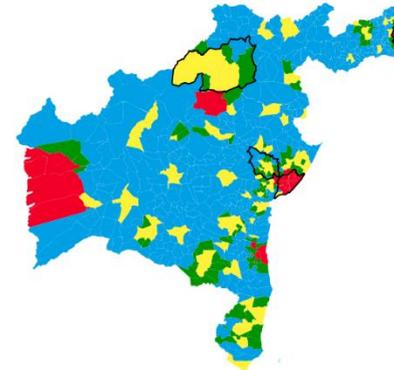
ENT x DP



ENT x SAI

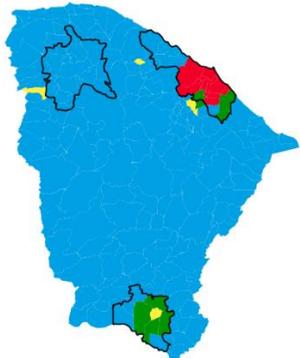


ENT x ENT

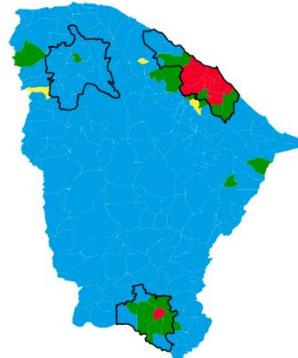


## CEARÁ

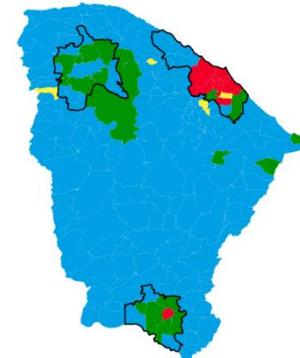
DP x DP



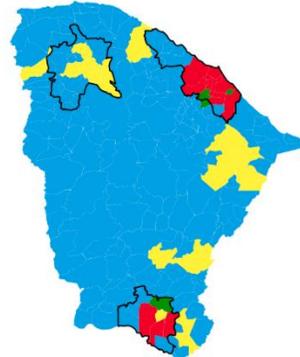
DP x SAI



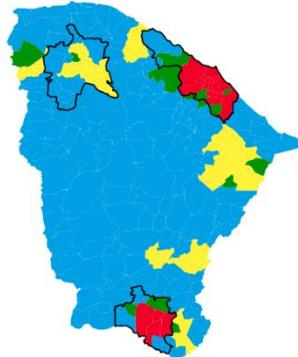
DP x ENT



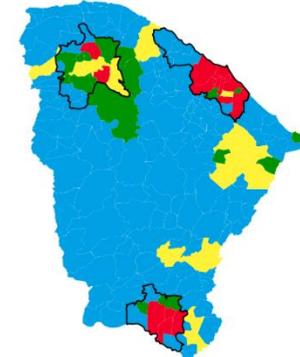
SAI x DP



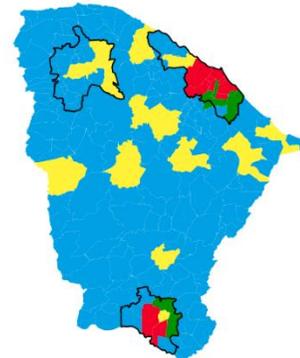
SAI x SAI



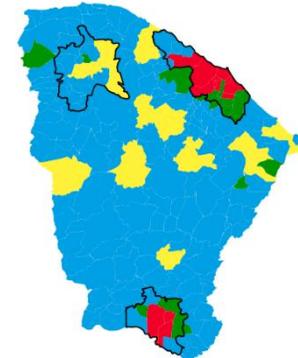
SAI x ENT



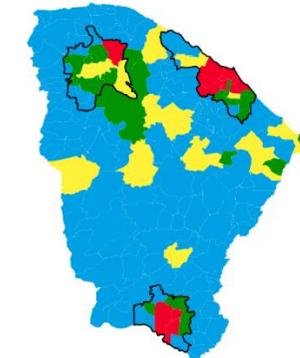
ENT x DP



ENT x SAI

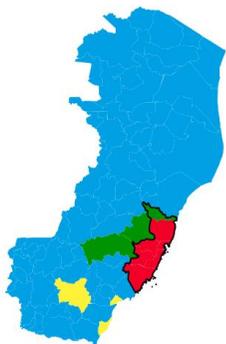


ENT x ENT

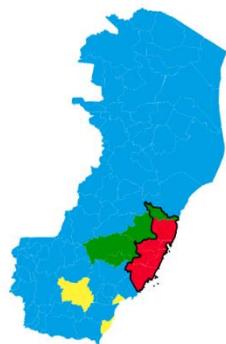


## ESPÍRITO SANTO

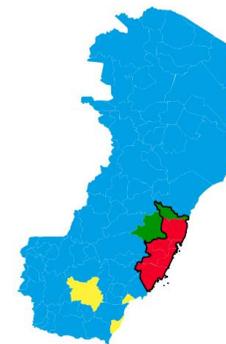
DP x DP



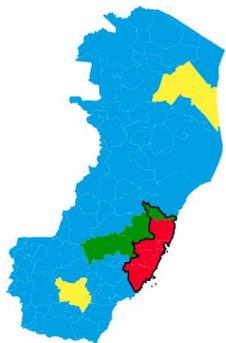
DP x SAI



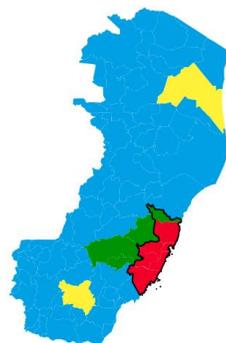
DP x ENT



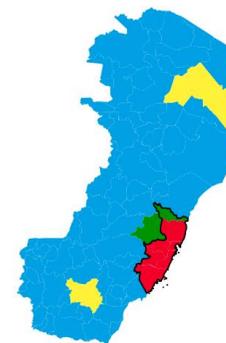
SAI x DP



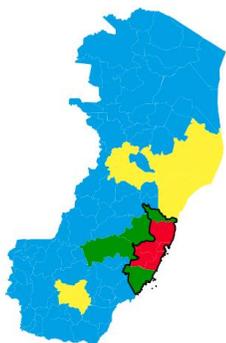
SAI x SAI



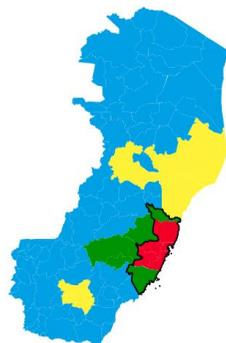
SAI x ENT



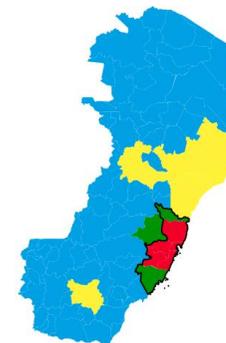
ENT x DP



ENT x SAI

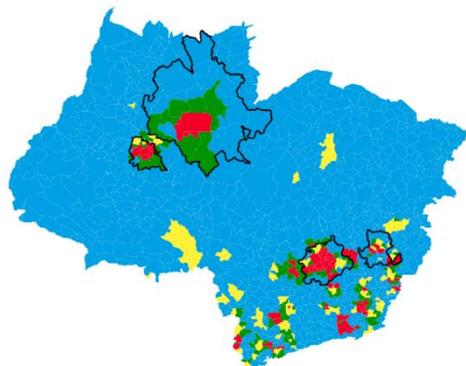


ENT x ENT

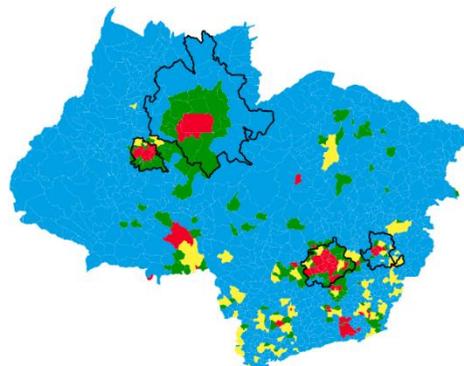


## GOIÁS, DISTRITO FEDERAL E MINAS GERAIS

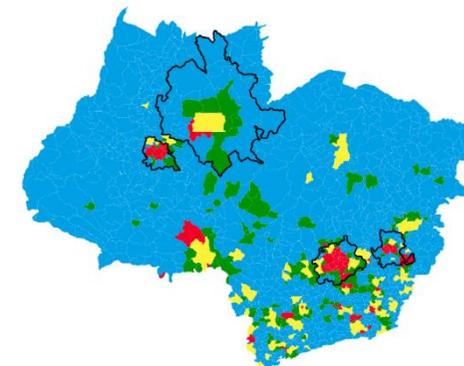
DP x DP



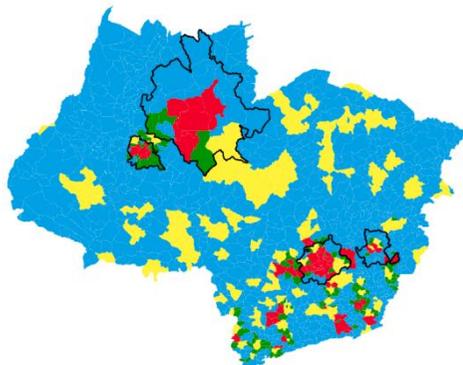
DP x SAI



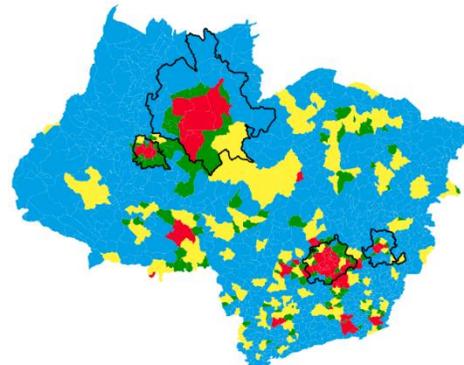
DP x ENT



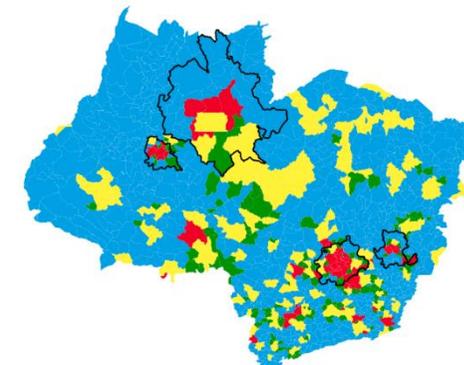
SAI x DP



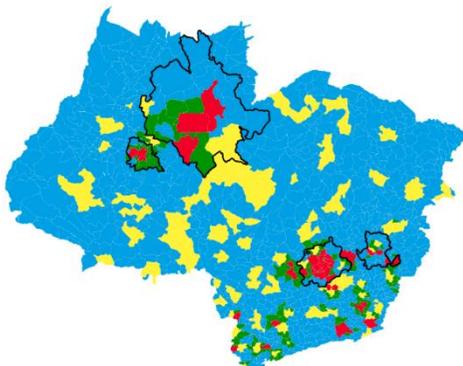
SAI x SAI



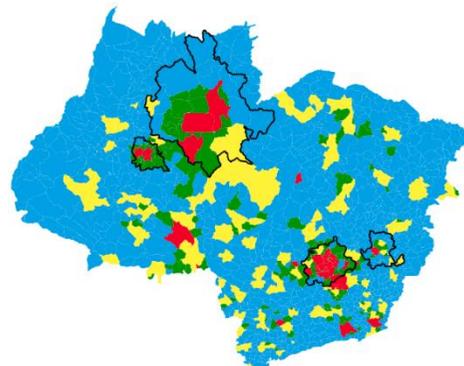
SAI x ENT



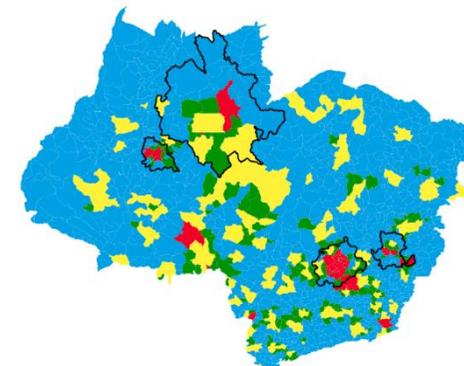
ENT x DP



ENT x SAI

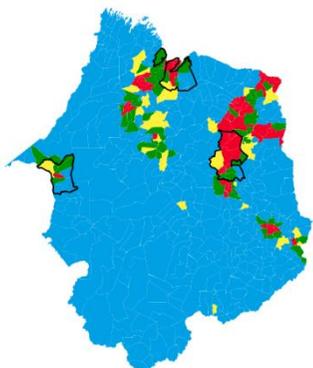


ENT x ENT

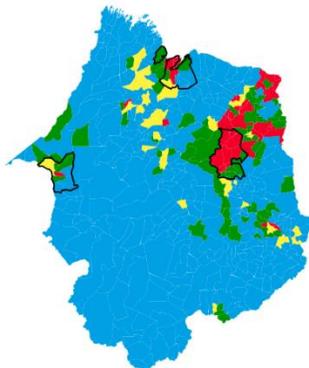


## MARANHÃO E PIAUÍ

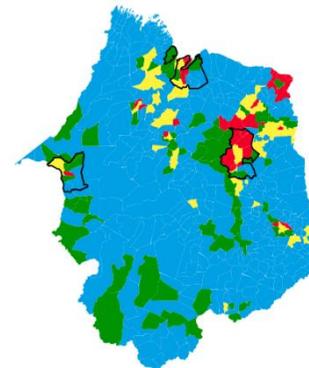
DP x DP



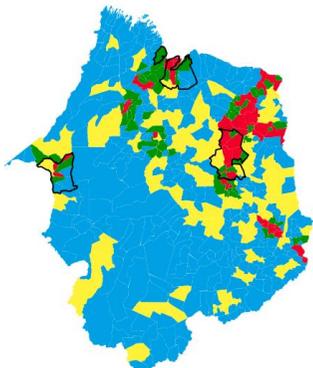
DP x SAI



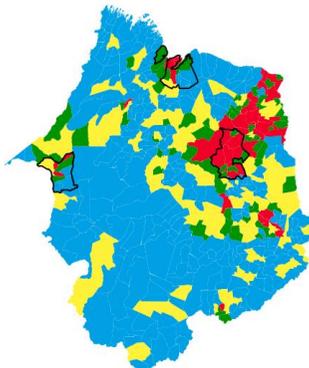
DP x ENT



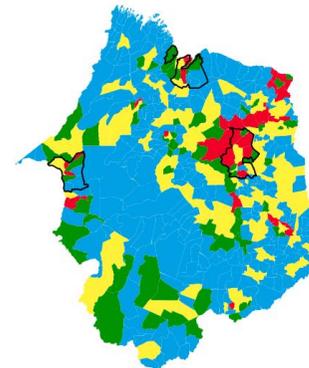
SAI x DP



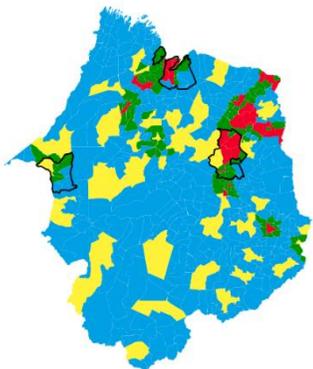
SAI x SAI



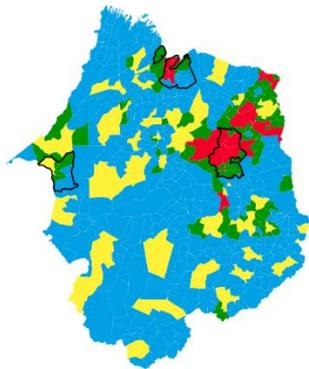
SAI x ENT



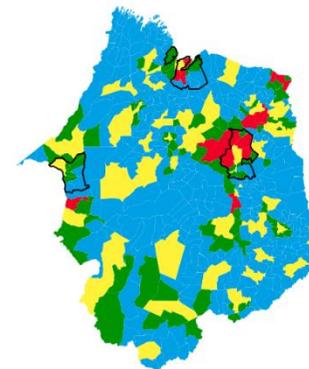
ENT x DP



ENT x SAI

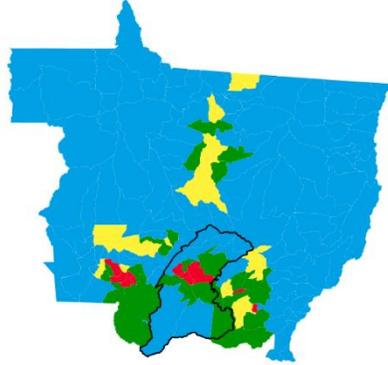


ENT x ENT

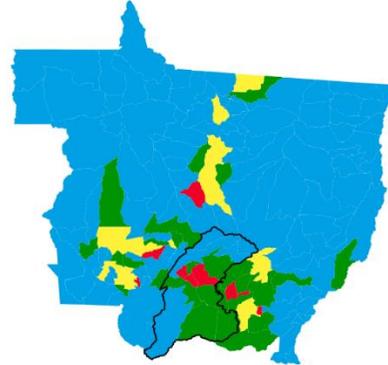


## MATO GROSSO

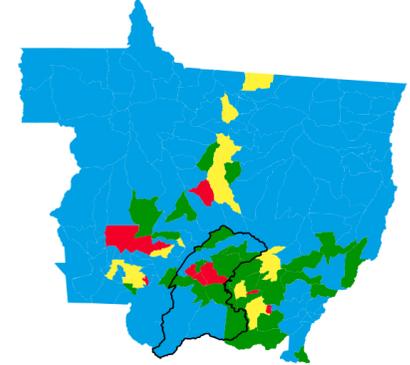
DP x DP



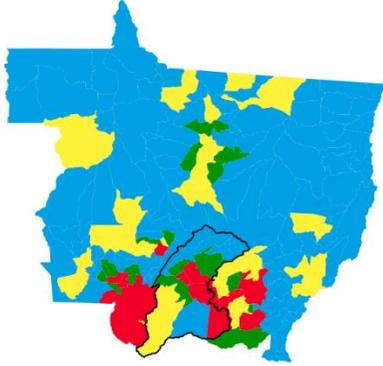
DP x SAI



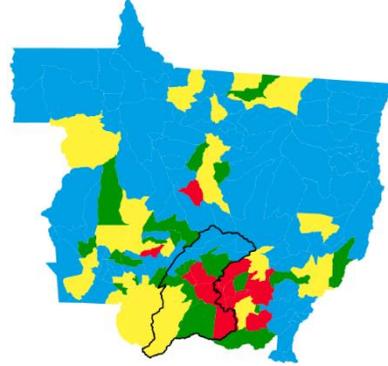
DP x ENT



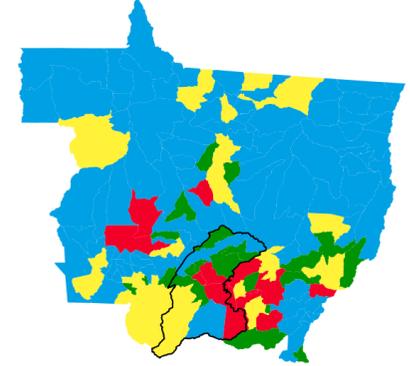
SAI x DP



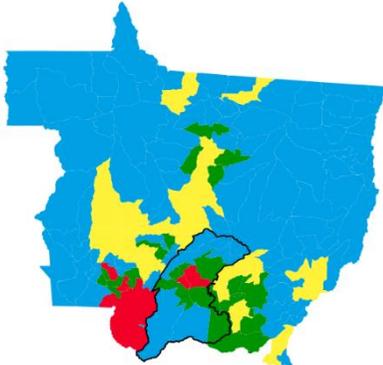
SAI x SAI



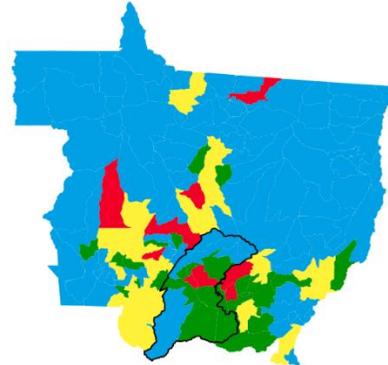
SAI x ENT



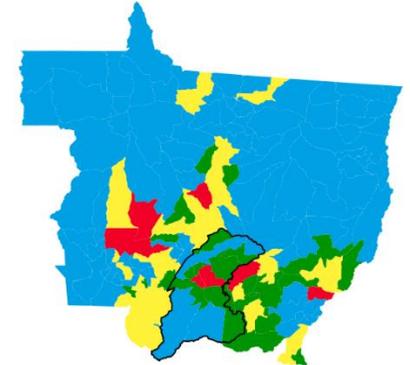
ENT x DP



ENT x SAI



ENT x ENT

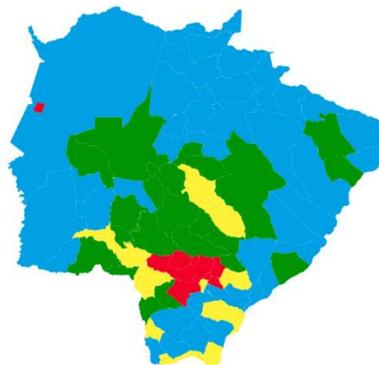


## MATO GROSSO DO SUL

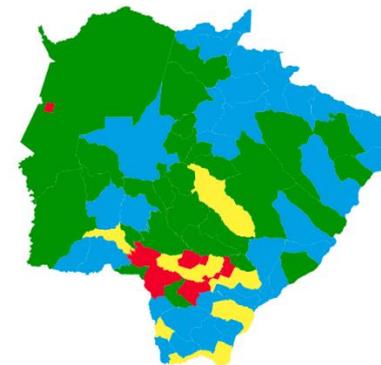
DP x DP



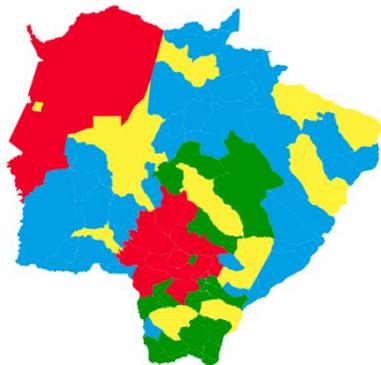
DP x SAI



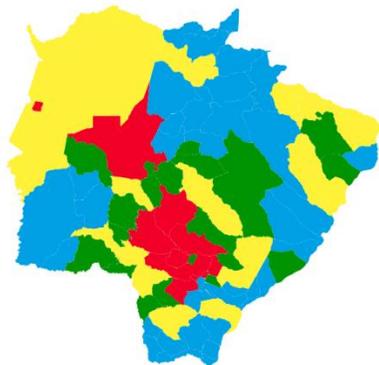
DP x ENT



SAI x DP



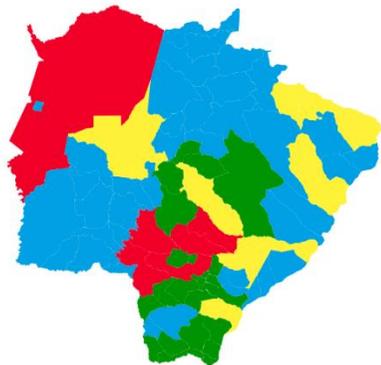
SAI x SAI



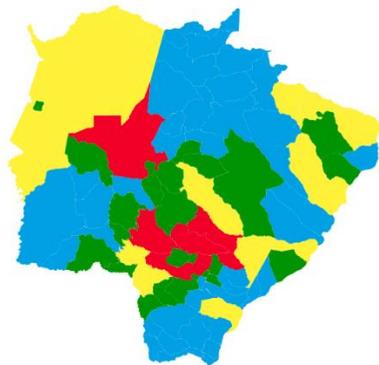
SAI x ENT



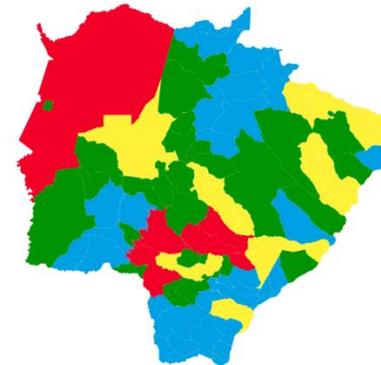
ENT x DP



ENT x SAI

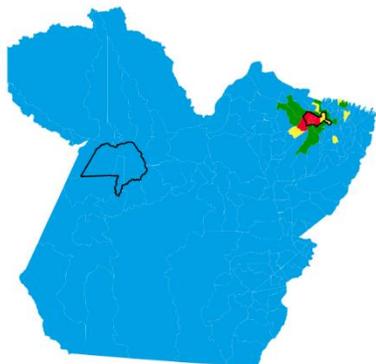


ENT x ENT

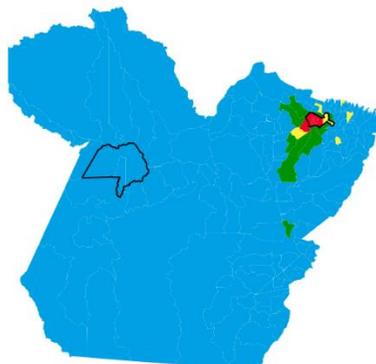


## PARÁ

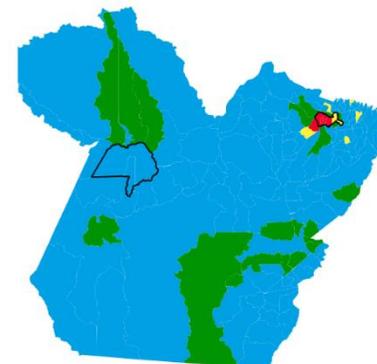
DP x DP



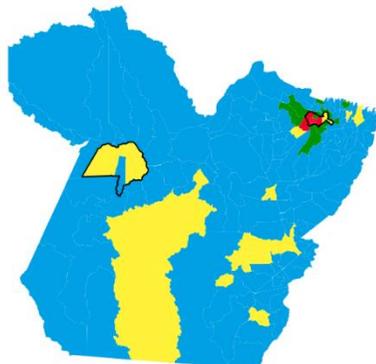
DP x SAI



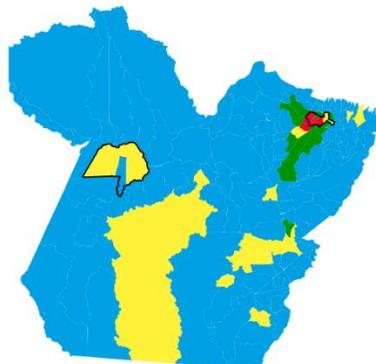
DP x ENT



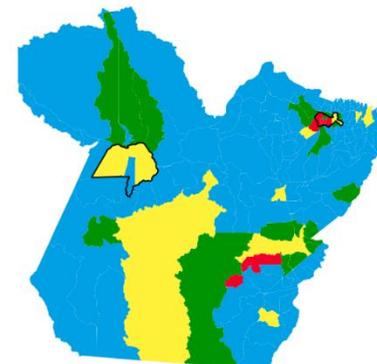
SAI x DP



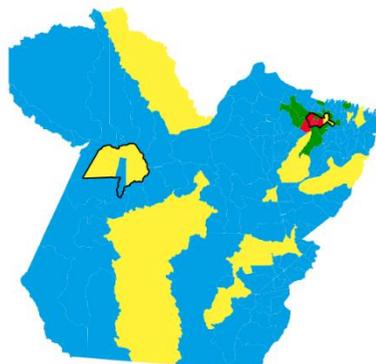
SAI x SAI



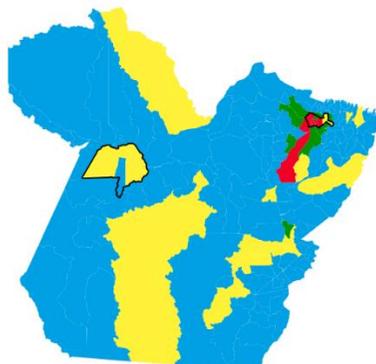
SAI x ENT



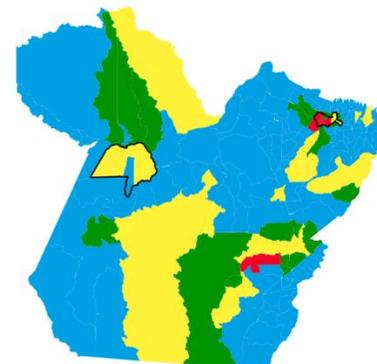
ENT x DP



ENT x SAI

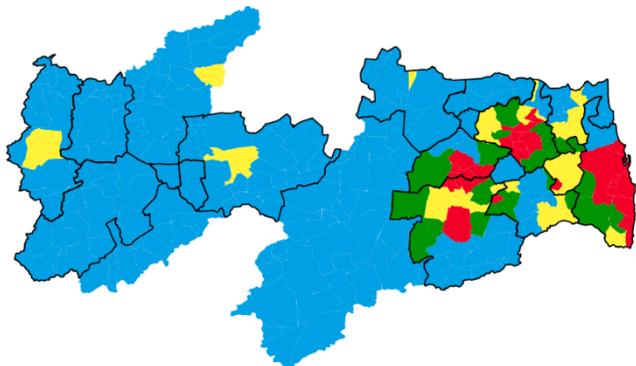


ENT x ENT

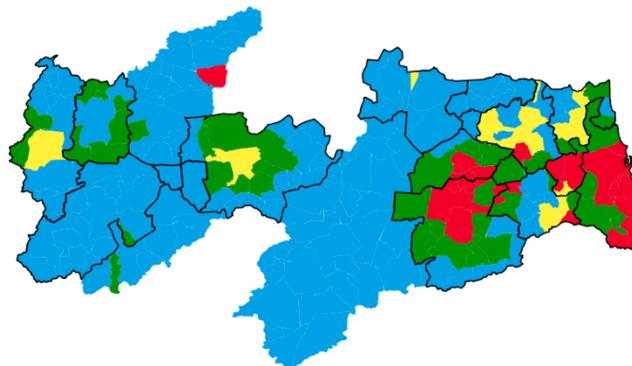


## PARAÍBA

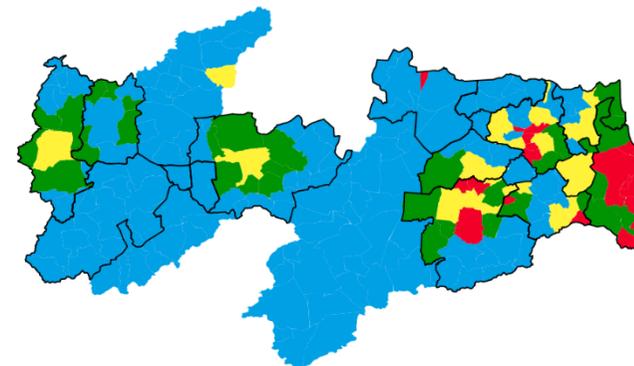
DP x DP



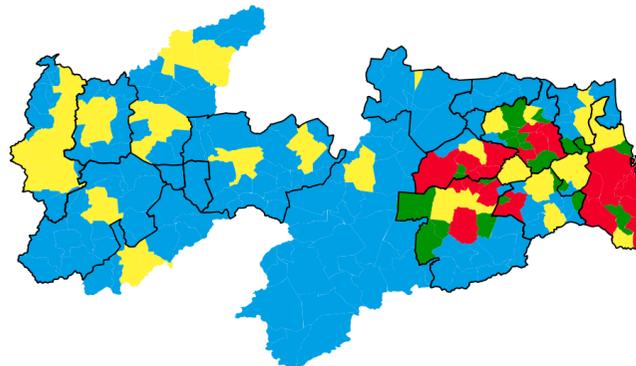
DP x SAI



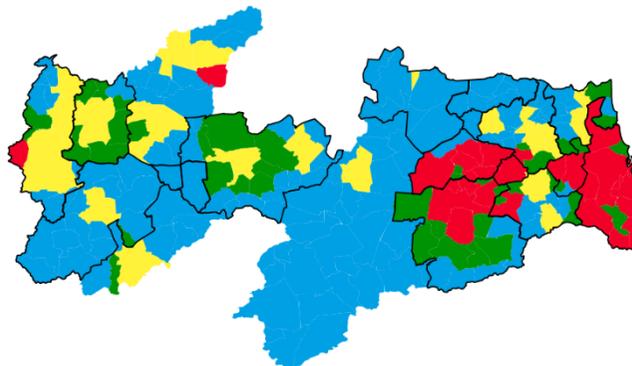
DP x ENT



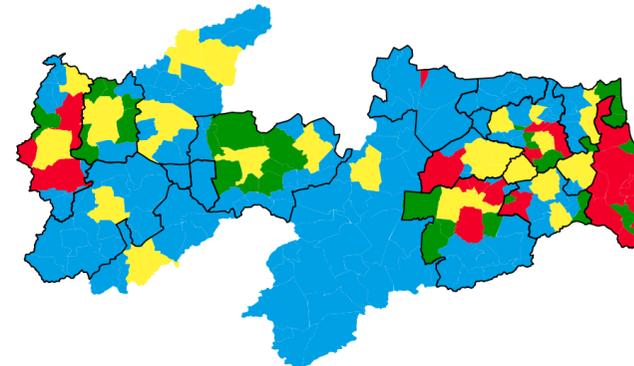
SAI x DP



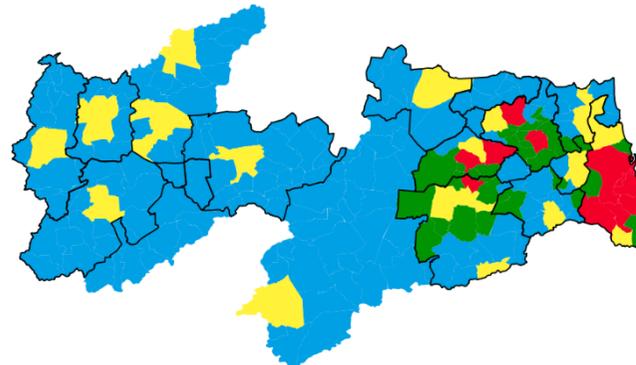
SAI x SAI



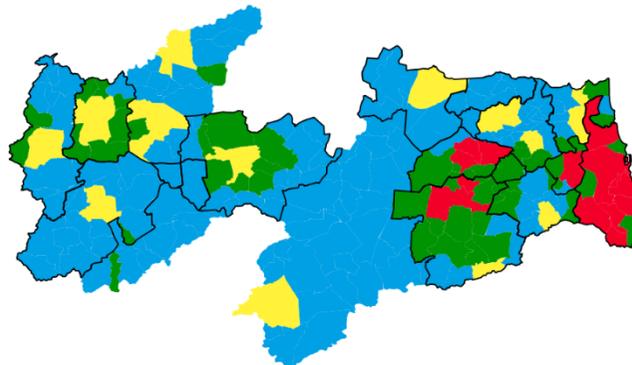
SAI x ENT



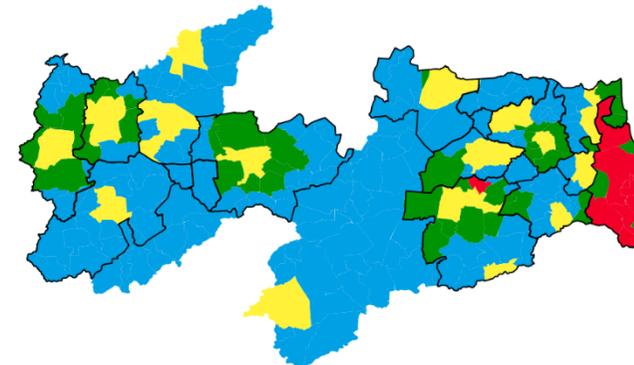
ENT x DP



ENT x SAI

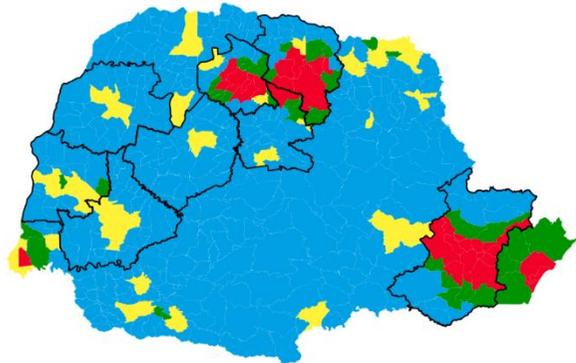


ENT x ENT

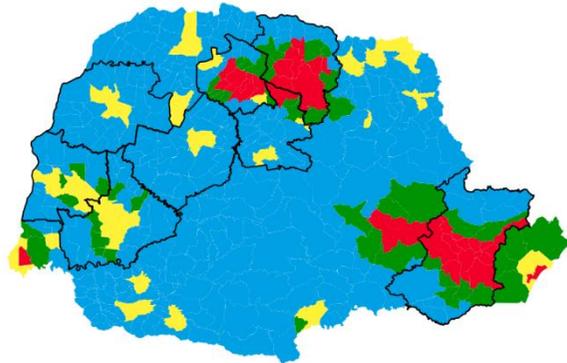


## PARANÁ

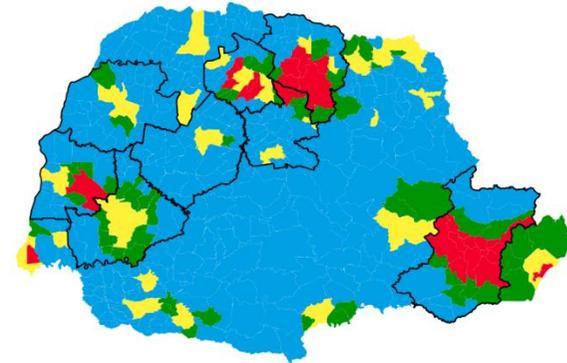
DP x DP



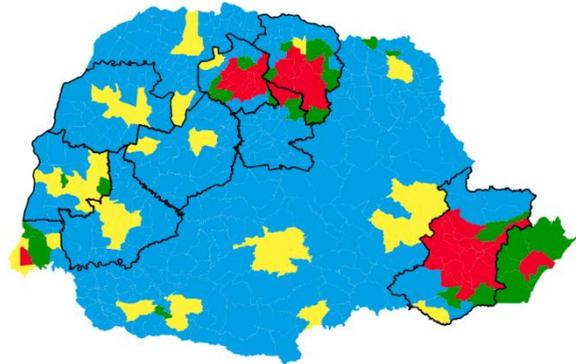
DP x SAI



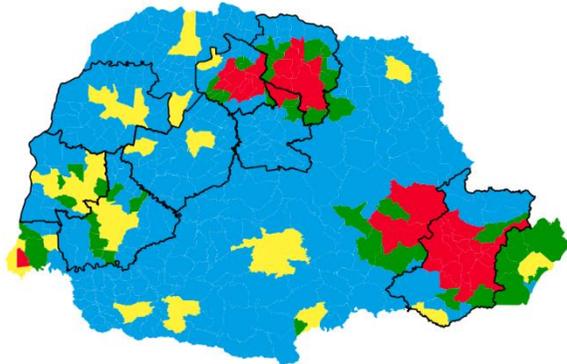
DP x ENT



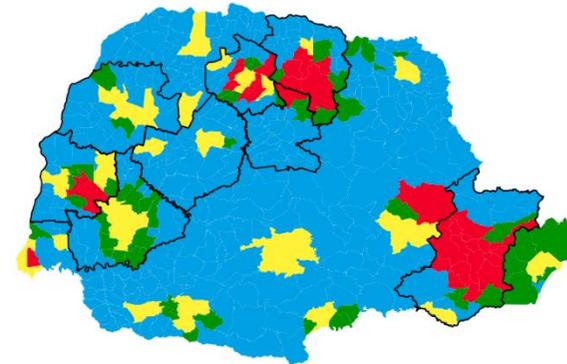
SAI x DP



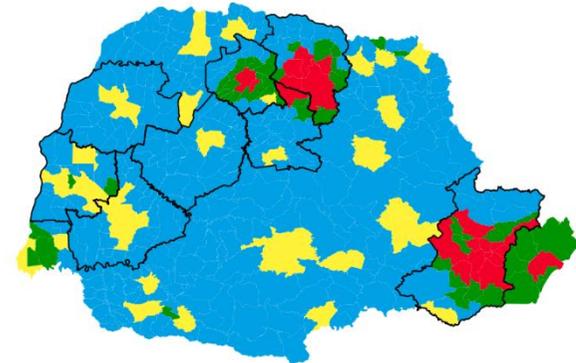
SAI x SAI



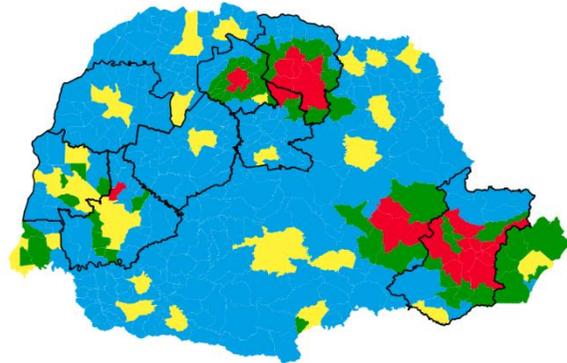
SAI x ENT



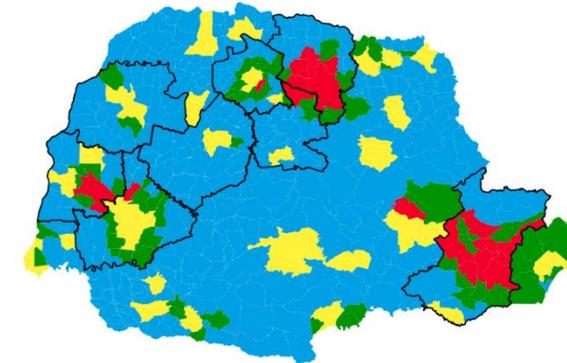
ENT x DP



ENT x SAI

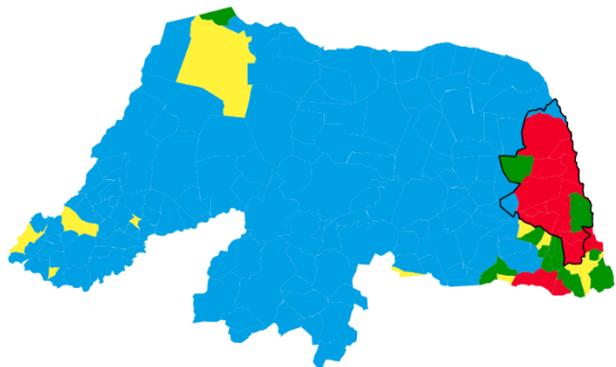


ENT x ENT

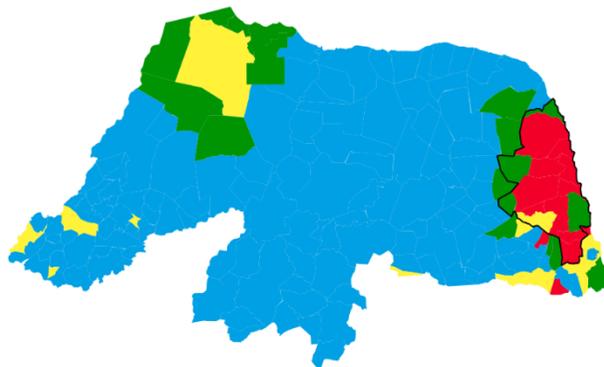


## RIO GRANDE DO NORTE

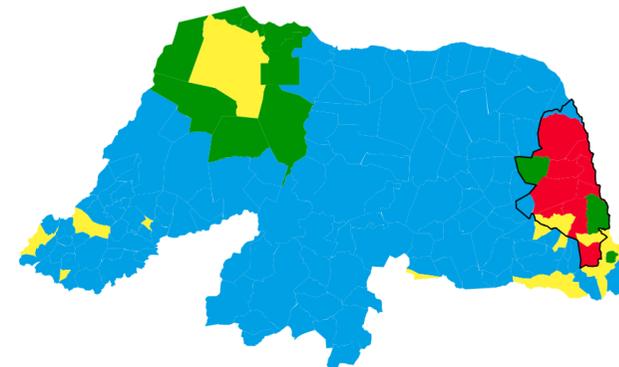
DP x DP



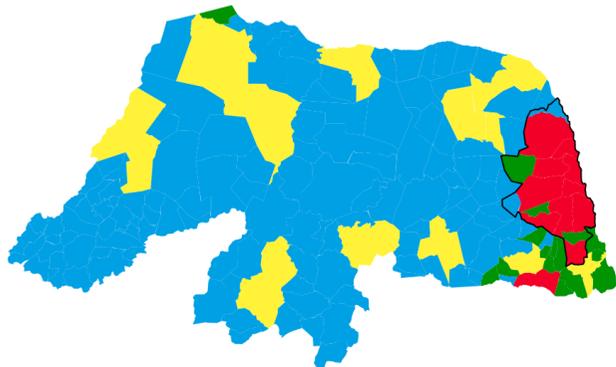
DP x SAI



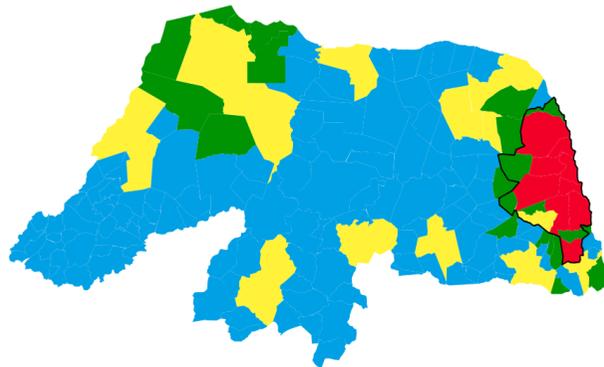
DP x ENT



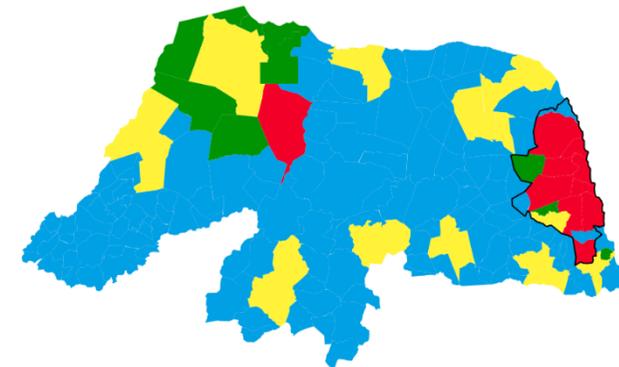
SAI x DP



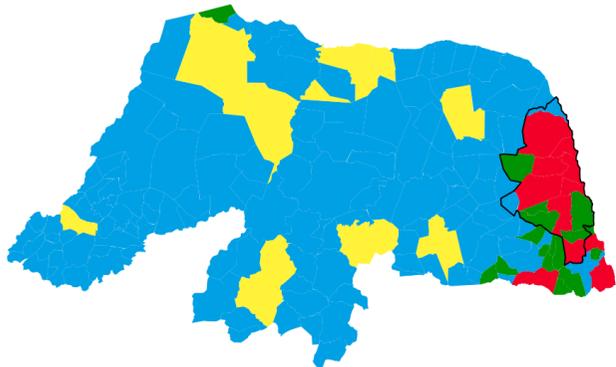
SAI x SAI



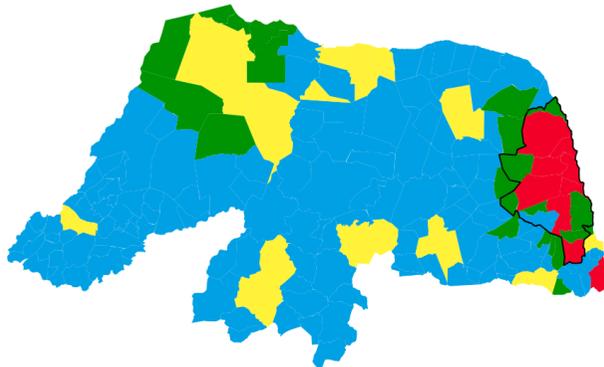
SAI x ENT



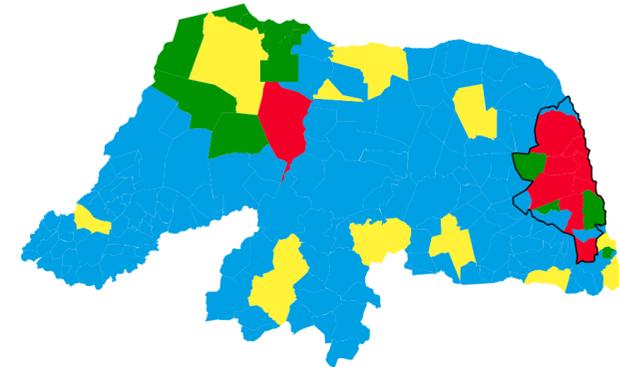
ENT x DP



ENT x SAI

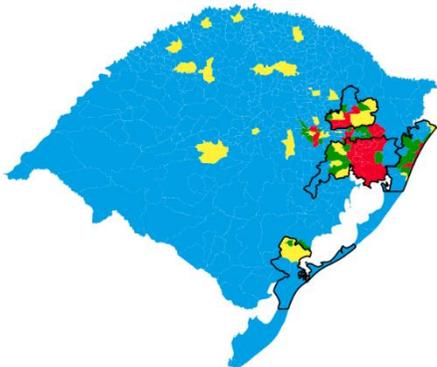


ENT x ENT

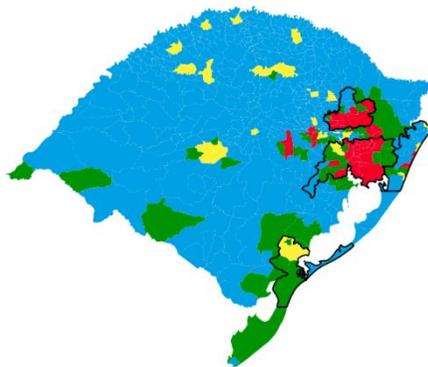


## RIO GRANDE DO SUL

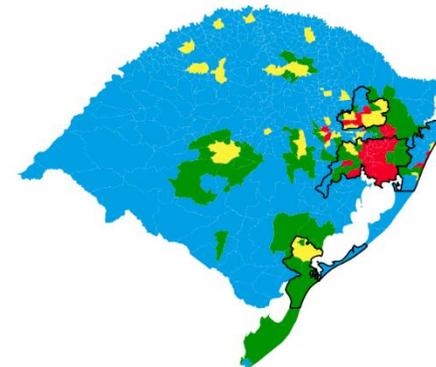
DP x DP



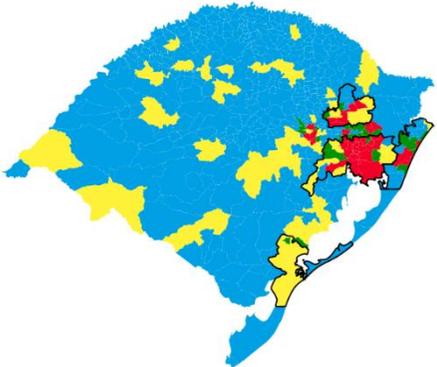
DP x SAI



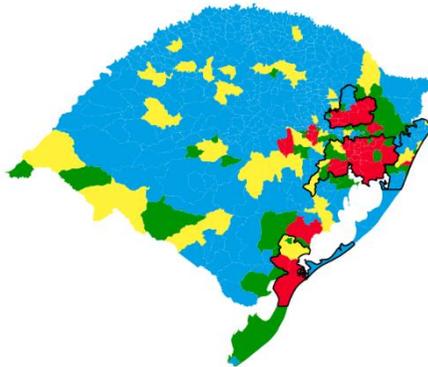
DP x ENT



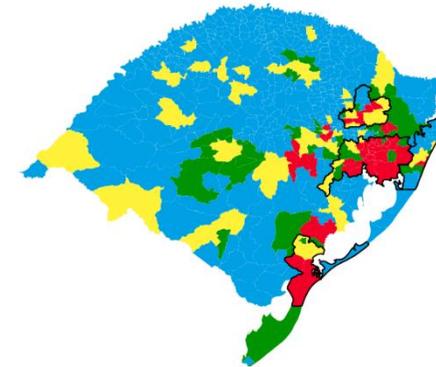
SAI x DP



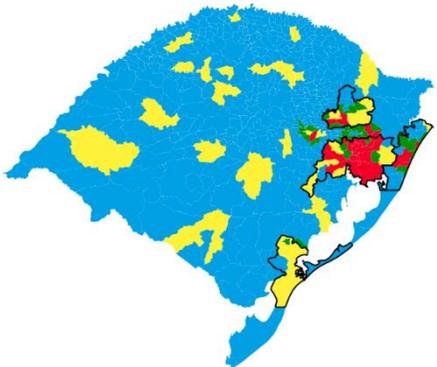
SAI x SAI



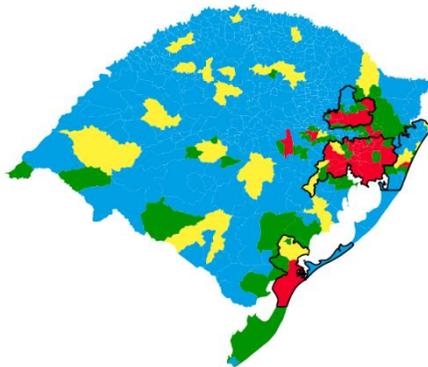
SAI x ENT



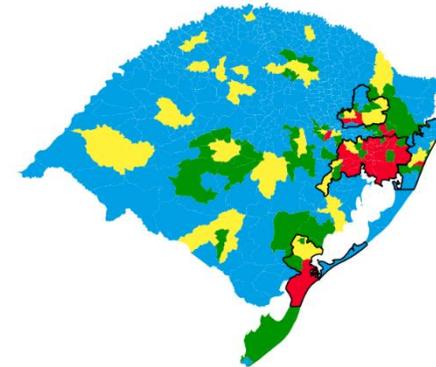
ENT x DP



ENT x SAI

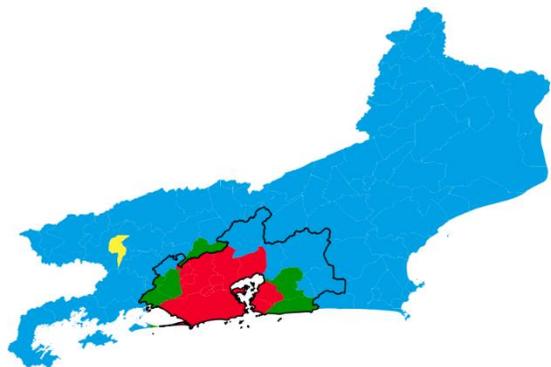


ENT x ENT

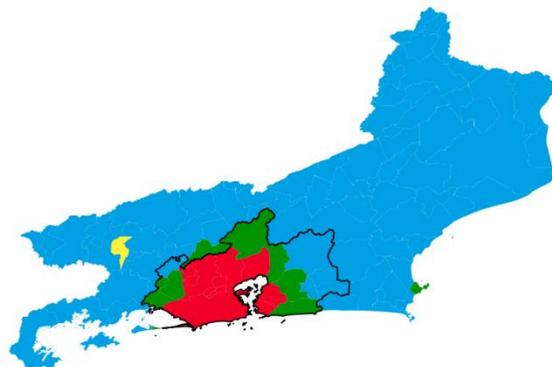


## RIO DE JANEIRO

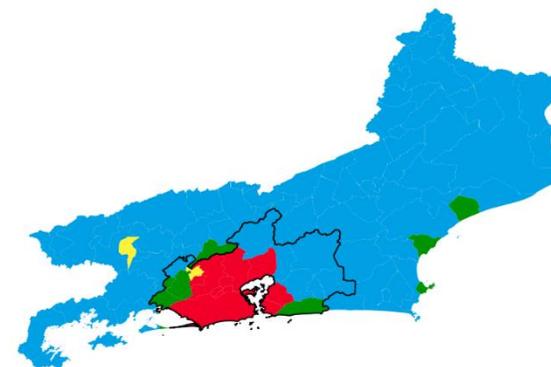
DP x DP



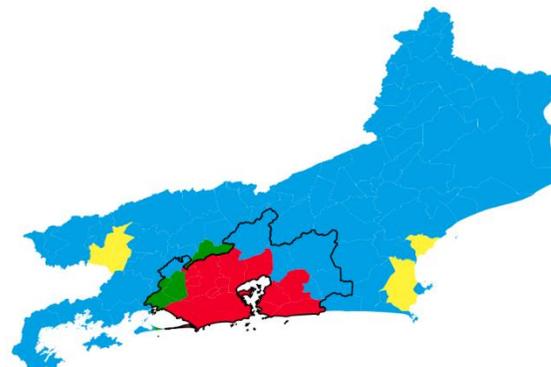
DP x SAI



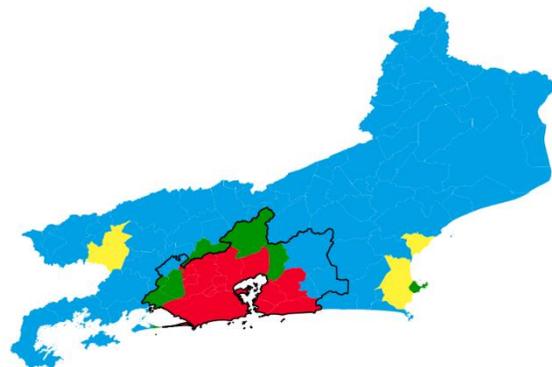
DP x ENT



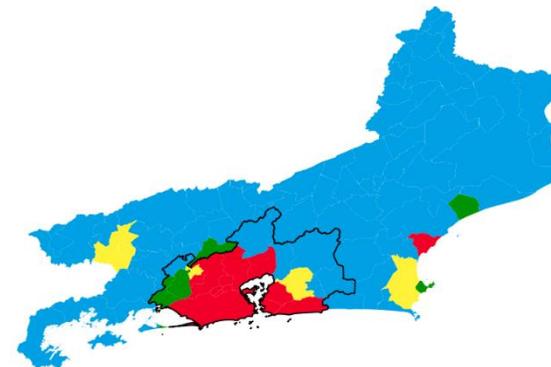
SAI x DP



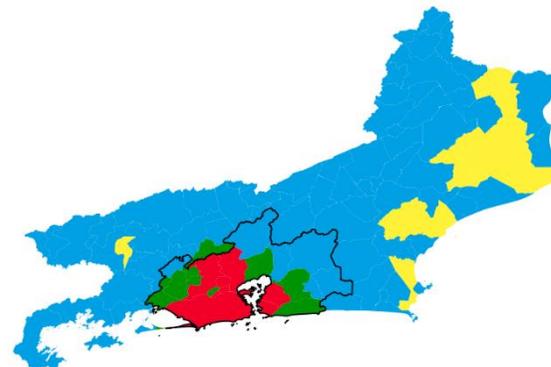
SAI x SAI



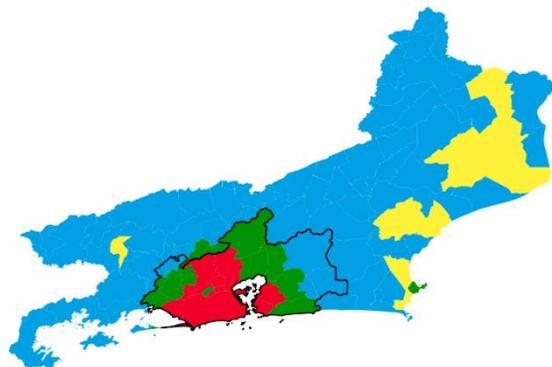
SAI x ENT



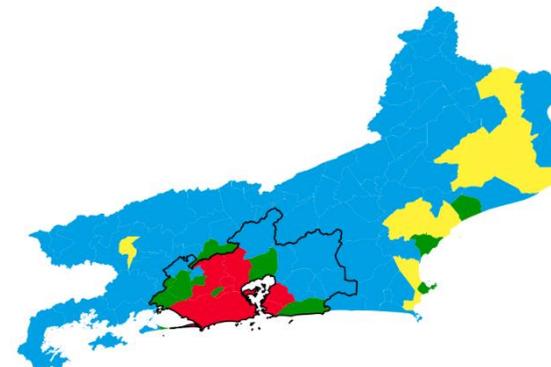
ENT x DP



ENT x SAI

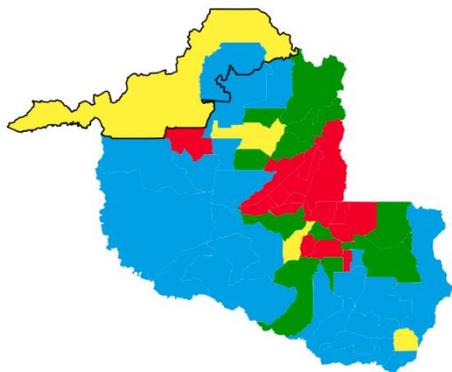


ENT x ENT

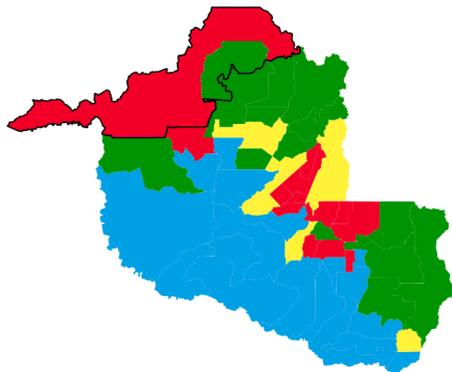


## RONDÔNIA

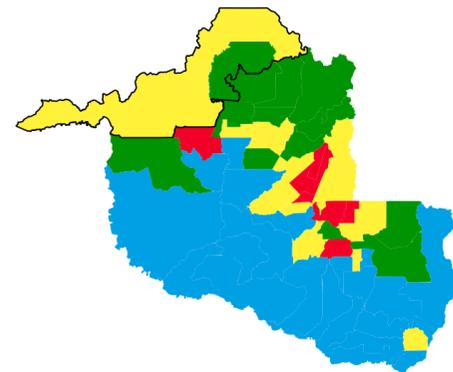
DP x DP



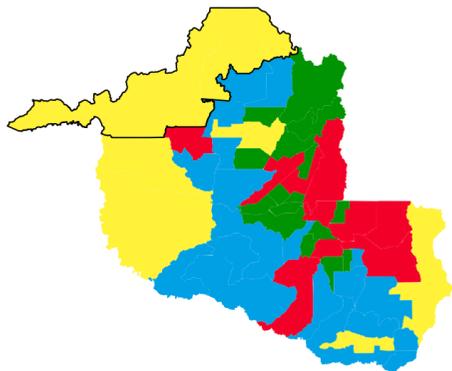
DP x SAI



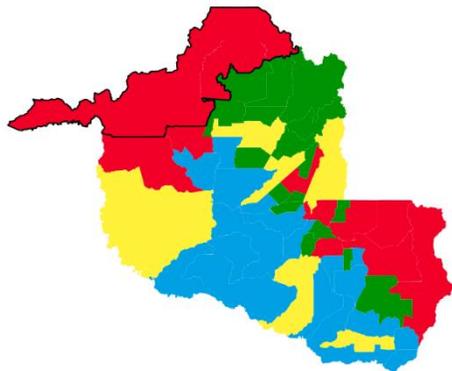
DP x ENT



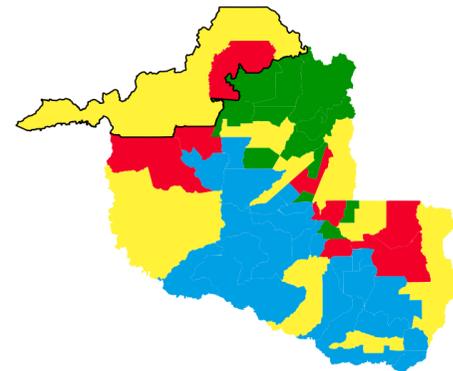
SAI x DP



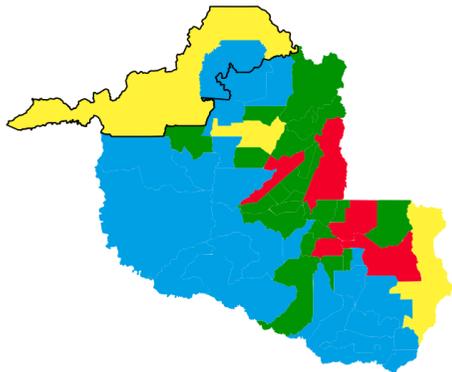
SAI x SAI



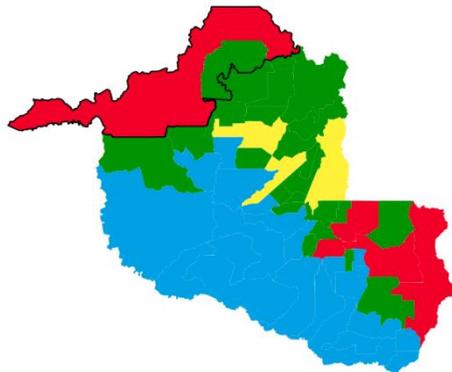
SAI x ENT



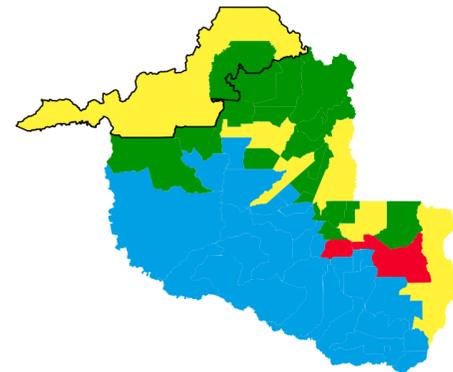
ENT x DP



ENT x SAI

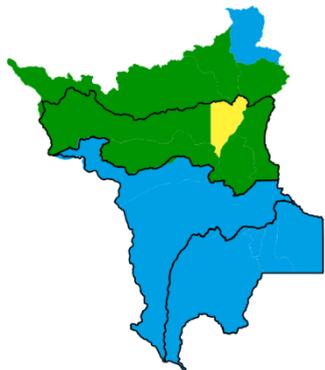


ENT x ENT

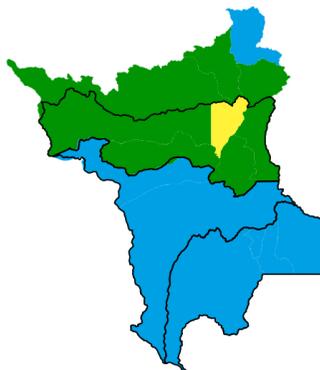


## RORAIMA

DP x DP



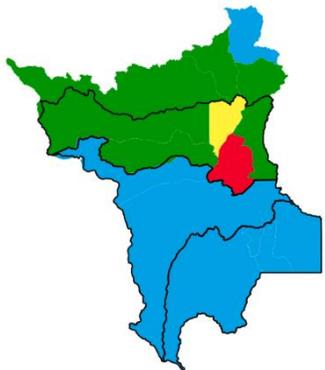
DP x SAI



DP x ENT



SAI x DP



SAI x SAI



SAI x ENT



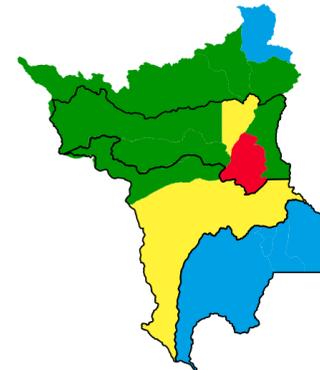
ENT x DP



ENT x SAI

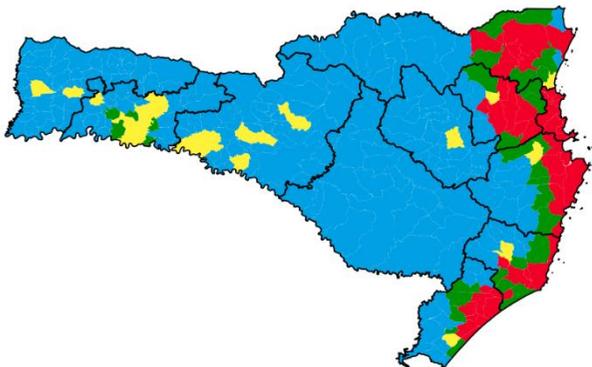


ENT x ENT

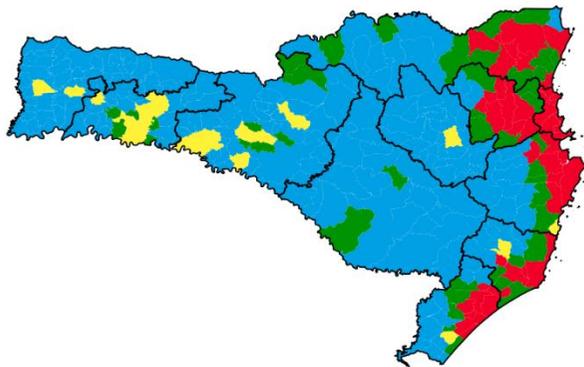


## SANTA CATARINA

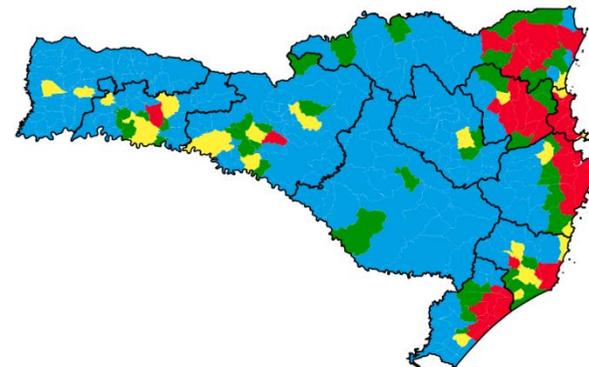
DP x DP



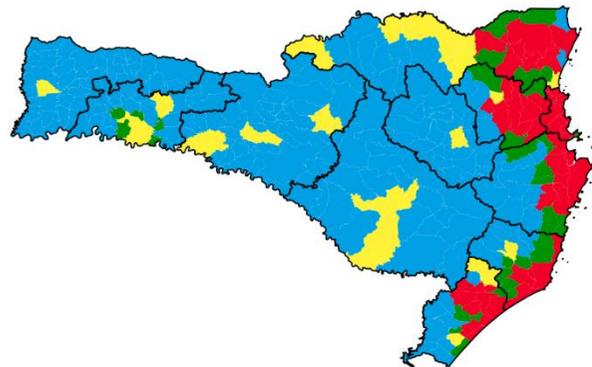
DP x SAI



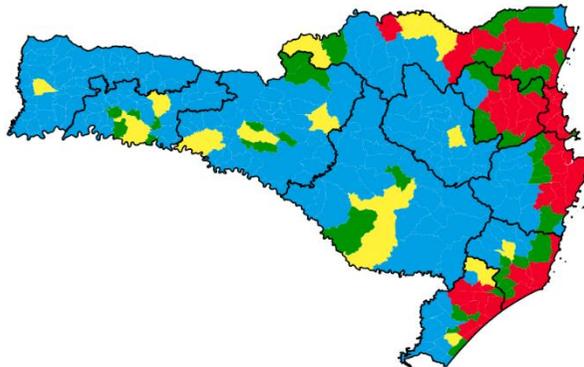
DP x ENT



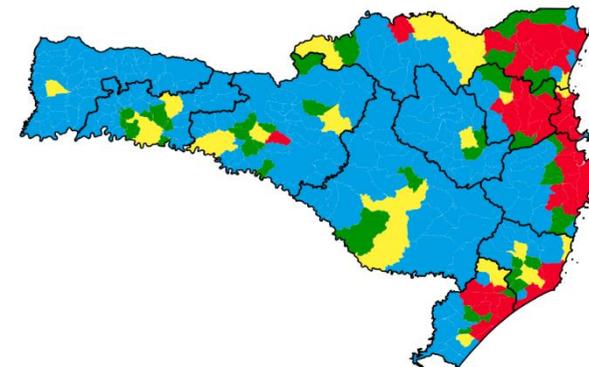
SAI x DP



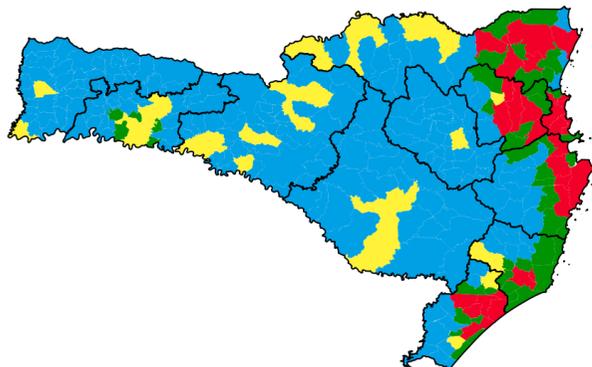
SAI x SAI



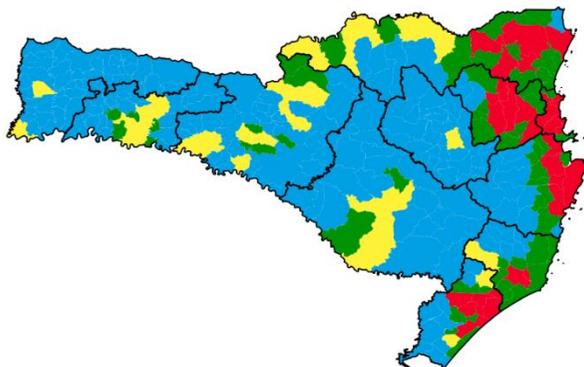
SAI x ENT



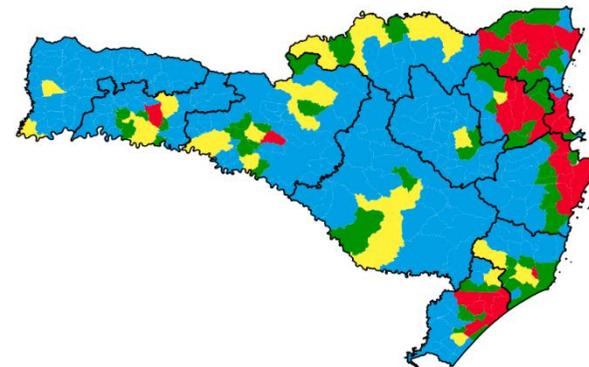
ENT x DP

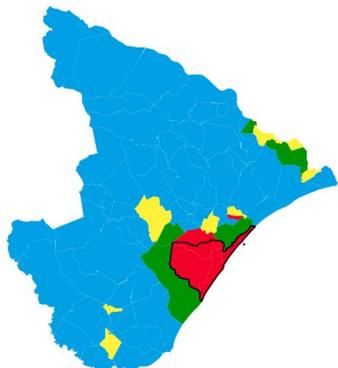
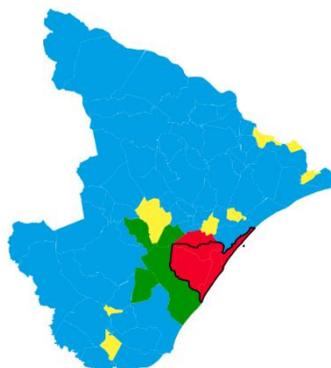
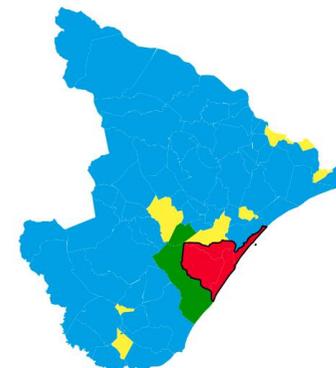
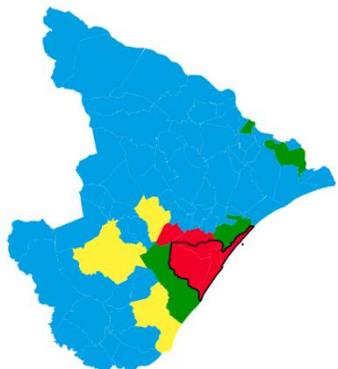
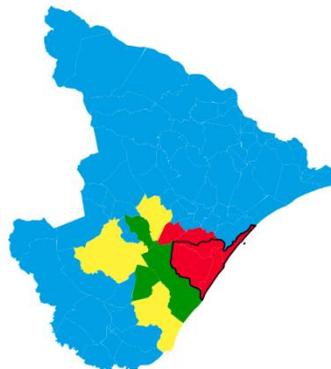
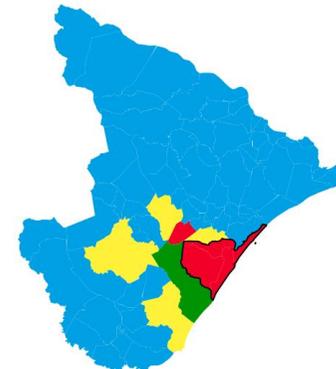
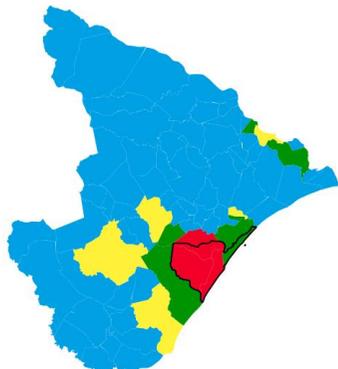
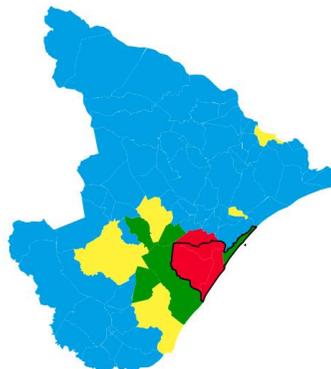
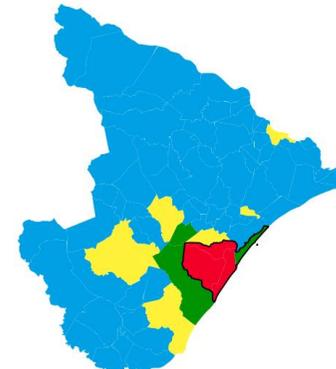


ENT x SAI



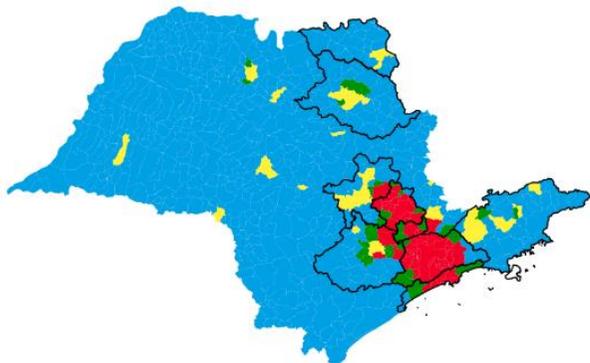
ENT x ENT



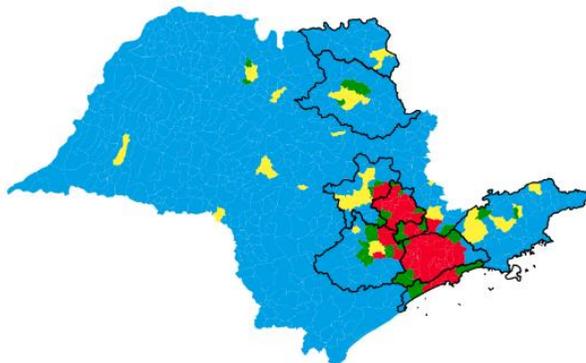
**SERGIPE****DP x DP****DP x SAI****DP x ENT****SAI x DP****SAI x SAI****SAI x ENT****ENT x DP****ENT x SAI****ENT x ENT**

## SÃO PAULO

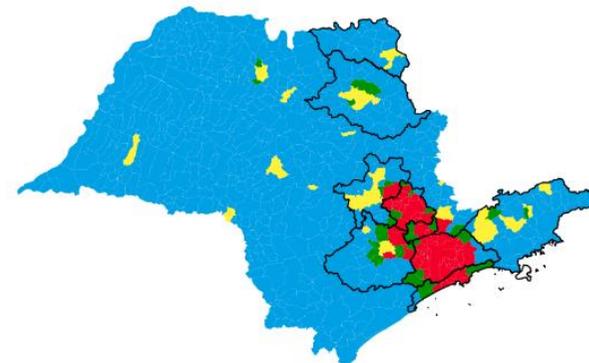
DP x DP



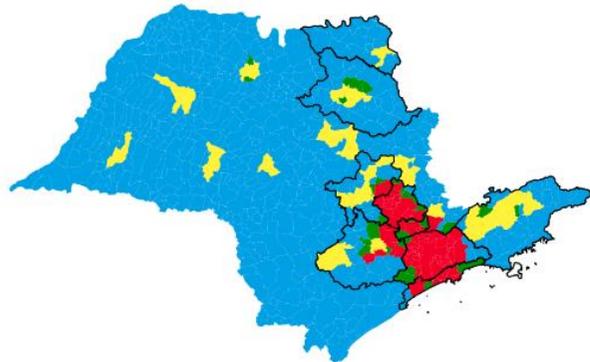
DP x SAI



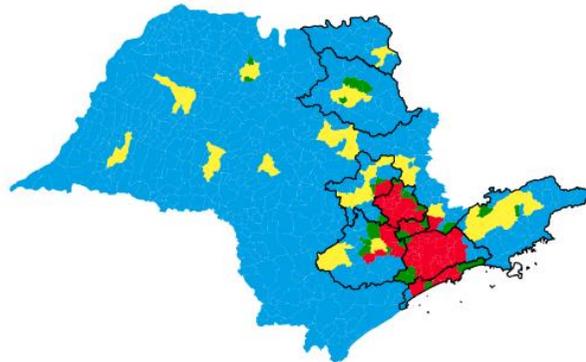
DP x ENT



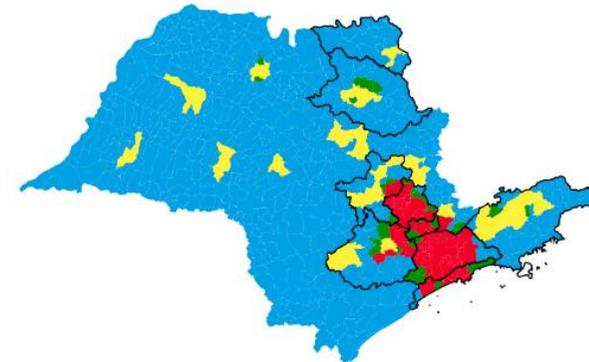
SAI x DP



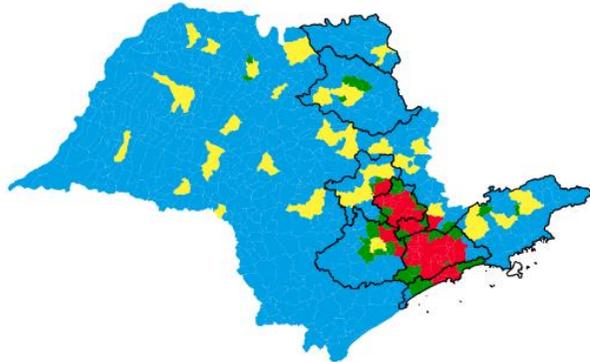
SAI x SAI



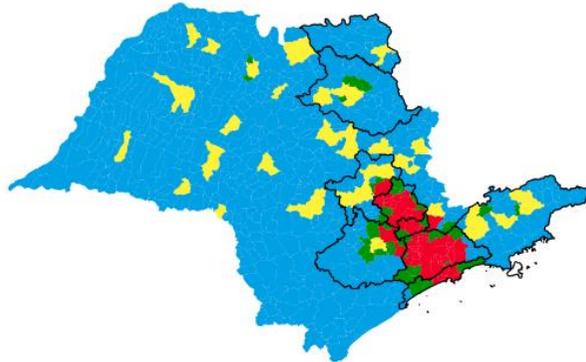
SAI x ENT



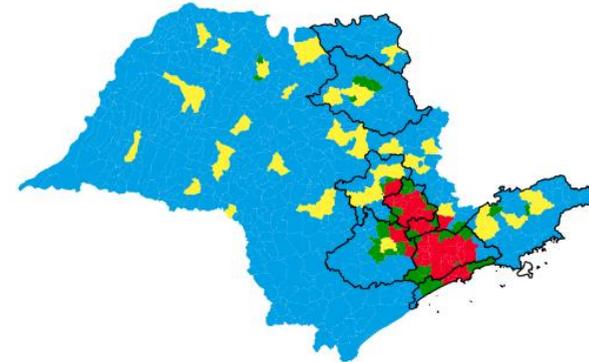
ENT x DP



ENT x SAI

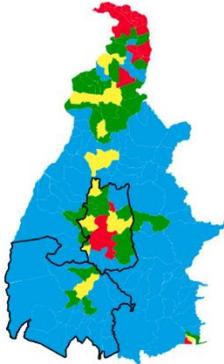


ENT x ENT

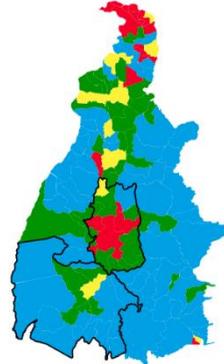


## TOCANTINS

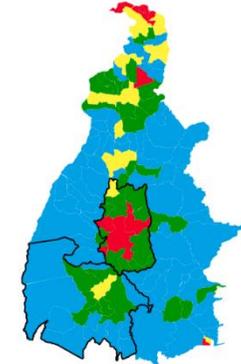
DP x DP



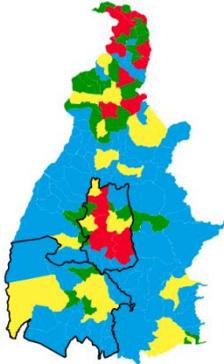
DP x SAI



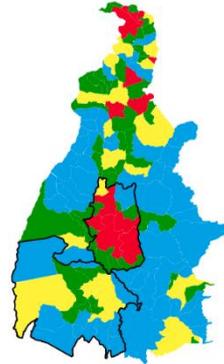
DP x ENT



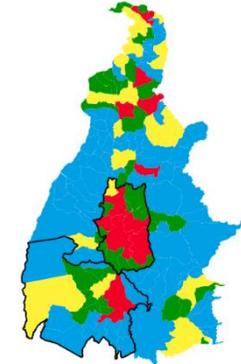
SAI x DP



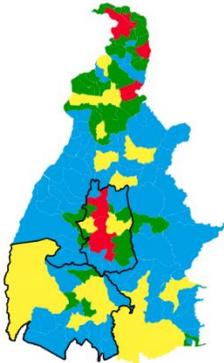
SAI x SAI



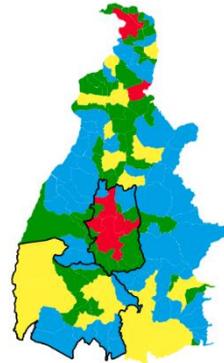
SAI x ENT



ENT x DP



ENT x SAI



ENT x ENT

