

Análise exploratória espacial de indicadores de qualidade de vida para os municípios do estado do Espírito Santo: dados preliminares

Thamara Júlia da Cruz Saturnino¹
Oeslei Gomes de Melo¹
Paulo de Tarso Ferro de Oliveira Fortes¹

¹ Departamento de Geologia/Universidade Federal do Espírito Santo – DEGEO/UFES
Caixa Postal 16 - 29500-000 - Alegre - ES, Brasil
thamarasaturnino@gmail.com
oeslei@live.com
paulo.fortes@ufes.br

Abstract. This article have as target use a tool of a geographic information software, the “Terra View”, for the study of social indicators in the state of Espírito Santo. The used indicators are about three areas: social, environment and economic. For each area two different data are going to be used. The choice of the areas was made based in Gama e Strauch (2009). The datas for the execution of the study was taken from CENSO 2010, researches done by the Brazilian Institute of Geography and Statistics. For the area exploratory analisys Moran Index was used, global and local. Based on the index calculated, maps was generated for each side that was possible to find the clusters formation. The clusters indicate that there is a area relation between the cities, the best index for quality of life was found in the metropolitan area of Vitória. Probably, it can be related to the urbanization process, the most urbanized areas normally have better resources, specially the basic resources, the essential ones for a sustentable life, sanitation and schooling. There are clusters too out of the metropolitan area, but it shows a good quality of life index.

Palavras-chave: Geographic Information System, Moran Index, clusters, Sistema de Informações Geográficas, Índice de Moran, agrupamentos.

1. Introdução

O geoprocessamento para estudos de análise exploratória espacial, assim como outras ferramentas contidas em programas de SIG, vem sendo utilizado como auxílio no planejamento urbano.

O Espírito Santo possui 78 municípios, tendo como capital a cidade de Vitória. Localiza-se na região Sudeste do Brasil, entre os paralelos 17°53' e 21°19' de latitude Sul e os meridianos 39°39' e 41°52' de longitude Oeste. Com população de 3.514.952 habitantes e uma área de 46.098,571 km², possui densidade demográfica de 76,25 habitantes/km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010). A Figura 1 representa o estado do Espírito Santo, subdividido em microrregiões, com os estados vizinhos.

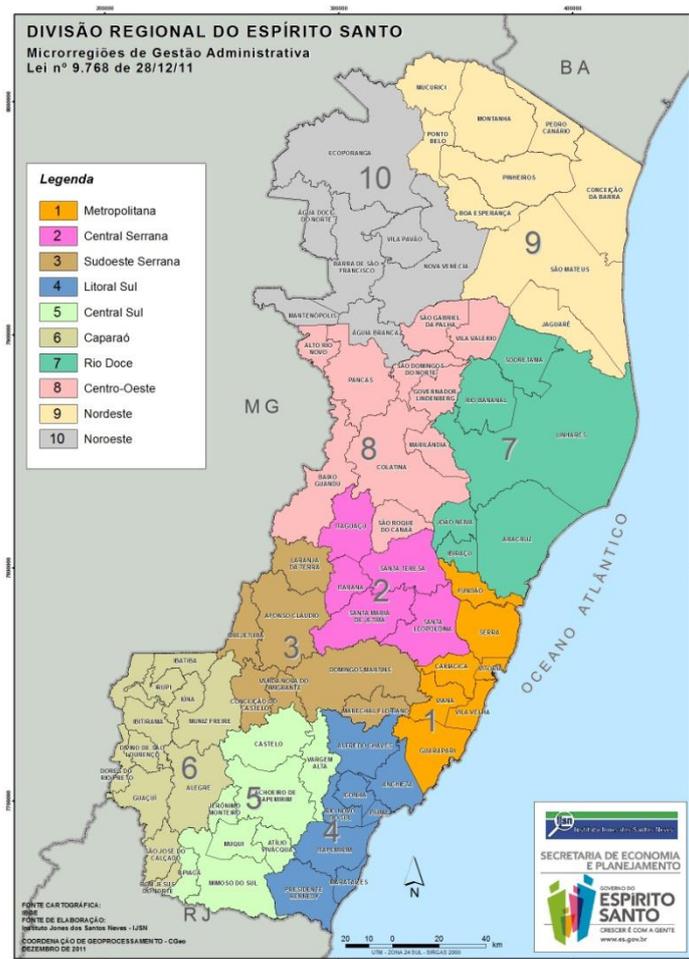


Figura 1. Localização do estado do Espírito Santo e sua divisão por Microrregiões. (Fonte: IJSN)

O presente trabalho, através desta técnica, visa correlacionar espacialmente alguns os municípios do estado do Espírito Santo, segundo critérios sociais, ambientais e econômicos, cada qual subdividido em dois itens (Tabela 1),

Tabela 1. Dados por município utilizados na análise exploratória espacial.

| Área | Subárea | Descrição do dado |
|------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Social | Características da população | Porcentagem da população urbana |
| | Educação | Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade |
| Ambiental | Saneamento | Porcentagem de domicílios particulares atendidos com Abastecimento de Água por Rede Geral |
| | | Porcentagem de Domicílios com esgotamento sanitário por Rede Geral de Esgoto |
| Econômica | Produção | PIB |
| | Rendimento | Renda Domiciliar Média <i>per capita</i> |

2. Metodologia de Trabalho

Os dados utilizados para a elaboração deste trabalho foram retirados das pesquisas do Censo Demográfico de 2010 realizadas pelo IBGE. Os critérios de avaliação dos indicadores sociais foram escolhidos com base em Gama e Strauch (2009).

Após organizar os dados em uma tabela, com o auxílio do programa *Access*, o vetor dos municípios do Espírito Santo foi associado a esta tabela de atributos.

No programa *Terra View 4.2.1*, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, os dados foram importados e em seguida foi aplicado o Índice de Moran Global e Local para cada atributo afim de fazer a análise exploratória espacial. Foram gerados mapas de dependência espacial global e local, a partir dos índices calculados, os quais foram analisados posteriormente. Além dos mapas, também foram criados gráficos de espalhamento de Moran para cada dado.

O Índice de Moran (Equação 1) é um método de autocorrelação espacial em que fornece um único valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados. Ou seja, ele mede o quanto o valor observado de um atributo numa região é independente dos valores desta mesma variável nas localizações vizinhas. Os valores do índice variam de -1 a +1, sendo que valores negativos (entre 0 e -1) significa uma autocorrelação negativa ou inversa e valores positivos (entre 0 e +1) significa uma autocorrelação positiva ou direta. Quando o valor do índice é zero pode-se afirmar que não há autocorrelação espacial. Ao calcular o Índice de Moran um valor de significância (p-valor) também é gerado. Se o ρ -valor for menor do que 0,05, significa uma hipótese de correlação para os dados estudados.

O Índice de Moran Global representa uma autocorrelação considerando apenas o primeiro vizinho. Já o Índice Local (Equação 2), LISA, representa a correlação específica para cada área, evidenciando as que possuem maior semelhanças, gerando *clusters* (agrupamentos).

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Z_i - \bar{Z})(Z_j - \bar{Z})}{\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2} \quad (1)$$

$$I_i = \frac{Z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_j}{\sum_{j=1}^n Z_j^2} \quad (2)$$

Nas equações acima representadas (Druck et al., 2004), n é o número de áreas, Z_i é o valor do atributo considerado na área i , \bar{Z} é o valor médio do atributo na região estudada e W_{ij} são os pesos atribuídos conforme a conexão entre as áreas i e j .

O Gráfico de Espalhamento de Moran (Figura 2) é uma forma de visualizar e interpretar a associação linear entre cada valor do atributo em relação à média dos valores dos atributos de seus vizinhos.

Este gráfico tem como origem a coordenada (0,0) e é dividido em quatro quadrantes. O primeiro quadrante (Q1) indica que a área do atributo em questão está envolta por áreas de comportamento semelhante (correlação positiva) e que tanto o valor do atributo quanto o valor médio para seus vizinhos estão acima da média do conjunto (alto-alto). O segundo quadrante (Q2) indica que o atributo e a média dos vizinhos estão abaixo da média (baixo-baixo). Q3 e Q4 possuem correlação negativa. (Anselin, 1993).

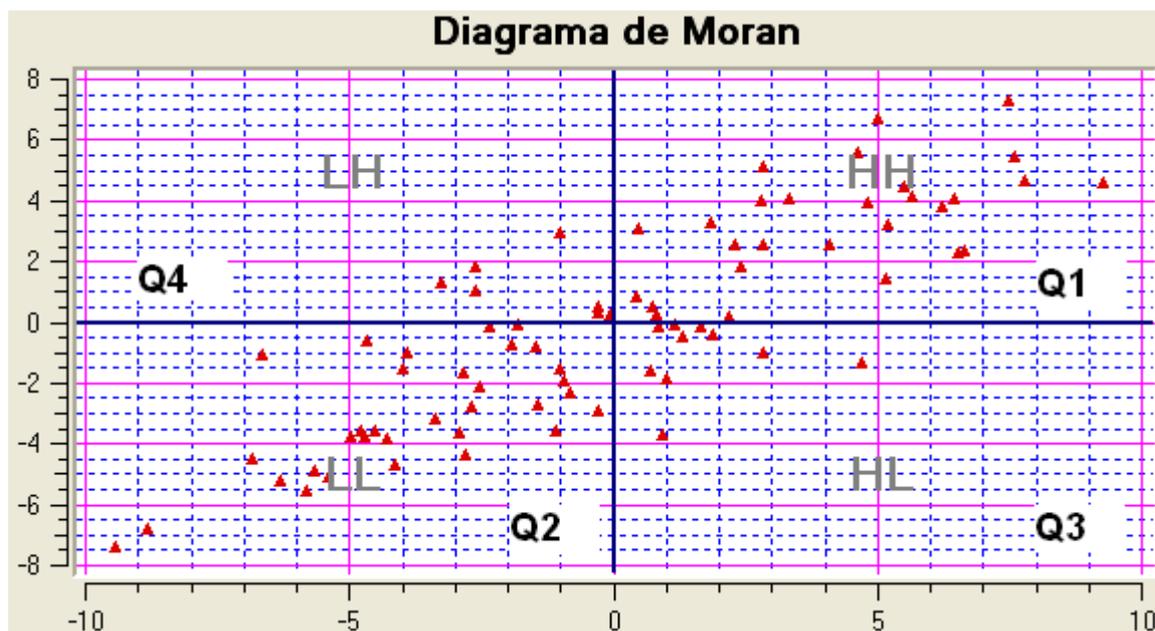


Figura 2. Gráfico de Espalhamento de Moran.

3. Resultados e Discussão

Os valores do Índice de Moran e ρ -valor estão relacionados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados da Estatística Espacial Global.

| Dado | Índice de Moran (Global) | ρ -valor |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|
| Porcentagem de população urbana | 0,3101 | 0,01 |
| Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade | 0,6626 | 0,01 |
| Porcentagem de domicílios Particulares Atendidos com Abastecimento de Água por Rede Geral | 0,2983 | 0,02 |
| Porcentagem de Domicílios com esgotamento sanitário por Rede Geral de Esgoto ou Pluvial | 0,1901 | 0,04 |
| PIB | 0,4273 | 0,01 |
| Renda Domiciliar Média <i>per capita</i> | 0,2021 | 0,06 |

Segundo a tabela 2, todas as variáveis apresentaram Índice de Moran >0 e ρ -valor $<0,05$, com exceção da Renda Domiciliar Média *per capita*, que possui ρ -valor de 0,06. Isso significa que há uma autocorrelação espacial positiva e alta significância para quase totalidade dos atributos selecionados.

A seguir, resultados do trabalho serão apresentados por aspecto: social, ambiental e econômica.

3.1. Aspecto Social

No contexto do aspecto social foram analisadas a taxa de população urbana dos municípios e a taxa de analfabetismo.

Quanto à taxa de urbanização (Figura 3), formaram-se *clusters* do tipo *high-high* na microrregião Metropolitana, onde Vitória apresenta 100% de população urbana e Vila Velha 99,5%; na microrregião do Rio Doce, onde destacam Aracruz e Linhares com taxa acima de 86%; na região Nordeste, onde Pedro Canário possui maior índice, de 92,7% e na região do Caparaó, onde Muqui apresenta a menor taxa do grupo, com 65% enquanto Bom Jesus do Norte apresenta cerca de 92% de urbanização.

Os *clusters* do tipo *low-low* se encontram nas regiões Serrana e Noroeste, sendo que as menores taxas da região Serrana pertencem à Domingos Martins e Vargem Alta, com taxa de urbanização de 24% e 35%, respectivamente; já na região Noroeste, com 24%, Águia Branca possui menor índice.

No critério educação, Figura 4, os *clusters* de padrão *high-high* se formaram, basicamente, nas microrregiões Nordeste, Noroeste e Caparaó. Isto indica que estes agrupamentos possuem taxas de analfabetismo acima da média, variando de 14,23% (Vila Pavão) a 21,69% (Ponto Belo).

Os *clusters* de padrão *low-low* se encontram nas microrregiões Metropolitana, Rio Doce, Serrana e Central Sul, sendo que Vitória e Vila Velha possuem as menores taxas de analfabetismo, com 2,98% e 3,57%, respectivamente.

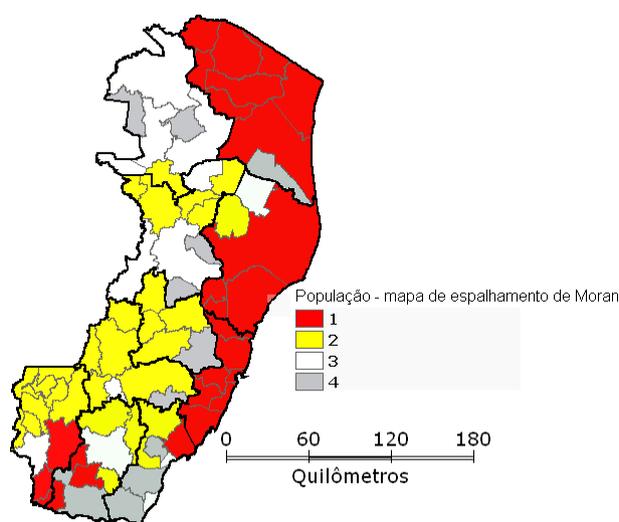


Figura 3. Mapa de espalhamento de Moran para Porcentagem de população urbana.

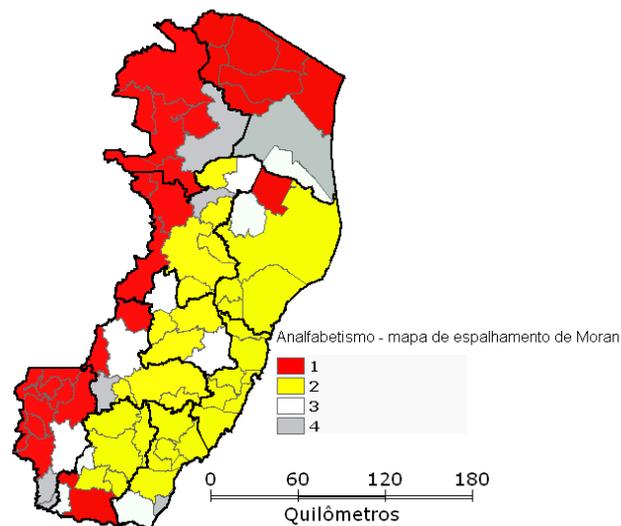


Figura 4. Mapa de espalhamento de Moran para taxa de Analfabetismo.

3.2. Aspecto Ambiental

Para abordagem ambiental, foram consideradas as taxas de abastecimento de água (Figura 5) e esgotamento sanitário (Figura 6), ambos por rede geral, ou seja, água e esgoto canalizados.

Nas microrregiões Metropolitana, Litoral Sul e parte da Rio Doce formaram-se *clusters* do tipo *high-high* para abastecimento de água por rede geral. A cidade de Guarapari, embora esteja localizada na microrregião Metropolitana, se inseriu em *cluster* do tipo *low-low*. Ibiraju, Cariacica e Vitória possuem as maiores taxas para este dado, com 75%, 90% e 99%, respectivamente.

Ainda para abastecimento de água, os padrões *low-low* se estabeleceram nas microrregiões Caparaó, Sudoeste Serrana e parte sul da Noroeste juntamente com a parte norte da Centro-Oeste. Os valores considerados abaixo da média variam aproximadamente entre 45% a 50%.

Em relação ao esgotamento sanitário, formaram-se *clusters* do tipo *high-high* nas microrregiões Metropolitana, Rio Doce e Nordeste. As microrregiões Litoral Sul e Serrana, predominantemente, apresentaram *clusters* do tipo *low-low*. Os índices de recolhimento de esgoto por rede geral na Região Metropolitana são acima de 67%, enquanto que os padrões com baixas taxas deste atendimento variam entre 20% a 55%, aproximadamente.

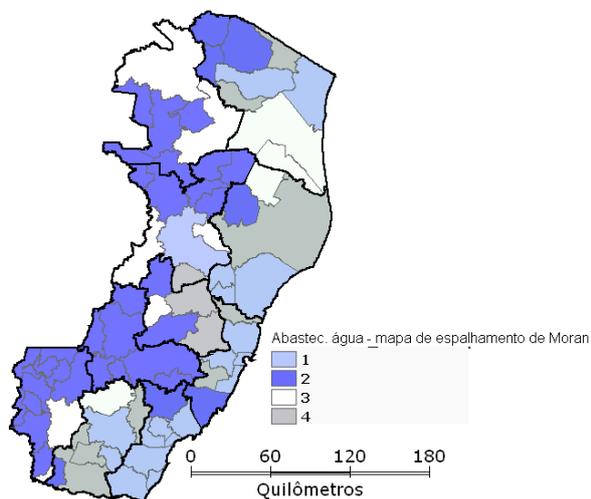


Figura 5. Mapa espalhamento de Moran para taxa de abastecimento de água por rede geral.

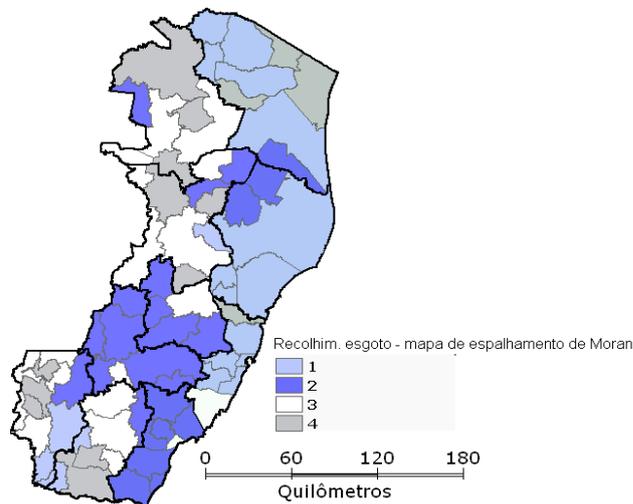


Figura6. Mapa de espalhamento de Moran para recolhimento de esgoto por rede geral.

3.2. Aspecto Econômico

Para compor os dados econômicos foram utilizados o PIB e a Renda Domiciliar Média *per capita*. Esta renda corresponde ao total da renda média dos domicílios dividido pelo número total de habitantes.

Para as variáveis do PIB (Figura 7), a microrregião Metropolitana foi onde se obteve um agrupamento de valores altos, onde os maiores dados estão em Vitória (R\$ 19.782.627,87) e Serra (R\$ 11.531.826,35). Os demais municípios possuem uma homogeneidade de valores, relativamente baixos.

Em relação ao rendimento (Figura 8), destacam-se como *cluster* do tipo *high-high*, as microrregiões Metropolitana, Rio Doce (juntamente com parte da Centro-Oeste) e Serrana. Vila Velha e Vitória possuem os maiores valores de rendimento: R\$ 1.217,67 e R\$ 1.801,50, respectivamente.

Os grupos de municípios com valores baixos de rendimento possuem renda entre R\$ 500,00 e R\$ 600,00, aproximadamente.

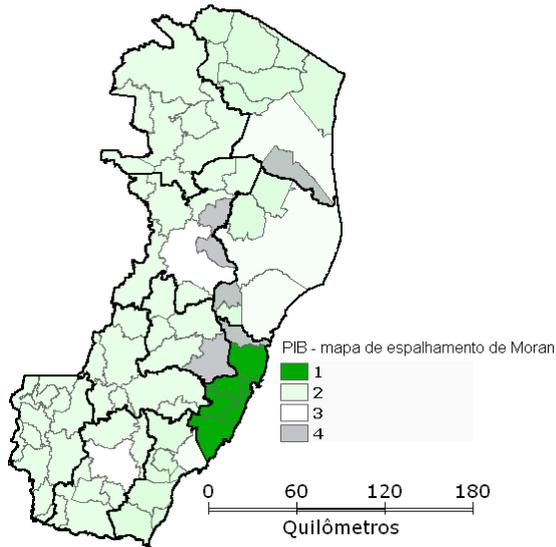


Figura 7. Mapa de espalhamento de Moran para dados do PIB.

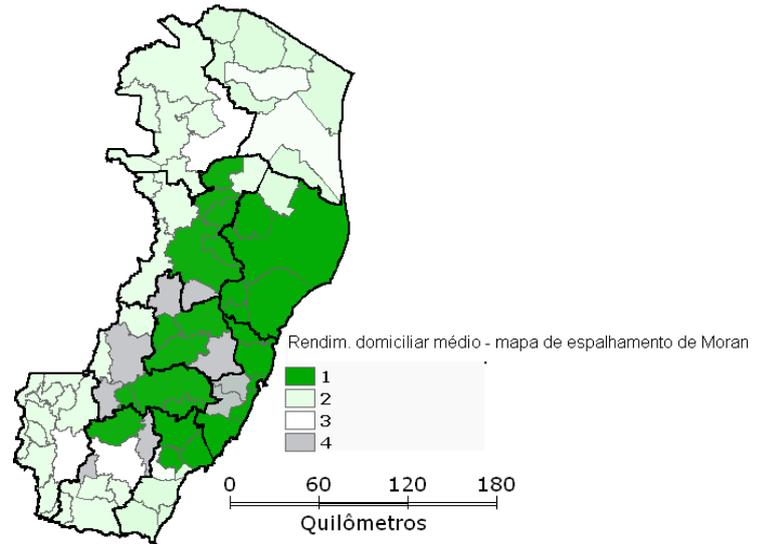


Figura 8. Mapa de espalhamento de Moran para Renda Domiciliar Média *per capita*.

4. Conclusões

Os resultados obtidos nesse trabalho sugerem uma dependência espacial para dados sociais, ambientais e econômicos. Isso significa que os valores de tais atributos possuem similaridade entre os municípios e seus respectivos vizinhos, como demonstrados na Tabela 1.

Como esperado, a microrregião Metropolitana de Vitória apresentou as maiores taxas de indicadores qualidade de vida, especialmente os municípios de Vitória, capital do estado, e Vila Velha. Essa evidência fica bem marcada na Figura 7, onde o agrupamento no quadrante 1, *hgh-high*, se limitou à essa microrregião.

Também em decorrência de serem pólos industriais e, conseqüentemente, possuírem alta taxa de urbanização, a microrregião do Rio Doce, onde se localiza os municípios de Aracruz e Linhares, também possui altos índices de indicadores sociais, tais como abastecimento de água e recolhimento de esgoto por rede geral e renda média domiciliar.

Os municípios de Cachoeiro de Itapemirim e Colatina, embora não se enquadrem em certos agrupamentos de altos padrões dos indicadores em questão, oferecem boa qualidade de vida aos seus habitantes, segundo critérios avaliados. Estes municípios por apresentarem índices discrepantes do seu entorno, se inserem nos quadrantes Q3 ou Q4 no mapa de espalhamento de Moran, onde a correlação espacial é negativa.

A região Nordeste, embora apresente alta taxa de população urbana, apresenta taxas de analfabetismo acima da média e valores de PIB e renda abaixo da média.

A região Serrana e do Caparaó foram as que apresentaram em grande parte, baixas taxas de indicadores sociais, apesar da Região Serrana se inserir no *cluster* de valores de renda média domiciliar acima da média.

O presente trabalho apresenta dados preliminares e pode servir como base para próximos estudos.

Referências

Anselin, L. The Moran Scatterplot as an ESDA Tool to Assess Local Instability in Spatial Association. 1993. Apud: Marques, A. P. S; Holzschuh, M. L; Tachibana, V. M.; Imai, N. N. Análise exploratória de dados de área para índices de furto na mesorregião de Presidente Prudente – SP. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, Recife. Disponível em:

< http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/A_223.pdf> Acesso em 04 maio 2012.

Caracterização Territorial. Limites e Regionalizações. Disponível em:

<<http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/mapas/es/caracterizacaoterritorial.php>>. Acesso em: 21 out. 2012.

Druck, S.; Carvalho, M. S.; Câmara, G.; Monteiro, A. V. M.; Camargo, E. C. G.; Felgueiras, C. A.; Cruz, O. G.; Correa, V. Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: Embrapa, 2004. 209p. Apud: Marques, A. P. S; Holzschuh, M. L; Tachibana, V. M.; Imai, N. N. Análise exploratória de dados de área para índices de furto na mesorregião de Presidente Prudente – SP. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, Recife. Disponível em:

< http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/A_223.pdf> Acesso em 04 maio 2012.

Gama, R. G.; Strauch, J. C. M. Análise espacial de indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Aplicação do índice de Moran. In: Congresso de Geógrafos de America Latina 12., 2009, Montevideú. Disponível em:

< http://egal2009.easyplanners.info/area04/4167_Gama_Rogério_Gutierrez.pdf>. Acesso em: 04 maio. 2012.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. IBGE, 2010.