

ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL DE INDICADORES DE
DESENVOLVIMENTO SOCIOAMBIENTAL DAS REGIÕES DE
PLANEJAMENTO DO NORTE E NORDESTE GOIANO

*SPATIAL EXPLORATORY ANALYSIS OF INDICATORS OF THE SOCIO-
ENVIRONMENTAL DEVELOPMENT OF NORTH AND NORTHEAST
PLANNING AREAS IN GOIÁS*

*ANÁLISIS EXPLORATORIA ESPACIAL DE LOS INDICADORES DE
DESARROLLO SOCIO-AMBIENTAL DE LAS REGIONES DE
PLANIFICACIÓN DEL NORTE Y NORESTE DE GOIÁS*

Fabrizia Gioppo Nunes

Doutora em Geologia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná- UFPR
Prof.^a do Instituto de Estudos Socioambientais – IESA/UFG. Goiânia/GO.
Campus Samambaia Caixa Postal 131. Goiânia – GO
e-mail: fabrizia.iesa.ufg@gmail.com

Resumo

A análise espacial permite a compreensão da distribuição dos dados advindos de fenômenos ocorridos em certa região geográfica. Permite descrever e visualizar as distribuições espaciais globais e locais, descobrir padrões de associação espacial (*clusters*), analisar instabilidades espaciais e identificar situações atípicas (*outliers*). No interesse de oferecer um instrumento simples e eficaz que infere a magnitude da autocorrelação espacial baseando em dados de fontes censitárias, a principal contribuição deste trabalho é o de apresentar um procedimento técnico metodológico que envolva ferramentas de SIG voltadas à determinação espacial de áreas de *cluster*, de indicativos socioambientais, dos municípios das regiões de planejamento do norte e nordeste goiano. Para a representação da estatística-territorial e sucessiva visualização de padrões de correlação espaciais será utilizada a associação espacial global (Índice de Moran) e local (*LISA MAP*), bem como o diagrama de espalhamento de Moran (*BOX MAP*). Como indicadores socioambientais foram usados os dados censitários do IBGE e SEGPLAN-GO referentes aos índices de taxa de analfabetismo, população urbana, IDHM-longevidade, IDHM-renda, saneamento e destinos do lixo.

Palavras-chave: distribuição espacial, autocorrelação, dados geográficos, socioambiental.

Abstract

The spatial analysis allows the understanding of the distribution of data which arose from phenomena that occurred in a particular geographic region. It allows describing and visualizing global and local spatial distributions, as well as discovering patterns of spatial association (*clusters*), analyzing spatial instabilities and identifying atypical situations. For the sake of offering simple and effective means that infer the magnitude

of spatial autocorrelation, based on census data sources, the main contribution of this paper is to present a technical methodological procedure involving GIS tools aimed at determining spatial cluster areas of social and environmental indicators, of cities that belong to the Northern and Northeastern planning area in Goiás. For the representation of territorial statistics and the successive display of spatial correlation patterns, the global spatial (Moran's index) and local (LISA MAP) association, as well as the Moran Scatterplot (BOX MAP). As social and environmental indicators, the census data regarding the rates of illiteracy, urban population, longevity IDHM (Municipal Human Development Index), income IDHM, sanitation and waste destinations, belonging to IBGE and SEGPLAN-Goiás, were used.

Keywords: spatial distribution, autocorrelation, geographic data, socio-environmental.

Resumen

El análisis espacial permite una comprensión de la distribución de los datos derivados de los fenómenos que ocurren en una determinada región geográfica. Permite describir y visualizar la distribución espacial global y local, descubrir los patrones de asociación espacial (clusters), analizar las inestabilidades espaciales e identificar situaciones atípicas (outliers). Con el objetivo de proporcionar una herramienta simple y eficaz que infiere la magnitud de autocorrelación espacial, sobre la base de fuentes de datos del censo, la principal contribución de este trabajo es presentar un procedimiento técnico metodológico que implica el uso de herramientas de SIG encaminadas a determinar las áreas de clusters de los indicadores sociales y ambientales, de los municipios de las regiones norte y noreste de Goiás. Para la representación de la estadística-territorial y de los patrones de correlación espacial utilizará la asociación espacial global (Índice de Moran) y local (*Lisa Map*), así como el diagrama de dispersión de Moran (*Box Map*). Como indicadores socio-ambiental se utilizaron los datos del censo del IBGE y SEGPLAN-Goiás relacionados a las tasas de analfabetismo, población urbana, IDHM-longevidad, IDHM-ingreso, saneamiento y los destinos de residuos.

Palabras clave: distribución espacial, autocorrelación, datos geográficos, socio-ambiental.

Introdução

Uma das principais características da informação geográfica é a sua localização espacial, no entanto, os dados geográficos não coexistem de forma isolada e independente. Na natureza e na sociedade nada está dissociado, os fenômenos se inter-relacionam se completam e possuem uma dinâmica própria. Para compreender a dinâmica da distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço, inúmeros recursos computacionais têm sido usados como estratégias de aquisição, análise da distribuição e interação de informações.

É o caso da implantação de programas socioambientais na área do desenvolvimento sustentável e combate a pobreza que utilizam ferramentas computacionais modernas, fundamentais para acompanhar, com a devida rapidez, qualquer mudança econômica, social e ambiental que influenciam na qualidade de vida dos grupos sociais.

Compreender como estão inter-relacionados alguns dos eventos espaciais constitui atualmente um importante elemento de informação no estudo da estrutura e da dinâmica dos fatores indicativos do desenvolvimento socioambiental de uma região. Tais estudos vêm se tornando cada vez mais comuns devido à disponibilidade de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e, da necessidade, de explicar a distribuição espacial dos problemas e variáveis de interação socioeconômica e ambiental, os quais os modelos tradicionais e clássicos geralmente não se remetem.

Para tanto, a análise espacial permite a compreensão da distribuição dos dados advindos de fenômenos ocorridos em certa região geográfica. Refere-se a uma variedade de técnicas, utilizando-se diferentes abordagens analíticas aplicadas a diversas áreas do conhecimento. Classificada como o estudo quantitativo de fenômenos que são possíveis de serem localizados no espaço, Santos e Raia Junior (2006, p.98) enfatizam que os seus processos permitem descrever e visualizar as distribuições espaciais globais e locais, descobrir padrões de associação espacial (*clusters*), sugerir instabilidades espaciais (não-estacionariedade) e identificar situações atípicas (*outliers*).

Esses procedimentos incluem o conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados geralmente por intermédio de mapas. Desta forma, essas técnicas permitem descrever a distribuição das variáveis em estudo, identificar observações atípicas não só em relação ao tipo de distribuição, mas também em relação aos vizinhos, buscando a existência de padrões na distribuição espacial (ANSELIN, 1993).

No que se refere à automatização das informações espaciais, com o desenvolvimento das práticas dos Sistemas de Informações Geográficas é possível por intermédio do uso de estatísticas espaciais, verificar a correlação dos fenômenos socioeconômicos e ambientais facilitando o processo de tomada de decisão, pois os SIGs possuem o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais,

oferecendo diversas alternativas para o entendimento da ocupação do espaço físico (MEIRELLES e FONSECA, 2007, p.571).

Dentre estas considerações teóricas, e no interesse de oferecer um instrumento simples e eficaz que infere a magnitude da autocorrelação espacial com base em dados de fontes censitárias, o trabalho tem como objetivo central apresentar um procedimento técnico metodológico que envolva ferramentas de SIG voltadas à determinação espacial, de áreas de *cluster*, de indicativos socioambientais, das Regiões de Planejamento do Norte e Nordeste Goiano. Desta forma, a ideia central é comparar os valores normalizados do atributo numa área com a média dos seus vizinhos, utilizando-se o Índice de Moran, na representação da estatística-territorial e sucessiva visualização de padrões de correlação espaciais dos índices analisados.

Análise Exploratória de Dados Espaciais

Câmara *et al.* (2004a, p.4) verificam que os procedimentos de análise espacial lidam tanto com dados ambientais, como com os dados socioeconômicos. Em ambos os casos, a análise espacial é composta por um conjunto de mecanismos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente os relacionamentos espaciais presentes no fenômeno. Assim, o seu aspecto fundamental é mensurar as propriedades e seus relacionamentos levando em conta, a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita, ou seja, incorpora o espaço a análise que se deseja realizar.

No âmbito da presente abordagem, a análise exploratória aplicada a dados espaciais é essencial ao desenvolvimento das etapas da modelagem de estatística espacial, é sensível ao tipo de distribuição, à presença de valores extremos e à ausência de estacionariedade. Câmara *et al.* (2004b) lembram que na análise espacial é importante investigar as regiões de *outliers* não só no conjunto dos dados, mas também em relação aos seus vizinhos. Assim, esta técnica busca identificar a estrutura de correlação espacial que melhor descreva os dados, tendo como ideia básica, a estimativa da magnitude da autocorrelação espacial entre as áreas.

Em geral, o processo de modelagem é precedido de uma fase de análise exploratória associada à apresentação visual dos dados em forma de gráficos e/ou de

mapas, na identificação de padrões de dependência espacial do fenômeno em estudo. Para os autores supracitados (2004a, p.5) o modelo inferencial de autocorrelação espacial tem por objetivo focal quantificar a dependência espacial entre os valores das amostras. Para tanto, utilizam técnicas da geoestatística cuja hipótese central é o conceito de estacionariedade, que supõem um conjunto homogêneo da estrutura de correlação espacial na região de estudo.

Santos e Raia Junior (2006, p.100) em suas reflexões, concluem que o indicador global de autocorrelação espacial como o Índice de Moran é o mais utilizado quando se deseja um sumário da distribuição espacial dos dados e, se comparado aos indicadores comumente utilizados, o índice de Moran incorpora uma dimensão bastante inovadora, pois ele testa até que ponto o nível de uma variável para uma área é similar ou não às áreas vizinhas.

Ainda em referência ao Índice de Moran, Marques *et al.* (2010, p.3) afirmam que a interpretação do valor desse índice é semelhante à interpretação dada ao valor de correlação entre duas variáveis aleatórias. O índice varia no intervalo de -1 a +1. O valor igual à zero indica ausência de correlação espacial (diferenças entre vizinhos), enquanto que os valores próximos a zero correspondem a uma autocorrelação espacial muito baixa, entre o valor do atributo do objeto e o valor médio do atributo de seus vizinhos. Já os valores positivos próximos à unidade indicam autocorrelação espacial positiva, ou seja, a existências de áreas com valores similares entre vizinhos e, os valores negativos próximos à unidade, indicam autocorrelação espacial negativa.

Os indicadores estatísticos que medem a interdependência espacial se distinguem entre os globais e os locais. Os indicadores globais como o Índice Global de Moran, fornecem um único valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados. Em contrapartida, para examinar os padrões de dados espaciais em uma escala de maior detalhe, quando a dependência espacial é mais acentuada, é recomendado o Indicador Local de Associação Espacial – *LISA*, que produz um valor específico para cada objeto, permitindo assim, a identificação de agrupamentos de objetos com valores de atributos semelhantes ou objetos anômalos (LORENA, 2011, p. 4777).

Os valores determinados pelo Índice de Moran Local podem ser visualizados em um mapa denominado de *LISA MAP*. Nesse mapa podemos considerar, quando o índice

for maior que 0,05, que não há autocorrelação e, se for menor que 0,05, a correlação é significativa, sendo as áreas classificadas em cinco diferentes níveis de significância, a saber: sem significância; significância de 0,05 (95% de confiança); de 0,01 (99% de confiança); de 0,001 (99,9% de confiança); e de 0,0001 (99,99% de confiança) (MARQUES *et al.*, 2010, p.3).

Em termos gerais, o Indicador Local de Associação Espacial (*LISA*) é um parâmetro estatístico que fornece valores proporcionais àqueles da estatística global, ou seja, permite descrever o grau de semelhança ou diferença de cada evento no que diz respeito aos eventos mais próximos, e que a soma total do *LISA* de todas as áreas é proporcional ao valor obtido para o índice global, sendo o indicador local uma decomposição do indicador global (ANSELIN, 1995).

Com referência aos estudos de Santos e Raia Junior (2006, p.101), uma forma adicional de se visualizar a dependência espacial é o diagrama de espalhamento de Moran, construído com base nos valores normalizados (valores de atributos subtraídos de sua média e divididos pelo desvio padrão). A ideia é comparar os valores normalizados dos atributos numa área com a média dos seus vizinhos, construindo um gráfico bidimensional de *Z* (valores normalizados) por *WZ* (média dos vizinhos, também normalizadas), divididos em quatro quadrantes distribuídos espacialmente em um mapa (*BOX MAP*), com o objetivo de identificar pontos com associação espacial positiva ou não (Figura 1).

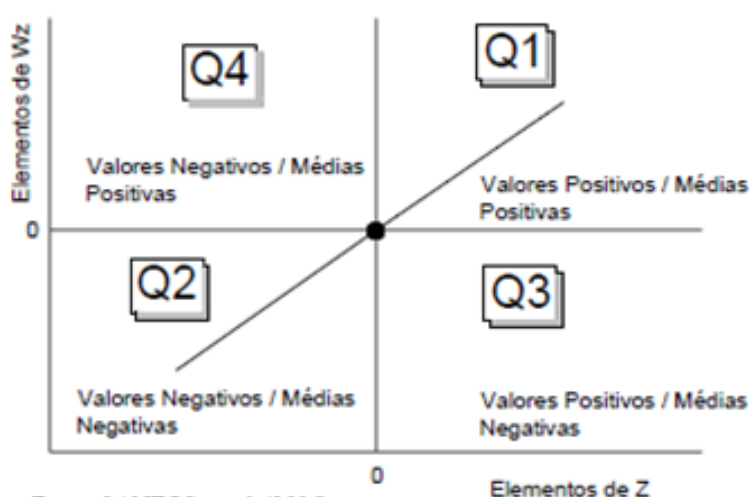


Figura 1: Diagrama de Espalhamento de Moran

No gráfico de Dispersão, os valores apresentados são divididos em quadrantes (Q). Os valores variam de 1 a 4, onde 1 corresponde aos valores de Q1 (alto-alto – valores altos de Z e valores altos de WZ), 2 (Q2) baixo-baixo, 3 (Q3) alto-baixo e 4 (Q4) baixo-alto. Q1 e Q2 indicam pontos de associação espacial positiva, no sentido que uma localização possui vizinhos com valores semelhantes. Q3 (valores positivos, média negativa) e Q4 (valores negativos, média positiva), indicam pontos de associação espacial negativos, convizinho com valores diferentes, indicando pontos de transições entre diferentes padrões espaciais. Para Câmara *et al.* (2004b), o *Box Map* é a visualização espacial do Gráfico de Espalhamento de Moran em um mapa coroplético, no qual o indicador de cada município é representado por uma cor de acordo com a sua localização no quadrante desse gráfico.

Contextualização Socioeconômica da Área de Estudo

O estado de Goiás apresenta seu crescimento e desenvolvimento intrínsecos com a história das políticas governamentais, que influenciaram e influenciam o processo de reorientação espacial de suas atividades econômicas. Ao longo das três últimas décadas, Goiás passou por importantes modificações em seu aspecto social, político, territorial e econômico. Hoje o Estado desempenha o papel de interventor social, atuando direto nas políticas tributárias, saúde, educacional, turismo, moradia, ambiental, entre tantas outras áreas.

Dentre os fatores históricos que nortearam o desenvolvimento do estado, Siqueira (2009, p.105) realiza um interessante estudo analógico desse desenvolvimento, do ponto de vista do planejamento territorial no século XX. Analisa a economia nas três primeiras décadas, quando o estado contava ainda com os meios de comunicações precários, sendo pouco povoado, com um sistema de transporte muito deficitário e apresentando uma economia basicamente de subsistência. A fase do desenvolvimento, em virtude da transferência da antiga capital, Vila Boa, para Goiânia, perfazendo um novo marco do desenvolvimento para o estado e, por fim, o período de transição e desenvolvimento tecnológico goiano, que coincidiu com a política do governo federal. Com a transferência da capital concretizada e os investimentos vultosos, Goiânia

tornou-se a grande oportunidade de crescimento e desenvolvimento da Região Centro Oeste do país.

Entretanto verifica-se que o desenvolvimento do estado não ocorreu e não ocorre de forma equânime, pelo contrário, ele provoca intensos desníveis em termos de capacidade produtiva e crescentes disparidades socioeconômicas entre as localidades, na medida em que alguns lugares se constituem centros de consumo coletivo e outros, pela inexistência de trocas necessárias à integração, tornam-se “vazios econômicos” ou enclaves administrativos (PEREIRA *et al.*, 2006, p.865).

Para a economia goiana, esse processo difundiu-se na emergência de regiões caracterizadas como enclaves agropecuários ou extrativos, constituídos por núcleos urbanos isolados por áreas de agricultura de subsistência, gerando imensas disparidades no rendimento nominal médio mensal de seus habitantes e até mesmo ao acesso a serviços básicos de saneamento, caso dos municípios do nordeste goiano e de alguns municípios do norte central (CASTRO e XAVIER, 2006, p.4).

Estudos realizados por Castro e Xavier (2006, p.9) revelam que o estado de Goiás, todavia, após a década de 1990 e seguindo uma diretriz em âmbito nacional, abandona seu papel de agente sustentador dos programas de desenvolvimento e se posiciona como mero indutor desse processo, deixando a cargo do setor privado planejar e executar o desenvolvimento. Como resultado, o nordeste goiano tem logrado desprezíveis taxas de crescimento e uma população que vive em condições absolutamente precárias, consequência do difícil acesso a serviços básicos de saúde, educação e moradia.

Associadas as suas peculiaridades de desenvolvimento, o trabalho ora aqui proposto tem como área de interesse as Regiões de Planejamento do Norte e Nordeste Goiano (Figura 2). Essas regiões, constantes nos primeiros PPA (Plano Plurianual) 2000 a 2003, foram delimitadas em função de sua homogeneidade em termos de condições socioeconômicas e espaciais, como uma estratégia de planejamento do Estado para investimentos governamentais, tendo em vista minimizar os desequilíbrios regionais.

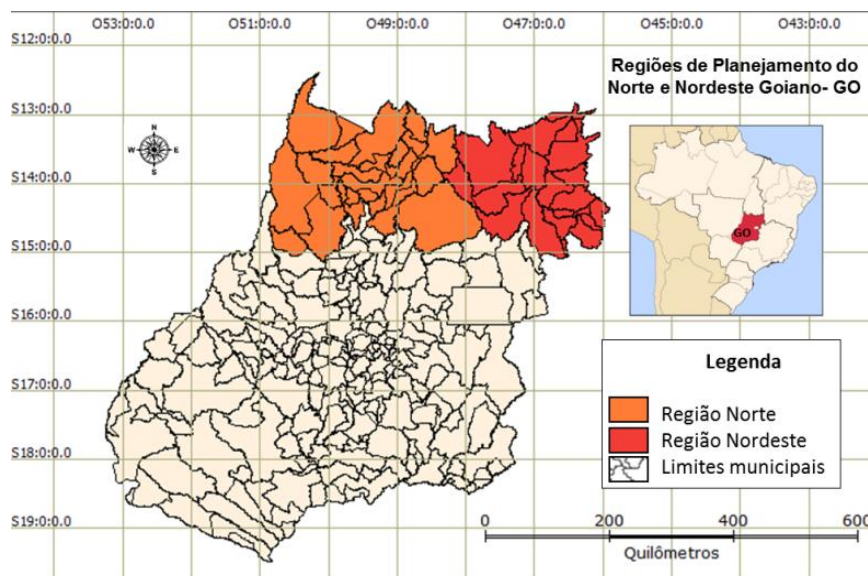


Figura 2: Localização das Regiões de Planejamento do Norte e Nordeste Goiano.

O Norte Goiano, como região de planejamento do Estado, possui vinte e seis municípios distribuídos em duas microrregiões, a microrregião de Porangatu e a microrregião de São Miguel do Araguaia, totalizando uma área de 59.553,2 km², o que corresponde a 17,51% da área do estado (SEPLAN, 2010). A região possui competitividade em setores como a mineração, energia e pecuária, sendo considerada a segunda região produtora de rebanho bovino.

Nos aspectos socioeconômicos e culturais, o IDHM apontado para o Norte Goiano era de 0,718 em 2010, estando em 9º lugar do ranking do estado. Nenhum município da região figura entre os 50 maiores IDHM de Goiás. Em 2010 existiam 80.232 ligações de água e 7.857 ligações de rede de esgoto. A taxa de analfabetismo alcançou naquele ano a marca de 13,53%, contra 7,32% do estado (SEGPLAN e IMB, 2010).

Ainda de acordo com os dados da SEGPLAN e IMB (2010), a Região de Planejamento do Nordeste Goiano compreende vinte municípios e é, indubitavelmente, a região mais pobre de Goiás. Enquanto a região contribui com 11,39% de todo o espaço territorial do estado, possuía apenas 171.684 habitantes em 2010, o que representa irrisórios 2,8% de toda a população do estado. Este fator configura em uma densidade demográfica de somente 6,9 hab/km². O acesso a serviço de esgoto é benefício de apenas 0,19% de toda a população da Região Nordeste, enquanto que para todo o estado, embora ainda pequeno esse acesso, represente 34% da população total.

Indicadores sociais de 2010, como a taxa de analfabetismo e o IDHM corroboram, por sua vez, a afirmativa de que o Nordeste Goiano possui níveis extremamente baixos de desenvolvimento socioambiental e, conseqüentemente, de qualidade de vida, comparativamente às demais regiões do estado. Essa assimetria confere ao Nordeste Goiano uma taxa de analfabetismo da ordem de 17,11%, o dobro da taxa referente à população total de Goiás; e um IDHM na ordem de 0,67 (SEGPLAN e IMB, 2010).

Procedimentos Metodológicos

Seguindo o procedimento metodológico programado, com o emprego de variáveis censitárias usuais na determinação dos índices de desenvolvimento municipal, foram realizadas avaliações geoestatísticas, com o objetivo de se determinar a distribuição territorial, da qualidade de vida das Regiões de Planejamento do Norte e Nordeste Goiano. Para tanto, a seleção dos indicativos de desenvolvimento socioambiental foi fundamentada nos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Brasil, adotado pelo IBGE (2010a) e tendo como ponto de partida as dimensões sociais, econômicas e ambientais que se julgaram importantes para a caracterização geral dos municípios, bem como a disponibilidade de dados censitários dos mesmos.

Na questão da dimensão ambiental, o IBGE (2010a) considera no aspecto saneamento o acesso a serviço de coleta de lixo doméstico, ou seja, a parcela da população atendida pelos serviços de coleta de lixo, em um determinado território e tempo, além do acesso aos sistemas de abastecimento de água e esgoto sanitário. Já na dimensão social são avaliados alguns indicativos referentes à taxa de alfabetização, esperança de vida ao nascer, características da população (percentagem da população urbana), entre outros.

A partir da análise prévia dos bancos de dados censitários do IBGE, SEGPLAN & IMB ano base 2010, os indicadores socioambientais foram selecionados conforme ilustrado na Tabela 1, sendo organizados de acordo com suas respectivas dimensões e subfatores para a efetuação da análise exploratória espacial em ambiente SIG.

Tabela 1 - Lista dos indicadores socioambientais utilizados

Fatores	Subfatores	Indicadores
Social	Educação	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade sobre a população total por município.
	Características da população	% de população urbana - total de população urbana, sobre a população total por município.
	IDHM - Longevidade	Obtido a partir do indicador esperança de vida ao nascer. É uma medida-resumo dos níveis de mortalidade da população em geral, tornando-se maior à medida que declinam as taxas de mortalidade.
Econômico	IDHM - Renda	Indicador da renda per capita média do município
Ambiental	Saneamento básico	Proporção de domicílios particulares permanentes por tipo de saneamento adequado (instalação sanitária e abastecimento de água) por total de domicílios permanentes.
	Destino do lixo ¹	% de domicílios particulares permanentes - destino do lixo - coletado, sobre o total de domicílios.
	Destino do lixo ²	% de domicílios particulares permanentes - destino do lixo - queimado (na propriedade) sobre o total de domicílios.
	Destino do lixo ³	% de domicílios particulares permanentes - destino do lixo - enterrado (na propriedade) sobre o total de domicílios.

Na etapa de geoprocessamento, todos os procedimentos da estatística espacial foram desenvolvidos em ambiente SIG, identificados na Figura 3, como: a) análise preliminar e definição dos indicadores socioambientais; b) criação do banco de dados; c) cálculos da associação espacial; e d) cartogramas da agregação territorial para a espacialização dos índices. O cálculo da correlação espacial de Moran foi efetuado por intermédio da ferramenta de estatística espacial disponível no software Terra View, e executado com a opção de 99 permutações. Ao final dessa etapa, foram geradas a associação espacial global (Índice de Moran) e local (*LISA MAP*), bem como o mapeamento que representa o diagrama de espalhamento de Moran (*BOX MAP*), considerando cada variável individualmente.

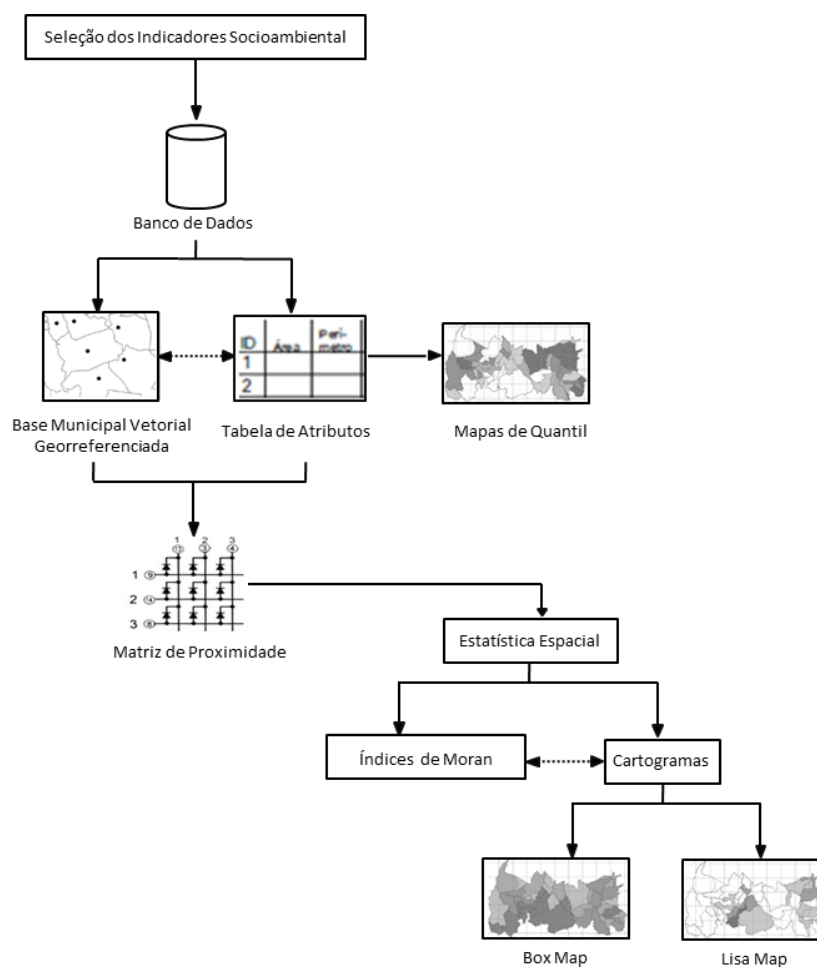


Figura 3- Fluxograma das etapas empregadas da associação espacial em ambiente SIG.

Resultados e Discussões

Para visualizar os agrupamentos espaciais existentes confeccionou-se o mapa de agrupamento de quantis para cada indicativo socioambiental analisado. Em geral, os mapas produzidos por esta técnica apresentaram um fraco índice de agrupamento espacial entre os municípios considerados.

As Figuras 4, 5, 6 e 7 avaliam os fatores sociais e econômico. Na Figura 4 observa-se que os municípios de Cavalcante, Monte Alegre de Goiás, Divinópolis de Goiás, São Domingos, Guarani de Goiás, Mambaí, Sítio D'Abadia (nordeste goiano) e Mundo Novo (norte goiano) apresentam os índices de maior quantil de analfabetismo. Em contrapartida, verifica-se que os municípios de São Miguel do Araguaia, Porangatu, Campinorte, Alto Horizonte, Nova Iguaçu de Goiás, Uruaçu, Niquelândia, Crixas

(situados no norte goiano) e Alto Paraíso de Goiás (nordeste goiano) encontram-se no indicador de melhor quantil da taxa de analfabetismo das regiões.

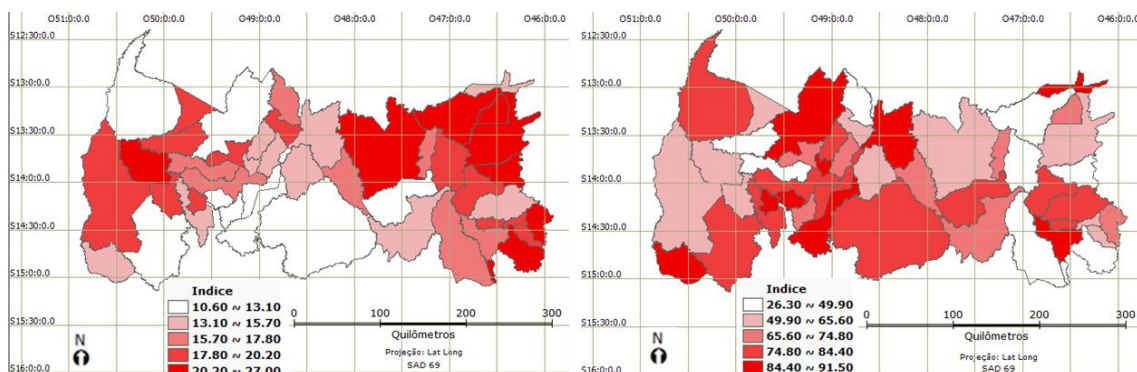


Figura 4- Indicador da taxa de analfabetismo **Figura 5-** Indicador da população urbana

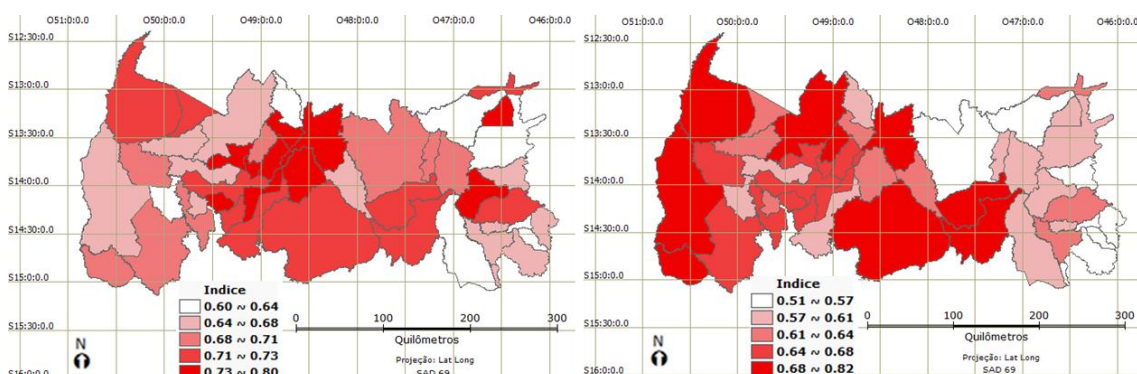


Figura 6- Indicador do IDHM - Longevidade **Figura 7-** Indicador do IDHM- Renda

A mensuração do percentual da população urbana teve como contribuição evidenciar o desenvolvimento das regiões, onde existe a maior ‘pressão’ por infraestruturas básicas, indispensáveis a melhoria de qualidade de vida. No mapa de quantil da percentagem da população urbana (Figura 5), é possível perceber que a maioria dos municípios com baixo índice da população em áreas urbanas localiza-se na Região de Planejamento do Nordeste Goiano, com exceção dos municípios de Campos Belos e Alvorada, que possuem elevado quantil. Já os municípios da Região Norte de Planejamento, Porangatu, Estrela do Norte, Minaçu, Campos Verdes, Alto Horizonte, Uruaçu e Morzalândia, apresentam alto índice de urbanização, localizados no quantil de 84, 4% a 91,5% da população residindo em área urbana.

O melhor quantil de IDHM-longevidade (Figura 6) concentra-se nos municípios da região norte: Minaçu, Trombas, Formoso, Estrela do Norte, Mutunópolis, Campinaçu, Campinorte e Alto Horizonte, com destaque para os municípios de Campos

Belos, Divinópolis de Goiás e Iaciara da Região de Planejamento do Nordeste Goiano. Monte Alegre de Goiás, São Domingos, Buritinópolis, Damianópolis e Flores de Goiás são os municípios do nordeste goiano que indicaram o menor quantil de longevidade, bem como, os municípios de Montividiu do Norte e Uirapuru, situados no norte do estado.

O mapa da distribuição espacial do IDHM-renda (Figura 7) ilustra que os melhores índices concentram-se na Região Norte de Goiás que inclui os municípios de São Miguel do Araguaia, Nova Crixas, Mozarlândia, Porangatu, Santa Tereza de Goiás, Minaçu e Niquelândia. Alto Paraiso de Goiás e São João D'Aliança são os dois municípios da Região Nordeste do estado, que apresentam os melhores IDHM-renda. O mapa deixa bastante claro também, que os piores índices concentram-se a nordeste do estado, nos municípios que fazem divisa com a Bahia e Tocantins.

As Figuras 8, 9, 10 e 11 expressam o resultado da distribuição espacial dos indicativos da qualidade ambiental, saneamento e destinos do lixo.

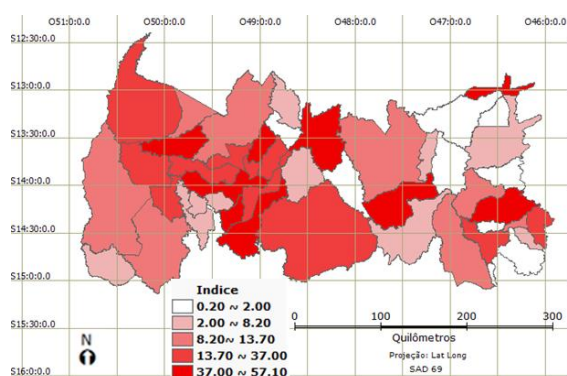


Figura 8- Indicador de saneamento básico

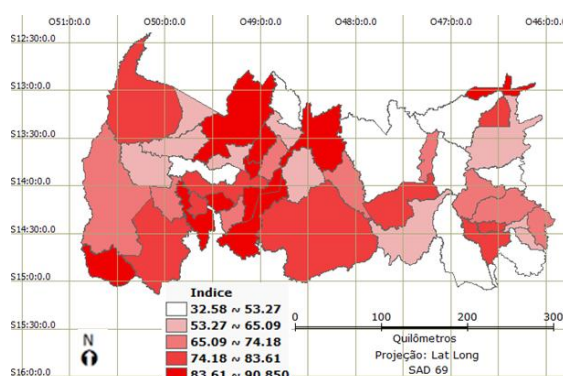


Figura 9- Indicador de lixo coletado

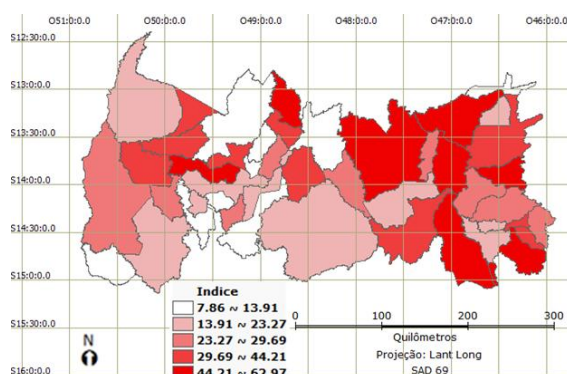


Figura 10- Indicador de lixo queimado

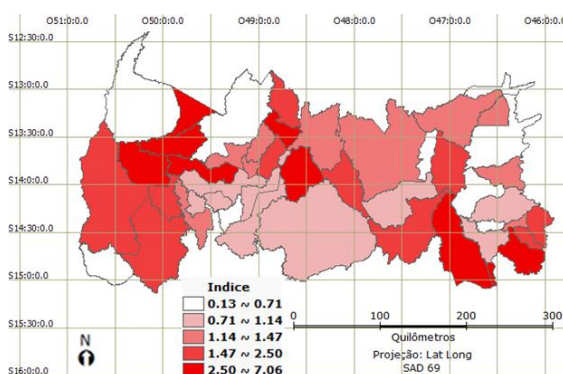


Figura 11- Indicador de lixo enterrado

No mapa de saneamento básico (Figura 8) é verificado que o pior quantil é referente aos municípios de: Monte Alegre de Goiás, Divinópolis de Goiás, Nova Roma, Guarani de Goiás, Simolândia, Sítio D'Abadia, Trombas e Colinas do Sul, coincidentes em sua maioria com um baixo percentual da população urbana. Este fator indica que a ausência de água tratada e de esgoto sanitário está geralmente relacionada com os domicílios situados em áreas rurais.

A mesma problemática é visualizada nos mapas de quantil que representam os destinos do lixo coletado, queimado e enterrado. A baixa percentagem de coleta de lixo bem como o elevado índice de quantil da queima e do lixo enterrado, associados principalmente aos municípios de baixo percentual da população residente em área urbana, frisa a falta de políticas adequadas de saneamento básico nesta região.

Resultados do Índice de Moran

Os índices Global de Moran (Tabela 2) apresentaram associação espacial positiva, exceto para a variável saneamento, com valores muito baixos, próximos de zero e combinados com uma significância acima de 0,05 (p-valores), refutando a hipótese de autocorrelação espacial. Os valores inferidos evidenciam que os indicadores de desenvolvimento socioambiental de um município, provavelmente, são poucos correlacionados no espaço com o valor médio de seus municípios vizinhos. Somente as variáveis educação e IDHM-renda apresentaram significâncias abaixo de 0,05 destacando, que não se deve rejeitar a hipótese de autocorrelação espacial para estas duas variáveis.

Tabela 2 – Teste de autocorrelação espacial índice de Moran

Indicadores	Índice Global de Moran	p-Valor
Educação	0,27	0,02
Características da População	0,11	0,13
IDHM – Longevidade	0,15	0,07
IDHM – Renda	0,31	0,01
Saneamento	- 0,05	0,38
Destino do lixo ¹	0,06	0,34
Destino do lixo ²	0,08	0,22
Destino do lixo ³	0,07	0,23

A aplicação do índice de associação local (*LISA*) consistiu na visualização de áreas de *clusters* e de zonas de transição. Para tanto, utilizou-se os valores do Diagrama de Espalhamento de Moran, representados em mapas temáticos (*Box Map*), onde cada zona identificou o quadrante do par ordenado dos valores normalizados de *Z* e *WZ*.

Os *Box Map* dos indicadores socioambientais no Q1 (Alto-Alto) relacionam os municípios com valores superiores à média (desvios positivos) e de seus municípios vizinhos com média também positivas (*cluster* positivo). No Q2 (Baixo-Baixo) encontram-se os municípios com valores negativos e média dos vizinhos, também negativa, abaixo da média global (*cluster* negativo). Já as áreas de transição são identificadas nos Q3 (Alto-Baixo) e Q4 (Baixo-Alto), sendo aquelas que representam o município, considerado a média dos seus municípios vizinhos com comportamento oposto.

Nos *Box Map* das variáveis sociais e econômica (Figuras 12 a 15), verifica a presença de *cluster* de elevado índice de analfabetismo e baixos índices de renda, nos municípios formadores da Região de Planejamento do Nordeste Goiano.

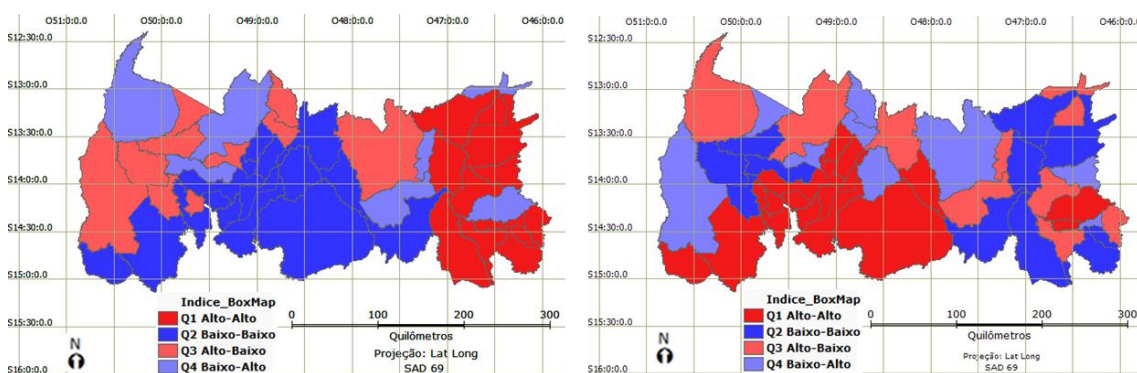


Figura 12- Box Map da taxa de analfabetismo **Figura 13-** Box Map da população urbana

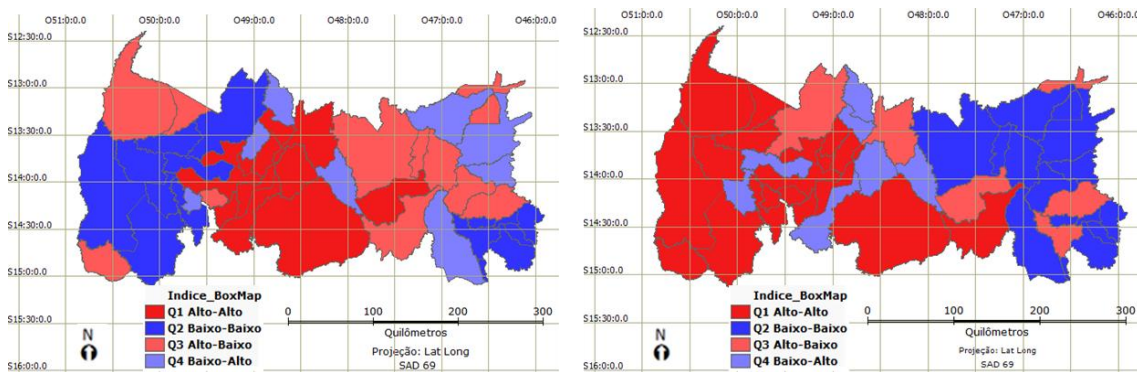


Figura 14- Box Map do IDHM - Longevidade **Figura 15-** Box Map do IDHM- Renda

O mesmo pode-se observar nos municípios de Monte Alegre de Goiás, São Domingos, Nova Roma, São João D’Aliança, Flores de Goiás, Sítio D’Abadia e Damianópolis (região nordeste) e nos municípios de Bonópolis, Amaralina, Mundo Novo e Uirapuru (região norte), formadores de *clusters* de baixo percentual de população urbana.

Na questão longevidade, municípios da Região Norte como Porangatu, Bonópolis, Amaralina, Mundo Novo, Uirapuru, Nova Crixas, Crixas e Santa Terezinha de Goiás, bem como, os municípios da Região Nordeste Mambaí, Damianópolis, Buritinópolis, Simolândia, Alvorada do Norte e Sítio D’Abadia possuem longevidades menores do que seus vizinhos.

A mesma análise foi aplicada para os indicadores de desenvolvimento ambiental (*Box Map* - Figuras 16 a 19), revelando *cluster* de baixa percentagem de saneamento adequado para os municípios de Monte Alegre de Goiás, Teresina de Goiás, Nova Roma, São Domingos, Iaciara, Flores de Goiás, Alvorada do Norte, Buritinópolis, Damianópolis e Sítio D’Abadia (nordeste do estado).

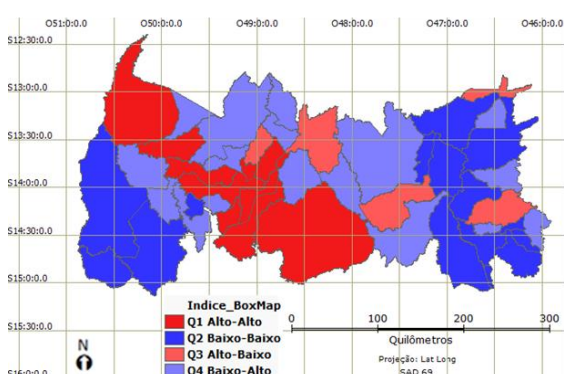


Figura 16- Box Map de saneamento básico

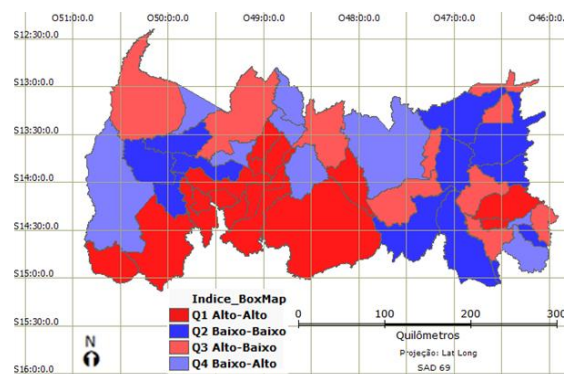


Figura 17- Box Map de lixo coletado

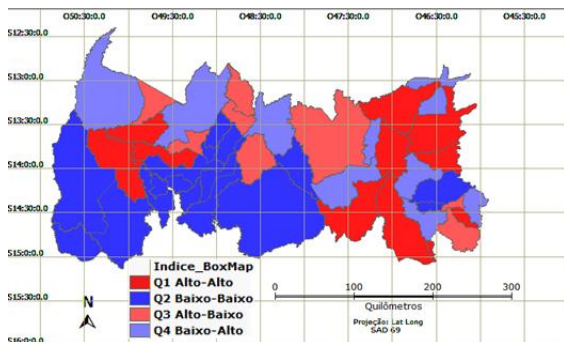


Figura 18- Box Map de lixo queimado

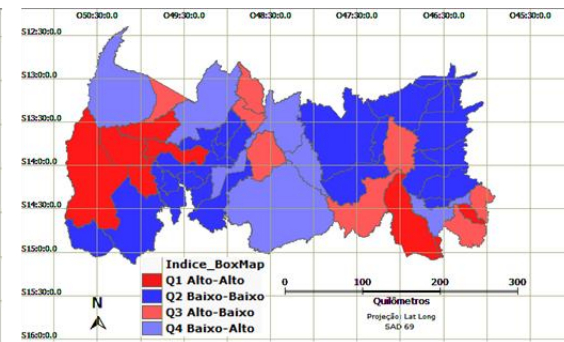


Figura 19- Box Map de lixo enterrado

No norte do estado o cluster de baixo nível de saneamento é formado pelos municípios de Nova Crixas, Crixas e Mozarlândia. De acordo com as análises dos dados censitários, esta situação é devida principalmente à falta de coleta e tratamento de esgoto doméstico, bastante precário, em ambas as regiões. Em contra partida, os municípios de São Miguel do Araguaia, Bonópolis, Amaralina, Mara Rosa, Formoso, Estrela do Norte, Campinorte, Uruaçu, Nova Iguaçu de Goiás e Niquelândia apresenta *cluster* de melhor condição de saneamento básico, ou seja, percentagens maiores que a média geral das regiões analisadas.

No que se refere aos mapas de destinos do lixo (Figuras 17, 18 e 19) visualiza-se que o *cluster* de baixo percentual de domicílios atendidos com coleta de lixo situa-se em municípios da Região Nordeste, associados, este municípios, ao *cluster* de alto índice de lixo queimado. No *Box Map* de lixo enterrado é possível confirmar a concentração desta prática nos municípios da Região Norte, ligados também ao *cluster* de baixa coleta de lixo.

Nas Figuras 20 a 27 encontram-se os mapas de significância da autocorrelação espacial local de Moran (*Lisa Map*). Nestes mapas, os municípios são classificados em função da significância dos valores de seus índices locais. Estas regiões podem ser vistas como "bolsões" de não-estacionariedade, pois são áreas com dinâmica espacial própria e que merecem análise detalhada.

Para os subfatores educação e longevidade (Figuras 20 e 22) observam-se "bolsões" de significância nas Regiões Norte e Nordeste, com municípios que possuem dependência espacial, com confiabilidade de 95% a 99,99%.

O mesmo pode ser verificado no subfator que mede o IDHM-renda (Figura 23), com alguns "bolsões" de significância variando de 95% a 99% de significância. Já o subfator percentagem da população urbana (Figura 21) apresenta somente alguns municípios, de forma espaçada, com nível de significância local de 95%, prevalecendo os municípios com *p_valor* não significativo, ou seja, de autocorrelação espacial local pouco expressiva.

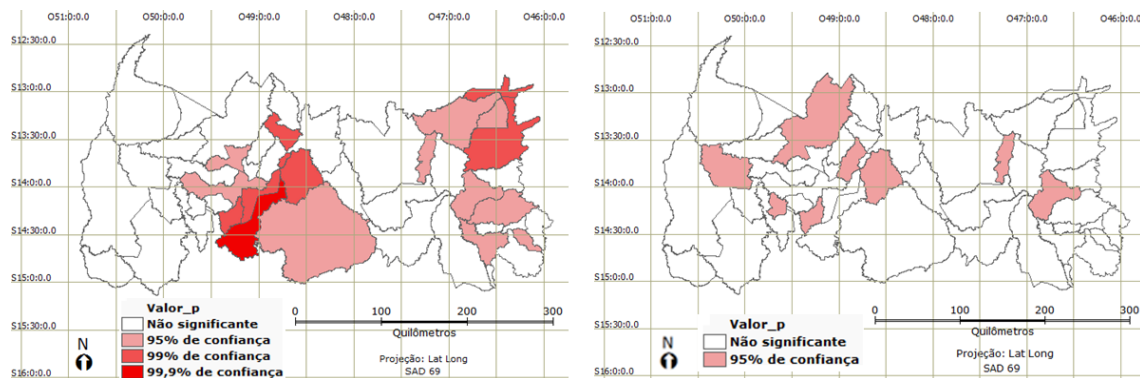


Figura 20- Lisa Map da taxa de analfabetismo **Figura 21-** Lisa Map da população urbana

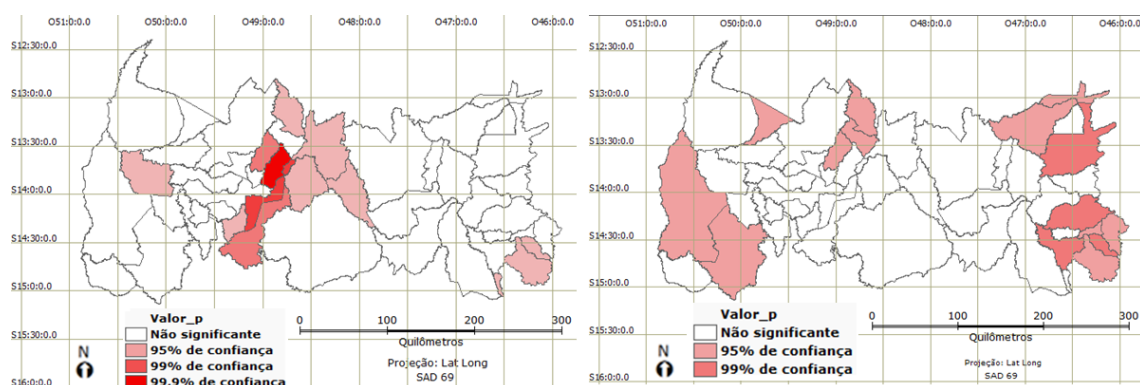


Figura 22- Lisa Map do IDHM - Longevidade **Figura 23-** Lisa Map do IDHM- Renda

Nos *Lisa Map* dos fatores ambientais saneamento e destinos do lixo (Figuras 24 a 27), as regiões que apresentam correlação local não significativa, possuem predominância na maioria dos municípios. São bem poucos os municípios participantes dos bolsões de significância. Observa-se nos subfatores saneamento, coleta de lixo, lixo queimado e enterrado, alguns poucos municípios, de dependência espacial com confiabilidade variando entre 95% a 99%.

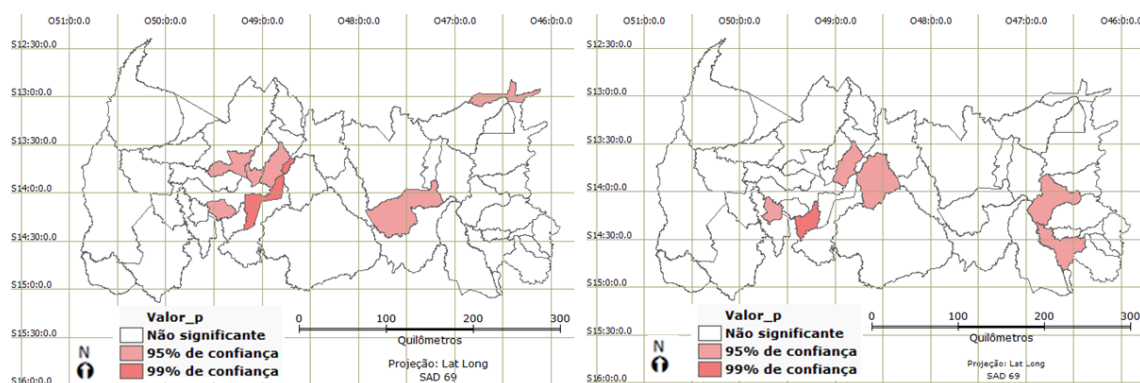


Figura 24- Lisa Map de saneamento básico **Figura 25-** Lisa Map de lixo coletado

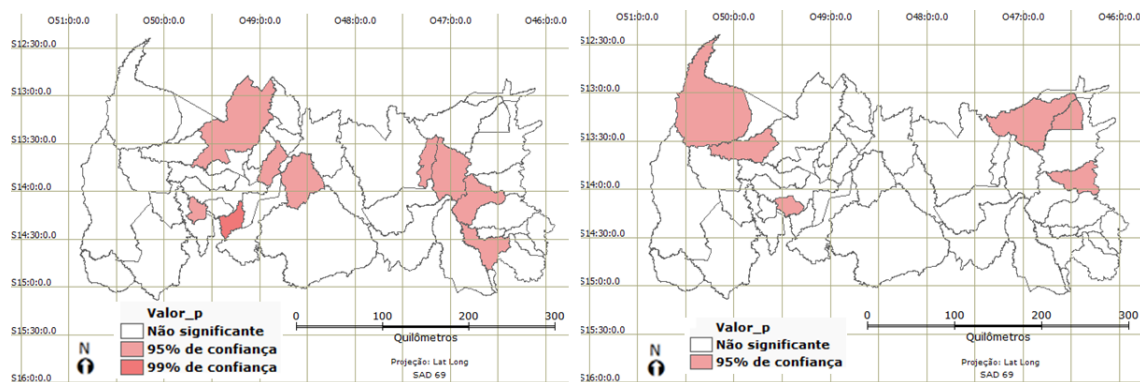


Figura 26- Lisa Map de lixo queimado

Figura 27- Lisa Map de lixo enterrado

Considerações Finais

A técnica de análise exploratória espacial aplicada conjuntamente com as ferramentas de SIG, proporcionou a confecção de tabelas e mapas, que oferecem de forma clara e precisa informações coerentes com a realidade. Os mapas de quantil, *Box Map* e *Lisa Map* favorecem a rápida visualização das necessidades específicas dos municípios, bem como, as suas diferenças ou padrão de igualdade, estabelecendo perfeitamente, de forma quantitativa, os relacionamentos entre os diferentes subfatores socioambientais analisados. Como vantagem estes produtos cartográficos podem ser usados com eficiência em qualquer programa de desenvolvimento administrativo regional.

Os resultados mostraram que para as variáveis educação e IDHM-renda não se deve rejeitar a hipótese de autocorrelação, evidenciando que existe certa semelhança destes dois indicativos entre, um determinado município, e seus vizinhos. A presença de *cluster* de baixo índice de renda e de “bolsões” de significância de dependência espacial desta variável, intensificados principalmente na Região Nordeste, contribui para confirmar as análises dos autores referenciados, que classifica a Região Nordeste como a mais pobre do estado de Goiás.

Nas variáveis de longevidade, saneamento básico e destinos do lixo é verificada dentro de uma mesma região, certa disparidade entre os municípios a ser considerada. Disparidade esta, revelada pelo índice Global de Moran, que refuta a hipótese de

autocorrelção espacial, fato que ressalta a provável autonomia das políticas administrativas municipais que interferem nestas variáveis.

O quantil e o *cluster* de baixo percentual de população urbana concentrados na Região Nordeste, também vem a contribuir para as afirmativas dos autores referenciados, na questão desta porção do estado caracterizar-se como um enclave agropecuário ou extrativista, constituídos por núcleos urbanos isolados por áreas de agricultura de subsistência, gerando imensas disparidades no rendimento de seus habitantes, em relação aos habitantes de outras localidades do estado e, até mesmo ao acesso a serviços básicos de saneamento.

Por fim, não esgotando este assunto, recomenda-se que este estudo seja ampliado a uma escala mais global, ou seja, a outras regiões de planejamento do estado considerando na estatística-espacial, dados censitários de municípios de outras localidades que poderão delinear ainda mais, no Índice Global de Moran, as disparidades socioambientais de pobreza verificadas nos municípios das Regiões de Planejamento do Nordeste Goiano e Norte do estado.

Referências

ANSELIN, Luc. **Exploratory spatial data analysis and geographic information systems**. In: WORKSHOP ON NEW TOOLS FOR SPATIAL ANALYSIS, Lisbon Portugal: ISEGI, nov. 1993. p. 18-20.

ANSELIN, Luc. **Local Indicators of Spatial Association-LISA**. Geographical Analysis, Ohio State University Press, v. 27, n. 2, p. 93-115, aril de 1995.

CÂMARA, Gilberto *et al.* Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004a.

CÂMARA, Gilberto *et al.* Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004b.

CASTRO, Joana D'arc Bardella; XAVIER, Glauber Lopes. **Modificações na Estrutura Produtiva de Goiás e a Inserção Econômica do Nordeste Goiano Pós Década de 1980**. Revista de Economia da UEG, Anápolis (GO), v. 2, n. 1, jan/jun-2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - Brasil 2010**. Rio de Janeiro: IBGE - Estudo e Pesquisas Informações Geográficas, nº 7, 2010a.

IBGE/Cidades - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=go>>. Acesso: abril de 2012.

LORENA, Rodrigo Borrego; BERGAMASCHI, Rodrigo Bettin; Gilmar dos Reis Leite. **Análise Exploratória Espacial do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal do Estado do Espírito Santo**. IN: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, Curitiba, PR, 30 de abril a 05 de maio de 2011. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São Paulo: INPE, 2011. p.4776-4782.

MARQUES, Ana Paula da Silva; HOLZSCHUH, Marcelo Leandro; TACHIBANA, Vilma Mayumi; IMAI, Nilton Nobuhiro. **Análise exploratória de dados de área para índices de furto na mesorregião de Presidente Prudente- SP**. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO. Recife, PE, 27 a 30 de julho de 2010, Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação, Recife, 2010. p.1- 8.

MEIRELLES, Margareth S. P.; FONSECA, Oswaldo L. H. Mapeamento e Compreensão do fenômeno pobreza por meio da aplicação de métodos de análise espacial e da teoria dos conjuntos nebulosos. In: MEIRELLES *et. al.* **Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Brasília: EMBRAPA, 2007. 12, p. 557 - 593.

PEREIRA, Greyce Lara *et al.* **O Nordeste Goiano na Dinâmica do Desenvolvimento Regional em Goiás**. In: IV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEG/ II JORNADA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO –PrP-UEG, Anápolis, GO, out. 2006. Anais do IV Seminário de Iniciação Científica da UEG e II Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação –PrP-UEG, Anápolis: Editora da UEG, 2006, CDROM.

SANTOS, Luciano dos; RAIÁ JUNIOR, Archimedes Azevedo. **Análise Espacial de Dados Geográficos: A Utilização da Exploratory Spatial Data Analysis – ESDA para Identificação de Áreas Críticas de Acidentes de Trânsito no Município de São Carlos (SP)**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.18 (35), p. 97-107, dez. 2006.

SEGPAN/IMB – Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento de Goiás E Instituto Mauro Borges de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Estatísticas municipais séries históricas**. Ano base 2010. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepin/>>. Acesso: abril de 2012.

SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás. **Perfil competitivo das regiões de planejamento do estado de Goiás**. Goiânia: SEPLAN /SEPIN, 2010, p.109.

SIQUEIRA, Euripedes Bastos. **O Desenvolvimento do estado de Goiás sob a Ótica do Planejamento Territorial.** Revista CEPPG – Centro de Ensino Superior de Catalão, Catalão - GO, n. 20, p.103 -114, 1º sem. 2009.

Recebido para publicação em agosto de 2012

Aprovado para publicação em janeiro de 2013