

O USO DA ANÁLISE ESPACIAL EXPLORATÓRIA COMO AUXÍLIO NA CALIBRAÇÃO DE MODELOS DE REGRESSÃO GEOGRAFICAMENTE PONDERADA

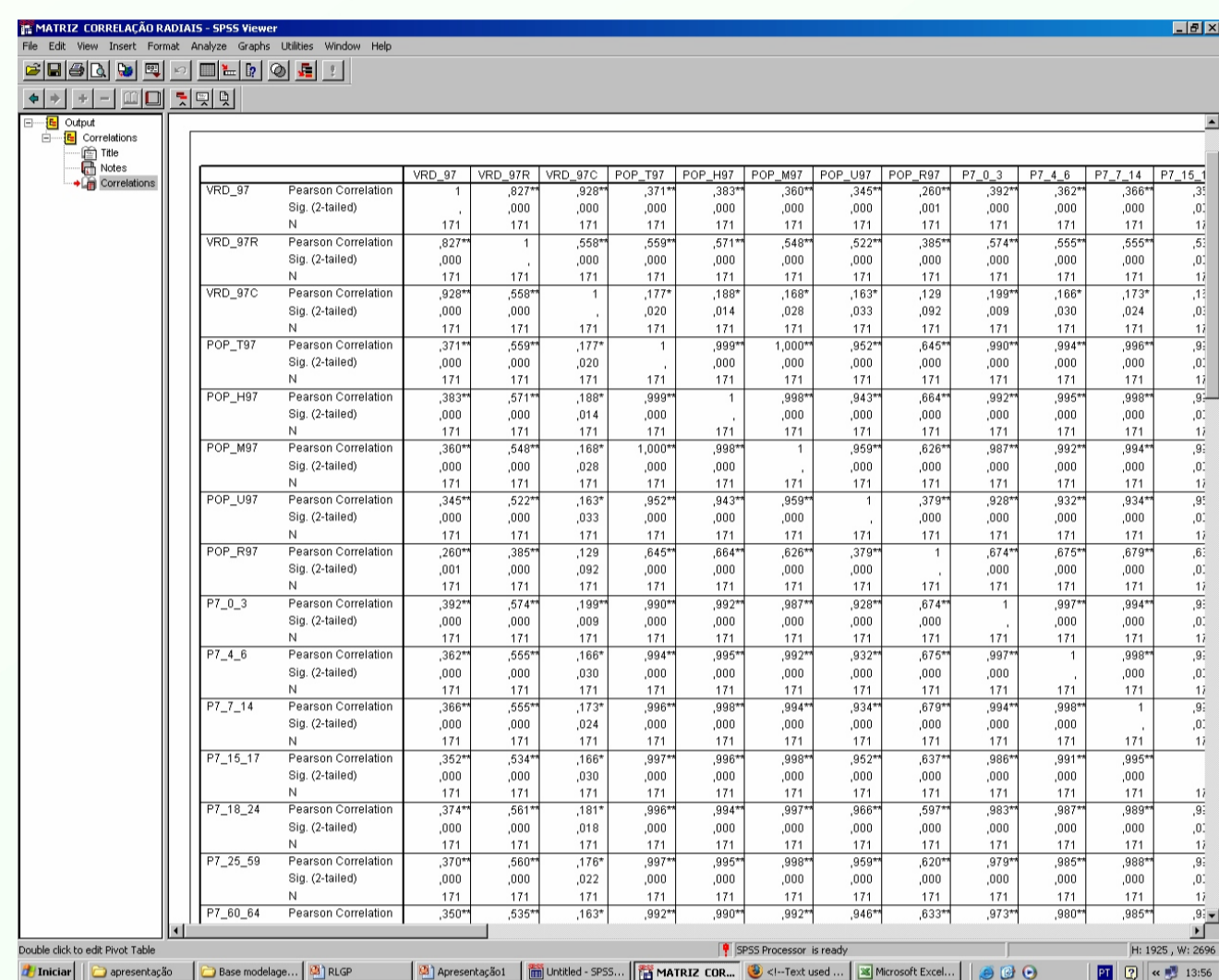
**Nikael de Carvalho Almeida; Henrique Nogueira Silva;
Carlos Felipe Grangeiro Loureiro**
Departamento de Engenharia de Transportes - DET
Universidade Federal do Ceará - UFC

1. INTRODUÇÃO

Acredita-se que com esta pesquisa, a aplicação da Análise Espacial Exploratória a modelos de regressão seja difundida, pois a aplicação dela torna-se fundamental para a minimização dos erros, principalmente municípios considerados pólos e suas regiões de influência, na calibração do modelo de regressão, propiciando assim, uma melhoria na robustez desses modelos.

2. METODOLOGIA

DEFINIÇÃO DA VARIÁVEL TAXA DE VIAGENS

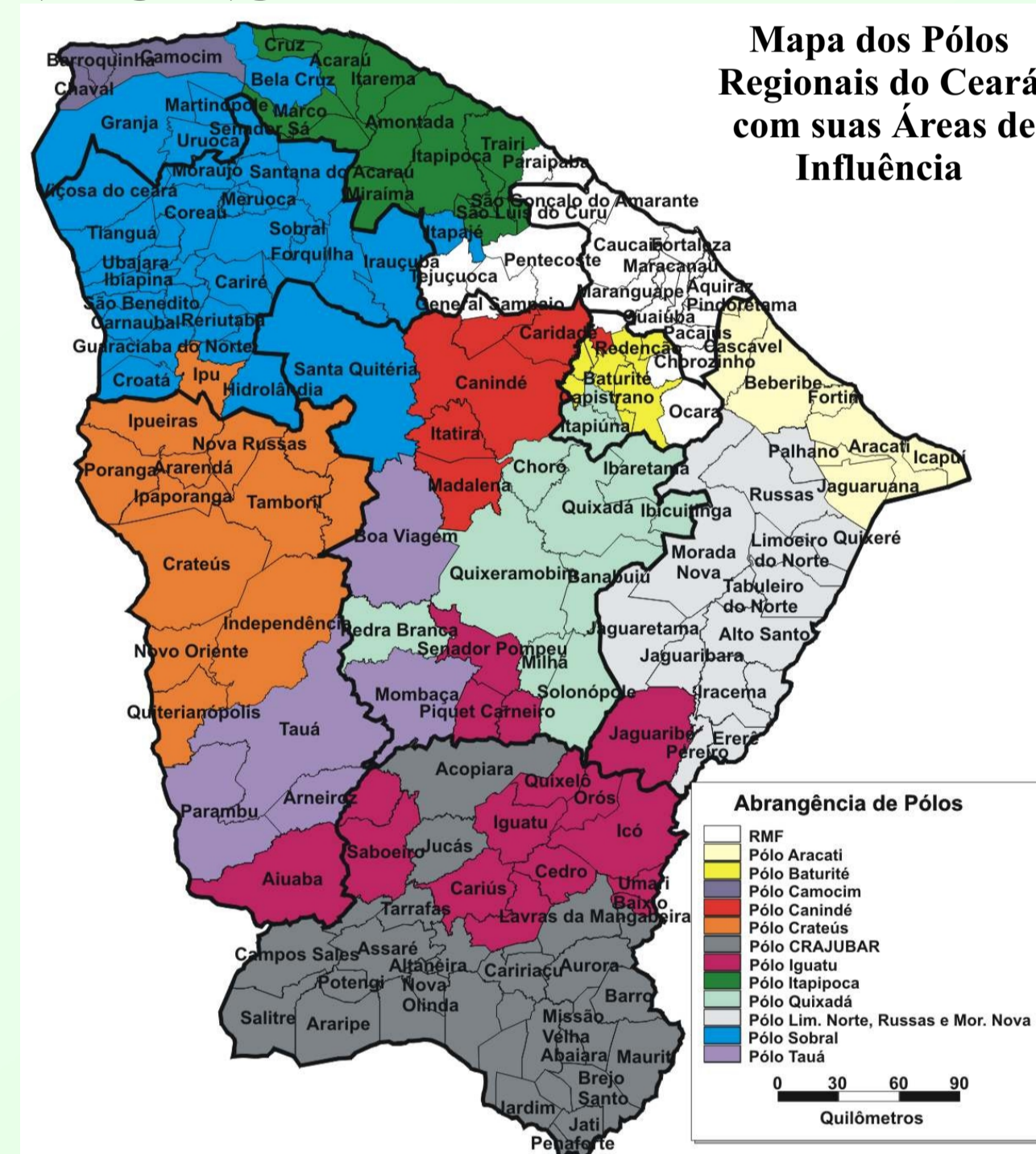


Para melhor explicar a variável quantidade de viagens dos intermunicipais do Estado do Ceará, correlacionou, através de uma matriz de correlação, o número de viagens radiais, ou seja, viagens com destino à Fortaleza do ano de 1997, com variáveis socioeconômicas explicativas (cerca de 50). Com isso, obteve-se a variável **taxa de viagens** que é a relação entre o número de viagens produzidas pela população de 18 a 64 anos. Esta variável foi aplicada a todos os outros cenários de estudo, que são divididos em viagens radiais e regionais (viagens entre municípios com exceção de Fortaleza). E esses cenários foram subdivididos para o transporte regular, transporte clandestino e o total (soma dos dois anteriores) para os anos de 1997 e 2004.

DEFINIÇÃO DOS PÓLOS REGIONAIS E SUAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Através do Plano de Desenvolvimento Regional do Ceará (PDR) e confirmação através de análises socioeconômicas dos municípios, constatou-se que os seguintes municípios são pólos em suas regiões: Canindé, Baturité, Quixadá, Itapipoca, Aracati, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Russas, Sobral, Tauá, Iguatu, Crateús, Camocim, Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. Limoeiro do Norte, Morada Nova e Russas, assim como Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, formam entre si pólos conjugados, tendo o segundo pólo (CRAJUBAR) uma maior polarização, devido até a cornubação sofrida por essas cidades.

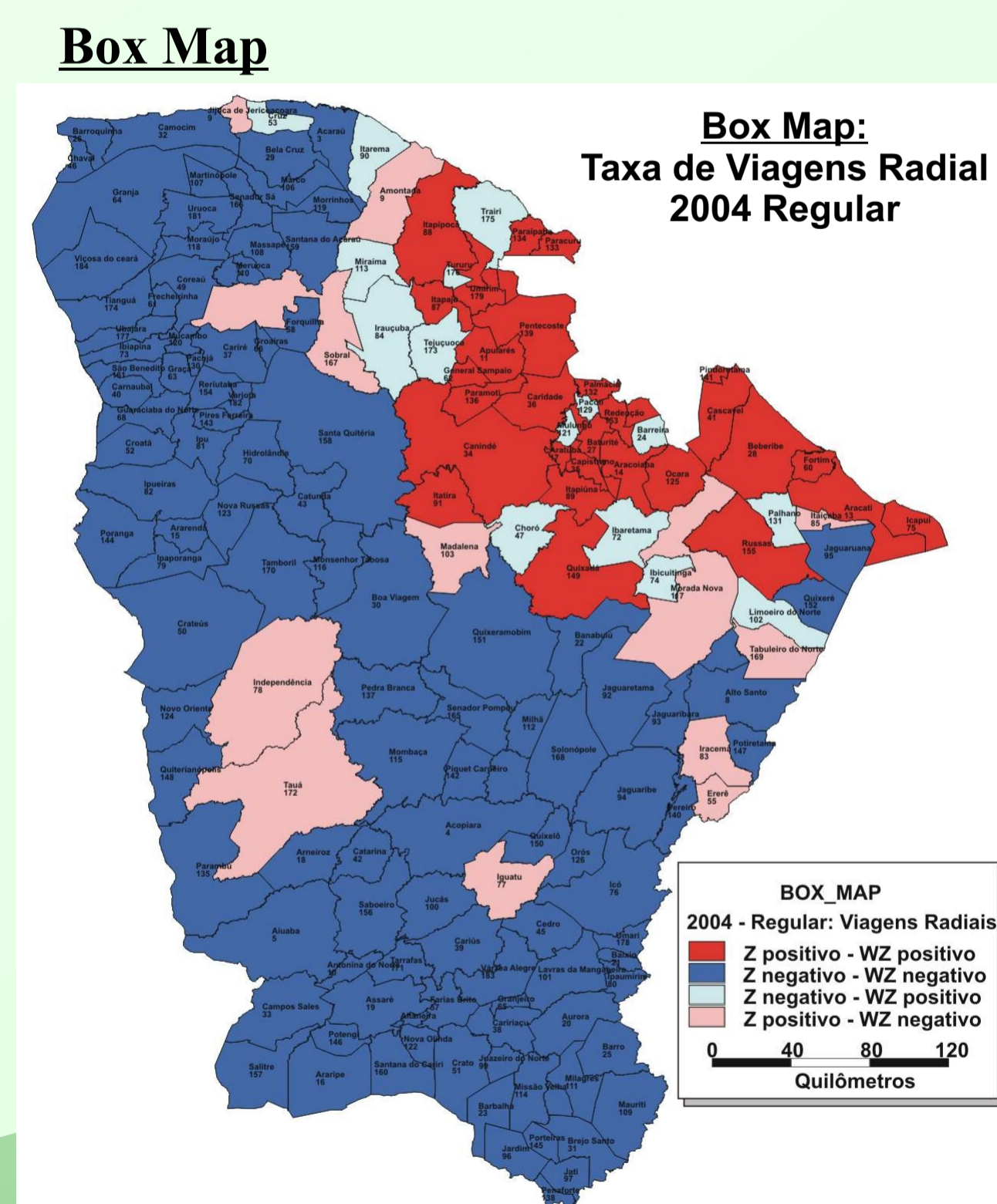
Já as áreas de influência foram determinadas através da capacidade de cada pólo atrair viagem dos outros municípios, ou seja, se um município (não-pólo) tiver viagem para dois pólos, ele está incluído na área de influência do pólo que atrair o maior número de viagens deste. O mapa temático, a seguir representa os pólos e suas área de influência:



ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL DA VARIÁVEL TAXA DE VIAGENS

O comportamento espacial da variável pode ser verificado através da análise espacial exploratória. Com a inserção dos dados no pacote computacional GeoDa™ e utilizando uma matriz de proximidade de 1ª ordem (matriz que relaciona o município com seus respectivos vizinhos) foram gerados alguns resultados para a análise espacial exploratória que são:

- Box Map
- Moran Map
- Índice de Moran



Através do Box Map pôde-se verificar o comportamento da variável taxa de viagens de cada um dos pólos, como está mostrado nas tabelas abaixo. Com isso, pôde-se determinar a influência que cada pólo passa sobre a sua vizinhança.

| Pólos | Radiais | | | | | | Regionais | | | | | |
|-------------------|---------|---------|-------------|-------|---------|-------------|-----------|--|--|--|--|--|
| | Total | Regular | Clandestino | Total | Regular | Clandestino | | | | | | |
| Canindé | | | | | | | | | | | | |
| Baturité | | | | | | | | | | | | |
| Quixadá | | | | | | | | | | | | |
| Itapipoca | | | | | | | | | | | | |
| Aracati | | | | | | | | | | | | |
| Limoeiro do Norte | | | | | | | | | | | | |
| Morada Nova | | | | | | | | | | | | |
| Russas | | | | | | | | | | | | |
| Sobral | | | | | | | | | | | | |
| Tauá | | | | | | | | | | | | |
| Iguatu | | | | | | | | | | | | |
| Crateús | | | | | | | | | | | | |
| Camocim | | | | | | | | | | | | |
| CRAJUBAR | | | | | | | | | | | | |

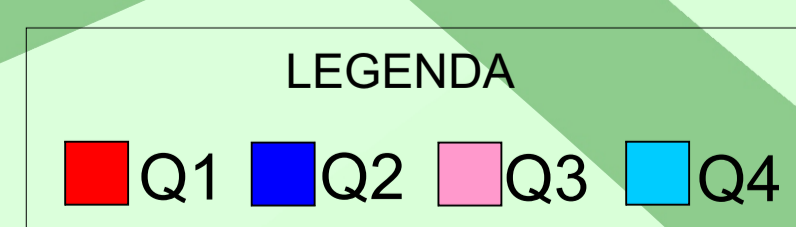
Ao analisar todos os Box Maps dos diferentes cenários de análise, verificando, também, os aspectos sócio-econômicos que os pólos regionais estão inseridos, pôde-se definir as seguintes características para cada quadrante relacionado ao Box.

Viagens Radiais

- Q1: Pólo e região próximas a Fortaleza, com isso, tendo sendo dependente da capital
- Q2: Pólo e região distantes de Fortaleza, com isso, tendo certa independência da capital
- Q3: Pólo com forte dependência de Fortaleza e a sua região não, provavelmente, devido a influência do pólo
- Q4: Forte ligação da região e fraca ligação do pólo com a capital

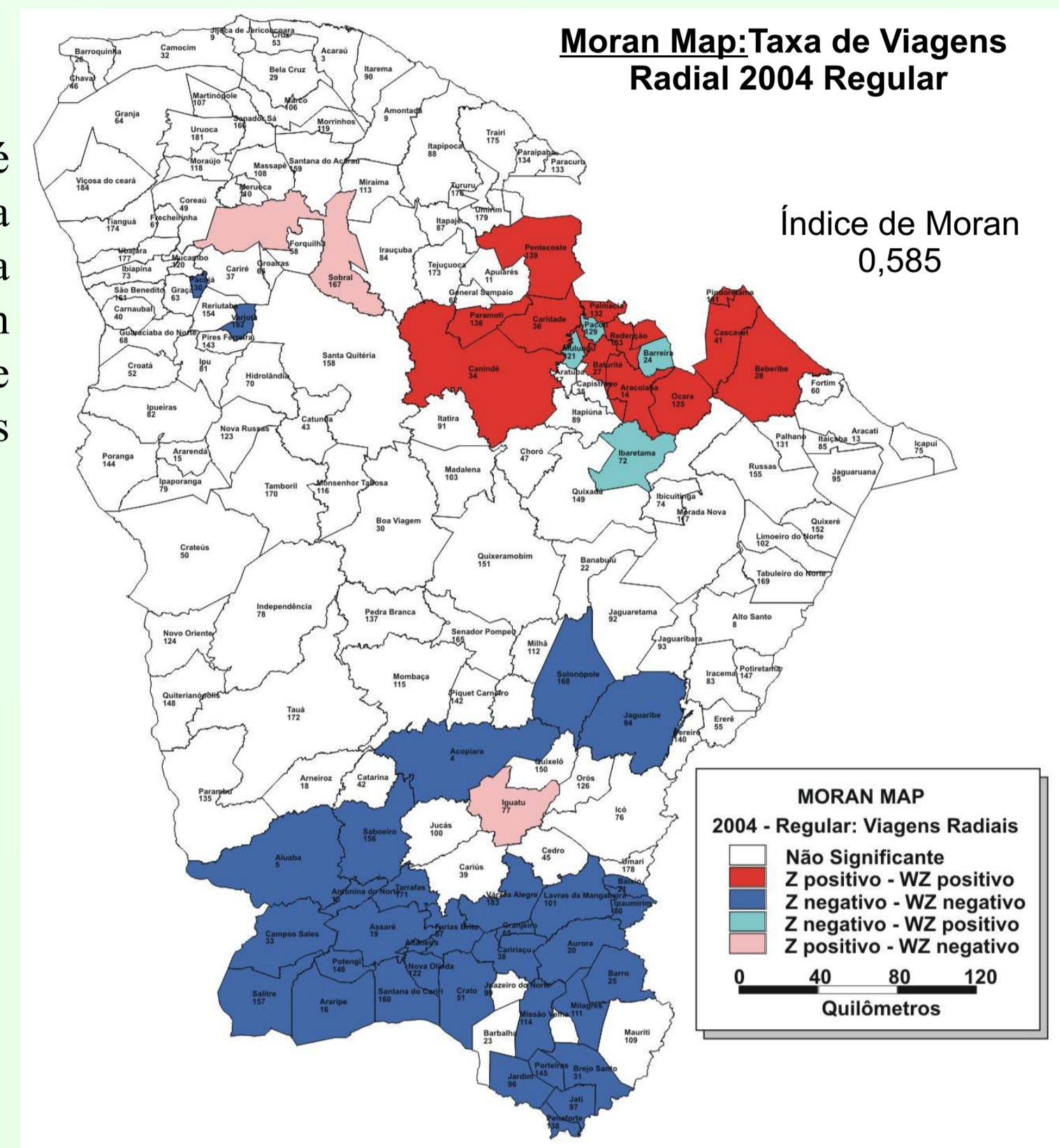
Viagens Regionais

- Q1: Ligação Intra-Regional forte
- Q2: Ligação Intra-Regional fraca
- Q3: Forte ligação Pólo-Municípios
- Q4: Forte ligação Municípios-Pólo



Moran Map

Este índice, segundo RAMOS (2002), a autocorrelação espacial é calculada a partir dos desvios em relação à médias, como uma medida de covariância. Os dados são apresentados com certa significância estatística são classificados em quatro grupos: Não significantes, com significância de 95% (classe 1), com significância de 99% (classe 2) e com significância de 99,9% (classe 3). Para a análise deste trabalho, os dados se apresentam não significativos e com significância de 95%.



Índice de Moran

Através do valor deste percebe-se a autocorrelação espacial da variável. Quanto mais próximo do valor ± 1 mais autocorrelacionado espacialmente está e quanto mais próximo de 0 menos autocorrelacionado está. No Moran Map, ao lado, verifica-se que seu índice de Moran é de 0,585, ou seja, vemos que a variável tem uma boa autocorrelação espacial.

EXCLUSÃO DE ALGUNS MUNICÍPIOS PÓLOS DO MODELO DA RGP, A PARTIR, DA ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL

Tendo em vista o conceito de cada quadrante e sabendo o comportamento de calibração da RGP, o quadro ao lado indica os possíveis casos de exclusão do modelo: Analisando os quadrantes problemáticos, verifica-se que o Q4 não causará um grande problema na RGP, pois ele é tido como uma possível zona de crescimento, assim não afetando o modelo de previsão. Já Q3 verifica-se que é realmente uma zona atípica e causará problemas na calibração e, com isso, deve ser excluído do modelo. Para a exclusão são pegue os municípios com Q3 significativos, ou seja, os que são representados pelo Moran Map.

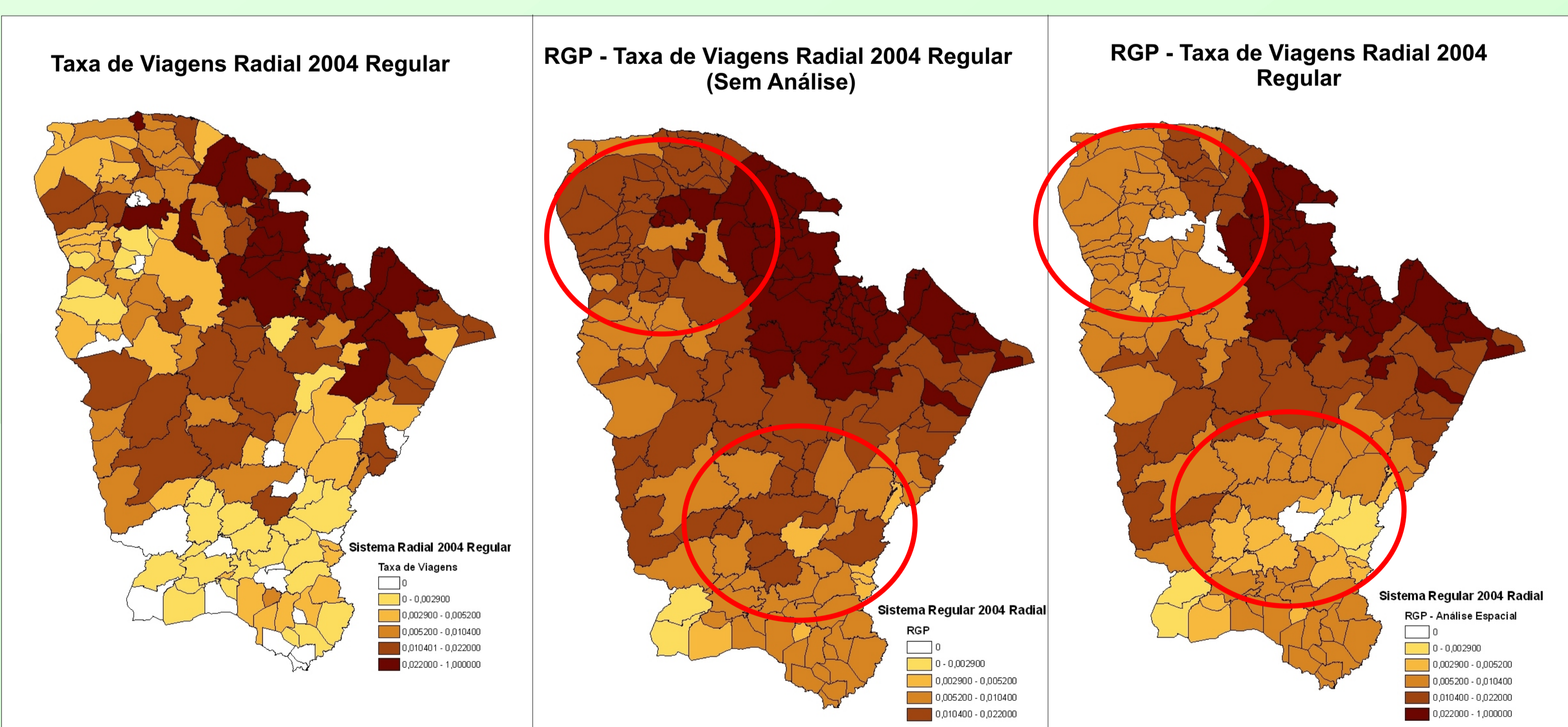
| Quadrante | INFLUÊNCIA | |
|-----------|-----------------|-----------------|
| | Pólo Vizinhança | Vizinhança Pólo |
| 1 | ✓ | ✓ |
| 2 | ✓ | ✓ |
| 3 | ✗ | ✗ |
| 4 | ✗ | ✗ |

| | |
|---|--|
| ✓ | Não apresenta problemas no modelo da RGP |
| ✗ | Apresenta problemas no modelo da RGP |

3. RESULTADOS

COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DA RGP COM E SEM EXCLUSÃO

Feita a análise foi processado o modelo de regressão geograficamente ponderado com todos os municípios. Logo em seguida, é processado novamente com a exclusão dos municípios detectados pela análise. Como tem-se os dados relativos ao ano de processamento, faz-se um comparativo da taxa real com a taxa gerada com todos os município e com a taxa gerada com as exclusões. A seguir, observa-se este dados através de mapas temáticos:



4. CONCLUSÕES

Através das análise e resultados deste trabalho foi possível concluir que:

- A exclusão da influência atípica dos pólos nas suas regiões através da análise espacial exploratória promove uma melhoria local do modelo de geração, ajudando assim na aplicação do modelo da RGP;
- As áreas de influência dos pólos são similares as áreas de melhoria do modelo da RGP, devido, principalmente, a proximidade desta área ao pólo e por ser uma variável que tem uma autocorrelação espacial razoável.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Henrique, C. S. (2004). *Diagnóstico Espacial da Mobilidade e da Acessibilidade dos Usuários do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza*. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 163 fl
- Anselin, L. (2005) Contiguity-Based Spatial Weights. In: Anselin, (ed.) *Exploring Spatial Data with GeoDa™: A Workbook*. Center for Spatially Integrated Social Science, Santa Barbara, USA.
- Caliper (2002) *TransCAD - Transportation Workstation Software, User's Guide*, Version 4.5 for Windows. Caliper Corporation, Newton, USA.
- Loureiro, C. F. G.; Silva H. N. e Carvalho, L. E. X (2006) *Metodologia de Análise de Regressão Geograficamente Ponderada Aplicada ao Fenômeno das Intermunicipais*. Trabalho submetido ao XX Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, ANPET, Brasília.