

EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ACESSO AOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PARANÁ DE 2006 A 2013

EVOLUTION OF THE DISTRIBUTION OF SPACE ACCESS TO BASIC SANITATION SERVICES IN PARANÁ STATE OF MUNICIPALITIES 2006-2013

Auberth Henrik Venson¹

Karla Cristina Tyskowski Teodoro Rodrigues²

Márcia Regina Gabardo da Câmara³

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo analisar a evolução da distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, nos municípios do estado do Paraná entre os anos de 2006 e 2013. O estudo discute os efeitos da Lei de Saneamento Básico de 2007 nos municípios paranaenses. Utilizou-se a metodologia de Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE) para identificar os coeficientes univariados I de Moran, os diagramas de dispersão e os mapas de clusters das variáveis dos municípios. Os dados foram do Departamento de Informática do SUS (DATASUS), do Ministério da Saúde. A análise dos resultados permite inferir que houve evolução no acesso aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo. No abastecimento de água e coleta de lixo deu-se uma elevação no acesso, houve também uma redução na dispersão ao longo do período analisado indicando uma possível convergência entre os municípios no abastecimento, com relação ao segundo ocorreu uma elevação no acesso e houve um aumento na dispersão ao longo do período.

Palavras-chave: Saneamento básico, AEDE, Saúde Pública.

ABSTRACT

This article aims to analyze the evolution of the spatial distribution of access to basic sanitation services, water supply, sewage and garbage collection in the state of Paraná municipalities between 2006 and 2013. The study discusses the effects the Basic Sanitation Law 2007 on municipal districts. We used the Exploratory Analysis methodology of Spatial Data (ESDA) to identify univariate coefficients Moran's I, scatter diagrams and maps of clusters of variables municipalities. Data were from the Department of SUS (DATASUS), the Ministry of Health. The results can be inferred that there has been progress in access to water supply, sewage and garbage collection. In the water supply and garbage collection there has been a rise in access, there was also a reduction in the dispersion over the period analyzed indicating a possible convergence between the municipalities in supply, with respect to the second occurred an increase in access and an increase in the dispersion over period.

Keywords: Water Supply and Sanitation, ESDA, Public Health.

¹Mestrando em Economia pela UEL, graduado em Economia pela UEL. Londrina – Brasil – email: auberth.eco@gmail.com

²Mestranda em Economia pela UEL, graduada em Economia pela UENP. Londrina – Brasil - email: karlatyskowski@gmail.com

³Doutora em Economia pela USP/FEA, Mestre em economia pela USP/FEA e graduada em economia pela UNB. Londrina – Brasil - email: mgabardo@sercomtel.com.br

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de acesso ao saneamento básico é elemento fundamental na infraestrutura urbana, tendo em vista seus impactos diretos e indiretos no bem-estar da população. Segundo Candido (2013), o saneamento básico pode ser entendido como a provisão da infraestrutura necessária para o abastecimento de água e o recolhimento e tratamento de esgoto para a população.

O setor de saneamento básico, além de prover o acesso a um direito humano elementar de todos que é a água segura de doenças, apresenta inúmeras externalidades que impactam a saúde pública, bem como ao meio ambiente, por meio de manter a qualidade de vida da população e a geração de renda interna nacional. Dessa forma, investir em saneamento se traduz em elemento estratégico para o desenvolvimento econômico de longo prazo do país. (SCRIPTORE; JUNIOR, 2012).

Ao final da primeira década do século XXI, uma parcela significativa da população brasileira ainda não possui acesso ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário, e se o possui, é de forma precária e insuficiente, (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA 2010). Apesar do aumento significativo verificado na oferta desses serviços nas últimas décadas, ainda persiste uma demanda não atendida, especialmente nos extratos de renda mais baixos, nos municípios de menor porte e em áreas rurais (DE MENDONÇA et al. 2003).

Deve-se ter em vista que acabar com a desigualdade no acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil e vencer as dificuldades que impedem a sua universalização não são tarefas fáceis, na medida em que a população sem acesso aos serviços de saneamento localiza-se, predominantemente, nas áreas rurais isoladas, em municípios de baixo desenvolvimento humano e pequeno porte, ou em periferias e áreas de urbanização informal e precária. (IPEA, 2010).

Neste contexto o presente artigo tem por objetivo analisar a evolução da distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico, abastecimento de água e esgotamento sanitário, nos municípios do estado do Paraná no período de 2003 até 2013. O artigo contribui para o avanço do conhecimento na área ao verificar os efeitos da Lei de Saneamento Básico de 2007, política pública que foca tais serviços nos municípios paranaenses antes e após a implementação da lei. O artigo está dividido em cinco sessões, além dessa introdução, será discutida uma breve revisão de literatura acerca da importância do saneamento básico para o desenvolvimento e suas condições no Brasil e no Paraná, em seguida será detalhada a metodologia empregada nesse estudo, logo após são apresentados os resultados e as considerações finais.

2. SANEAMENTO BÁSICO E DESENVOLVIMENTO: CONDIÇÕES NO BRASIL E NO PARANÁ

A compreensão das relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente revelam-se um pressuposto fundamental para o planejamento de sistemas de saneamento em centros urbanos. A disponibilidade de infraestrutura no território constitui um indicador das suas condições de desenvolvimento, os investimentos em infraestrutura favorecem as condições de desenvolvimento socioeconômico regional, enquanto as ausências ou deficiência de infraestrutura em algumas regiões restringem as suas possibilidades de desenvolvimento (IPEA, 2010).

Expandir e melhorar o acesso ao saneamento básico é um dos mais efetivos e menos custosos meios de melhorar a saúde pública. Nos Estados Unidos e na Europa, locais em que os serviços de saneamento básico são quase universais, houve redução significativa de doenças relacionadas a higiene da água, contudo países em desenvolvimento, onde ainda há uma forte carência no acesso aos serviços de saneamento básico, ainda sofrem com esse tipo de doença que poderia ser prevenida (MONTGOMERY; ELIMELECH, 2007).

De acordo com Whittington e Hanemann (2006) ao discutir a respeito dos serviços de saneamento básico deve-se considerar cinco questões relevantes. Primeiro, a provisão de serviços de saneamento básico é um grande empreendimento social, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento, uma parte substancial dos investimentos em saneamento é proveniente do setor público. Segundo, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são intensivos em capital e em muitos casos há significativas economias de escala. Terceiro, a demanda por pequenas quantidades de água é preço inelástica, pois as pessoas precisam de água para viver. Quarto, a água é relativamente fácil de ser estocada; entretanto, transportar água por longas distâncias é muito caro. E quinto, há uma forte correlação entre serviços de saneamento básico e renda, em regiões em desenvolvimento, pois conforme a renda aumenta, mais pessoas têm acesso aos serviços de saneamento.

Segundo Soares, Bernardes e Netto (2012), os efeitos das intervenções de saneamento prováveis decorrentes de um sistema de abastecimento de água são geralmente positivos, por constituir um serviço que assegura melhoria e bem-estar da população. As relações de conflito entre meio ambiente e crescimento são traduzidas, principalmente, pela degradação de recursos renováveis. De acordo com Grippi (2010), as amenidades ambientais que mais sofrem impactos humanos são os recursos hídricos, tornando a água um bem escasso, de uso limitado e com elevado valor agregado. A Companhia de Saneamento Básico do estado de São Paulo (SABESP, 2010) relata que o cenário do saneamento básico ambiental é insatisfatório, em parâmetros nacionais e internacionais, tendo em vista que cerca de um milhão de pessoas no mundo não tem acesso a água potável e 80% de todas as doenças no mundo ainda se relacionam com o controle inadequado da água. Vislumbra-se pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2008), que o conceito de saneamento é ligado ao controle de todos os fatores do meio físico, mental e social, visto que pode ser caracterizado por um conjunto de ações que socioeconômicas que tem por objetivo alcançar Salubridade Ambiental.

Segundo Pereira Jr (2008) a partir de meados da década de 1990 começaram a atuar, no Brasil, concessionários privados de serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. O autor ainda reporta que em 2008 as concessionárias eram responsáveis pelo fornecimento de água potável e pelo esgotamento sanitário de cerca de 2,5% e de 1,1%, respectivamente, da população urbana brasileira. Em 2005, iniciou-se a utilização da nova forma de organização dos serviços de saneamento, os consórcios de municípios, cuja atuação baseia-se na Lei nº 11.107/2005.

O saneamento básico é um serviço público de natureza essencial, cuja importância começa na garantia da saúde da pessoa que recebe água potável, o tratamento da água permite a manutenção de um meio ambiente urbano limpo e salubre. O tema tem grande relevância a respeito do desenvolvimento regional pelas externalidades positivas geradas pelo setor, pois, conforme destacado por Cândido (2013), um maior acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário impacta na saúde da população reduzindo o risco de contaminações. O ideal seria que suas coberturas fossem universais, contudo isso não se verifica no Brasil, nos casos específicos do abastecimento de água e da coleta de esgoto, existem sérios déficits de acesso distribuídos de forma desigual ao longo do país (SAIANI ; GALVÃO, 2011).

Segundo Saiani e Toneto Junior (2010), o acesso a abastecimento de água e esgotamento sanitário nos domicílios brasileiros elevou-se significativamente no período de 1970 a 2004, entretanto ainda há um sério déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil, principalmente no que se refere a esgotamento sanitário.

De acordo com Saiani (2006), o déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil está intimamente relacionado ao perfil de renda dos consumidores, tendo em vista a capacidade de pagamento (tarifas), para obtenção de serviços deste âmbito. Sendo que geralmente locais que apresentam grandes concentrações populacionais (aglomerações), tendem a gerar custos reduzidos à medida que aumenta o tamanho da população a ser atendida. Tal ocorrência sugere que os investimentos realizados ao longo do tempo no setor foram motivados mais pela possibilidade de retorno econômico do que pelo grande retorno social que tais serviços podem gerar.

Cândido (2013) relata que o saneamento básico pode ser entendido como a montagem de infraestrutura para abastecimento de água às populações, recolhimento e tratamento de esgotos e detritos sanitário de todas as atividades sociais com o fim de gerar maior bem-estar social e sustentabilidade ambiental. O autor ainda relata que no país existem, historicamente, ineficiências no que se refere à oferta do serviço de saneamento básico, pois, as incertezas institucionais que ainda envolvem o setor, como a ausência de programas de incentivos a novos investimentos, além da clareza de qual o órgão responsável pelos direitos de exploração dos serviços de água e esgotos. Aliado aos problemas político-institucionais existe uma complexidade quanto à determinação de um modelo tarifário que abarque a recuperação de custos e a universalização dos serviços, devido ao caráter de monopólio natural e às falhas de mercado características desse setor da infraestrutura.

Existe um amplo desafio para a universalização dos serviços de água e esgoto, sendo esta a responsabilidade das três esferas: União, estados e municípios. Para concretizá-la, principalmente quanto ao esgotamento sanitário, os investimentos necessários estão acima da capacidade do setor, e são indispensáveis recursos federais, estaduais, municipais e privados. (TOROLLA, 2002; LEONETI et al. 2011).

No Brasil foi implantado em 1971 o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA). Ele constituiu um avanço na participação dos estados na provisão e operação da infraestrutura de saneamento do país. Em 1967, o Banco Nacional da Habitação (BNH) foi encarregado de realizar o diagnóstico inicial da situação do setor, também foram criados fundos de água e esgoto estaduais (FAEs), além de programas estaduais trienais. O financiamento aos municípios passou a ser realizado conjuntamente pelo BNH e pelos governos estaduais, com contrapartida obrigatória dos municípios e com a obrigação de que estes organizassem os serviços na forma de autarquia ou sociedade de economia mista. Porém, o financiamento acabou não sendo feito em proporções iguais pelo BNH e estados. Nos anos de 1968 a 1984, apenas 35% dos recursos se originaram nos fundos estaduais, enquanto os 65% restantes foram fornecidos pelo BNH (OLIVEIRA;SANCHEZ, 1996).

Dal Maso (2012) expõe que na vigência do Modelo PLANASA, existiam as empresas estaduais, uma em cada estado, e as autarquias municipais, ambas subordinadas à regulação indireta do Governo Federal e do Banco Nacional de Habitação (BNH). As prestadoras estaduais eram o carro-chefe das atividades de saneamento e tinham a primazia no acesso ao crédito dos recursos do BNH. O autor relata que o conceito de saneamento básico foi ampliado a partir do ano de 2003, incluindo não só as atividades de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, mas também os serviços de coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos e a gestão do assoreamento urbano.

Turolla (1999) salienta que além do financiamento, outro importante aspecto da participação dos estados foi a criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), organizadas sob a forma de sociedade anônima, que deveriam obter as concessões diretamente do poder concedente, as autoridades municipais. A experiência do PLANASA foi bem-sucedida no sentido de gerar uma rápida expansão da cobertura dos serviços de saneamento no Brasil, embora não tenha sido suficiente para atender às demandas geradas pelo processo de

urbanização bastante recente do país. A exaustão do setor se deu quando o fluxo de novos recursos foi reduzido consideravelmente. Neste momento, as companhias estaduais de água e esgoto viram-se obrigadas a arcar com despesas financeiras elevadas em decorrência das dívidas contraídas na etapa anterior, enquanto operavam sistemas com baixo grau de eficiência operacional.

Entre os principais problemas do setor estão à baixa eficiência operacional, a insuficiência de investimentos, a ausência de regulação e de controle social e a presença de déficit de atendimento, especialmente no tocante à coleta e tratamento de esgotos sanitários. Nascimento e Heller (2005) destacam como responsáveis pelo déficit dos serviços a incoerência dos serviços prestados, contando com a falta de posicionamento de políticas públicas, além de problemas com a concessão e a regulação dos serviços e a concessionária; a carência de instrumentos de regulamentação e de regulação; ausência de continuidade administrativa e de mecanismos que assegurem a implantação de ações e; regulamentos oriundos do planejamento. Estas dificuldades se agravam com a carência da política nacional para o setor de água e esgotos que aponte para a retomada dos investimentos, a regulação, o controle social e a universalização dos serviços. Em 2000 foi dado um passo importante no sentido de fortalecer o papel da regulamentação do setor, foi a criação, a Agência Nacional de Águas (ANA), que é responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, que disciplina o uso desses recursos no Brasil (ANA, 2002).

Porém, até 2006, apenas 15% do esgoto sanitário gerado nas regiões urbanas dos municípios do Brasil era tratado, conforme encontrado no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, (SNIS 2007). Ogera e Phillipi Jr. (2005) afirmam que a definição de políticas públicas de saneamento por estados e municípios sem a existência de um marco federal leva ao estabelecimento de políticas desarticuladas, tanto em âmbito de governo como entre setores de planejamento. Conforme aponta Junior (2009), a criação do Ministério das Cidades em 2003 representou um avanço institucional, pois, criou uma integração entre as políticas de desenvolvimento urbano, por meio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, mas mesmo após sua criação as políticas ainda permanecem desarticuladas.

Diante deste panorama, Sato (2011) enfatiza que nas últimas décadas, as empresas privadas e as empresas públicas buscaram maximizar as receitas e reduzir os custos dos processos produtivos, desta forma, a utilização de indicadores para avaliar o desempenho das organizações tornou-se algo essencial. Segundo Campos (2010), em estudo sobre a eficiência no período de 1998 a 2008, identificou que a despeito das economias de escala e economias de densidade na produção e no consumo encontradas no setor de saneamento básico, as companhias de saneamento foram perdendo eficiência ao longo do período. Os dados do Censo Demográfico de 2010 mostram que o Paraná apresenta bons indicadores em algumas áreas do saneamento básico: 82% dos domicílios são atendidos por rede de abastecimento de água (excluindo-se os domicílios rurais da conta, ela chega a 96% dos domicílios urbanos).

O estado do Paraná conta com 399 municípios. Os municípios que são abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais representam 22% e estão concentrados nas porções leste e sul do Estado. Aproximadamente 56% dos municípios são abastecidos somente por mananciais subterrâneos; outros 22% das sedes urbanas são abastecidas de forma mista. A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) opera os sistemas de água de 343 sedes municipais (86%). A maior parte das sedes municipais (374) conta com sistemas isolados de produção de água, responsáveis pelo abastecimento de 5 milhões de habitantes. Os demais municípios (6%) são abastecidos por sistemas integrados. 37% das sedes urbanas paranaenses apontam algum déficit quanto à oferta de água (ANA, 2010).

A expansão e manutenção da infraestrutura de saneamento básico do estado, é responsável por diversas demandas (residencial, comercial e industrial) e nas mais diversas escalas. O serviço depende de investimentos muito onerosos e por vezes pouco lucrativos, especialmente se feito em pequena escala. Com a publicação da Lei n.º 11.445/2007. A Lei de Saneamento Básico, afirma que todas as prefeituras têm obrigação de elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Sem o PMSB, a partir de 2014, a Prefeitura não poderá receber recursos federais para projetos de saneamento básico (SANEPAR, 2015).

O PMSB passou a referência de desenvolvimento de cada município, estabelecendo diretrizes para o saneamento básico e fixando metas de cobertura e atendimento com os serviços de água, coleta e tratamento do esgoto doméstico, limpeza urbana, coleta e destinação adequada do lixo urbano e drenagem e destino adequado das águas de chuva, possibilitando a assinatura de Contratos de Programa com a Sanepar, com metas claras para os serviços de água e esgoto (SANEPAR, 2013).

2. METODOLOGIA

Nesta seção está detalhada a metodologia empregada na análise da distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico, abastecimento de água, esgoto sanitário e coleta de lixo nos municípios do estado do Paraná no período de 2006 a 2013.

2.1 BASE DE DADOS E VARIÁVEIS SELECIONADAS

A base de dados utilizada no presente artigo é proveniente do Sistema de Informação de Atenção (SIAB), disponibilizado pelo Departamento de Informática do SUS (DATASUS), do Ministério da Saúde, os dados são referentes ao acesso aos serviços de: abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo nas microrregiões do Brasil para os anos de 2006 e 2013. Os índices de acesso são definidos como (Referência dos índices):

$$\text{Índice de acesso a rede de água} = \frac{\text{Famílias com acesso a rede de água}}{\text{Total de famílias na microrregião}}$$

$$\text{Índice de acesso a rede de esgoto} = \frac{\text{Famílias com acesso a rede de esgoto}}{\text{Total de famílias na microrregião}}$$

$$\text{Índice de acesso a coleta de lixo} = \frac{\text{Famílias com acesso a coleta de lixo}}{\text{Total de famílias na microrregião}}$$

2.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS

A análise exploratória de dados espaciais (AEDE) é a técnica para descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades espaciais atípicas, descobrir padrões de associação espacial e sugerir diferentes regimes espaciais. O primeiro passo no estudo de AEDE é testar a hipótese de que os dados espaciais sejam distribuídos aleatoriamente. Intuitivamente, aleatoriedade espacial significa que os valores de um atributo numa região não dependem dos valores deste atributo nas regiões vizinhas (ALMEIDA, 2012).

No entanto essa análise é mais apropriada na investigação de variáveis espacialmente densas ou intensivas, ou seja, variáveis que são divididas por algum indicador de intensidade (variáveis per capita, por área, etc.). Nesse sentido, Perobelli et al. (2007) reforçam que a partir da AEDE é possível extrair medidas de autocorrelação espacial global e local, investigando a influência dos efeitos espaciais por intermédio de métodos quantitativos. Segundo Almeida (2012) a estatística I de Moran é um coeficiente de autocorrelação espacial, usando a medida de autocovariância na forma de produto cruzado. Foi proposta por Patrick A. P. Moran no ano de 1948, sendo considerado o primeiro coeficiente de autocorrelação espacial. Algebricamente a estatística I de Moran é representada pela equação:

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2} \quad (1)$$

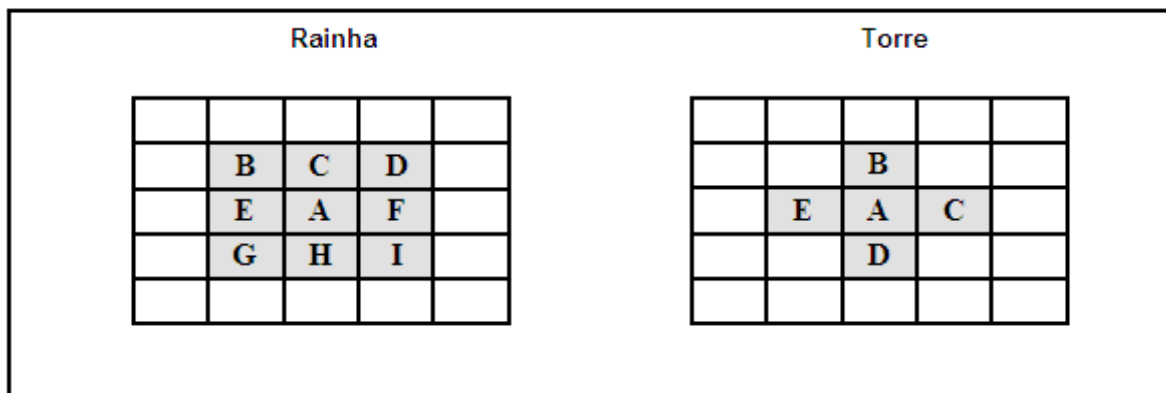
Ou matricialmente, a equação (1) é representada pela equação:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\mathbf{z}' \mathbf{W} \mathbf{z}}{\mathbf{z}' \mathbf{z}} \quad (2)$$

Em que n é o número de regiões, z_i denota os valores da variável de interesse padronizada, $\bar{z}$ representa os valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos, definidos segundo uma matriz de ponderação espacial W . Um elemento dessa matriz, referente à região i e a região j , é registrado como w_{ij} , significando que todos os elementos da matriz de pesos espaciais W devem ser somados.

A matriz de pesos espaciais é baseada na contiguidade, que, por sua vez, pode ser definida de acordo com a vizinhança, das formas de matrizes de pesos espaciais utilizadas, as mais comuns são as convenções rainha e torre são apresentadas na figura 1:

Figura 1 – Matrizes de contiguidade



Fonte: Almeida(2012)

Foi adotada a convenção de contiguidade rainha, para que além das fronteiras com extensão diferente de zero, possam ser considerados os vértices, na visualização de um mapa, como contíguos.

Os valores de I maiores (ou menores) que o valor esperado de $I = -1/(n-1)$ significa que há autocorrelação positiva (ou negativa). De acordo com Almeida (2012), a autocorrelação espacial positiva revela que existe uma similaridade entre os valores do atributo estudado e da localização espacial do atributo. A autocorrelação espacial negativa revela, por sua vez, que existe uma dissimilaridade entre os valores do atributo considerado e a localização espacial.

Segundo Almeida (2012) o I de Moran fornece três tipos de informações:

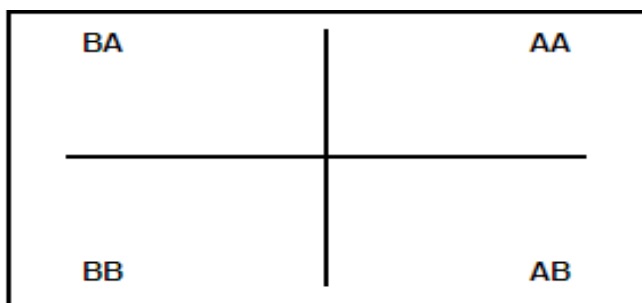
- 1) o nível de significância fornece a informação sobre os dados estarem distribuídos aleatoriamente ou não;
- 2) o sinal positivo da estatística I de Moran, desde que significativos, indica que os dados estão concentrados em regiões. O sinal negativo, por sua vez, indica a dispersão dos dados;
- 3) a magnitude da estatística fornece a força da autocorrelação espacial, quanto mais próximo de um, mais forte é autocorrelação e quanto mais próximo de -1 , mais disperso estão os dados.

Segundo Haddad e Pimentel (2004), o valor do I de Moran calculado maior que o I esperado indica a presença de uma autocorrelação espacial positiva, no caso do I de Moran calculado ser menor que o I esperado, apresentará uma autocorrelação negativa. A autocorrelação espacial global univariada é verificar se uma variável observada em determinada região está associada a valores da mesma variável em regiões vizinhas.

Então se pode dizer que a presença de autocorrelação espacial positiva indica uma associação do valor da variável (nesse caso serão utilizados três índices) entre as localidades. Sendo assim a autocorrelação positiva mostra que municípios com uma alta (baixa) atenção básica em saúde são rodeados por municípios que possuem as mesmas características. O I de Moran esperado, dado por $E(I)$, fornece o valor que seria obtido se não houvesse padrão espacial nos dados, no caso estudado $E(I) = -0,0025$. Sendo que os valores de I acima desse valor indicam autocorrelação espacial positiva e os valores abaixo indicam autocorrelação negativa.

Segundo Almeida (2012) o diagrama de dispersão de Moran é uma alternativa para visualizar a autocorrelação espacial, o qual mostra a defasagem espacial da variável de interesse no eixo vertical e o valor da variável de interesse no eixo horizontal. De acordo com Diniz (2012), além da medida global de associação linear espacial, o diagrama dispersão mostra associação espacial entre as regiões e seus vizinhos, dividido em quatro quadrantes: AA, BB, AB e BA, como mostra a figura 2:

Figura 2 – Diagrama de dispersão de Moran



Fonte: Almeida(2012).

Um agrupamento alto-alto (AA) significa que as unidades espaciais pertencentes a esse agrupamento exibem valores altos da variável de interesse rodeados por unidades espaciais que apresentam valores também altos, representado pelo primeiro quadrante do diagrama. Um agrupamento baixo-baixo (BB) refere-se a um agrupamento cujas unidades espaciais mostram valores baixos circundados por unidades espaciais que ostentam valores também baixos, representado pelo terceiro quadrante.

O agrupamento alto-baixo (AB) diz respeito a um cluster no qual uma unidade espacial qualquer com um alto valor da variável de interesse são circunvizinhos de unidades espaciais com um baixo valor. Isso é representado pelo quarto quadrante. Um agrupamento baixo-alto (BA) concerne a um cluster no qual uma unidade espacial qualquer, com um baixo valor da variável de interesse, são circundados por unidades espaciais com alto valor. Isso é representado no segundo quadrante. Ainda segundo Almeida (2012) é interessante mapear os resultados apresentados no diagrama de dispersão de Moran. Dá-se o nome de mapa de dispersão de Moran.

O indicador LISA demonstra o grau de autocorrelação espacial local. Conforme enfatiza Anselin apud Almeida (2012, p.130) para que isso ocorra é necessário que essa estatística satisfaça a dois critérios: a) esses indicadores devem possuir, para cada observação, uma indicação de clusters espaciais significantes de valores similares ao redor de cada observação, b) o somatório dos indicadores LISA, em todas as regiões, deve ser proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global. Dessa maneira, os indicadores LISA podem ser representados por intermédio da equação:

$$I_{i,t} = \frac{(X_{i,t} - \mu)}{M_0} \sum_j W_{i,j} (X_{i,j} - \mu_t) \quad (3)$$

Em que: $M_0 = \frac{(X_{i,t} - \mu_t)^2}{n}$

Na qual i é a observação e uma variável de interesse na região para o ano t , μ é a média das observações entre as regiões para o ano t , no qual o somatório em relação à i é tal que somente os valores vizinhos de i são incluídos. De acordo com Anselin (1995), a estatística LISA, é usada para testar a hipótese nula, ou seja, a ausência de associação espacial local. Assim, deve-se fazer uso de uma aleatorização condicional, que permitia determinar pseudoníveis de significância.

Para a obtenção de uma distribuição empírica das estatísticas de teste, deve-se observar se o valor da variável de interesse está dentro ou fora da região crítica definida. Dessa maneira, se o valor calculado for superior em magnitude à esperança matemática do I de Moran, seus resultados serão estatisticamente significativos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa sessão são apresentados os resultados da análise da distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, nos municípios do estado do Paraná no período de 2006 a 2013. Antes de analisar a distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico do Paraná, é importante avaliar a evolução dos indicadores de acesso a abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo no estado ao longo do período analisado.

Na tabela 1 são apresentadas a média e o desvio padrão do acesso aos serviços de água e esgoto no período 2006 a 2013.

Tabela 1 – Média e desvio padrão de acesso aos serviços de saneamento básico no Paraná 2006 - 2013.

Variáveis	Média	Desvio Padrão
AGUA 06	71.75	24.85
AGUA 13	77.07	21.56
ESGOTO 06	13.48	22.88
ESGOTO 13	20.41	27.48
LIXO 06	70.86	25.92
LIXO 13	77.27	22.85

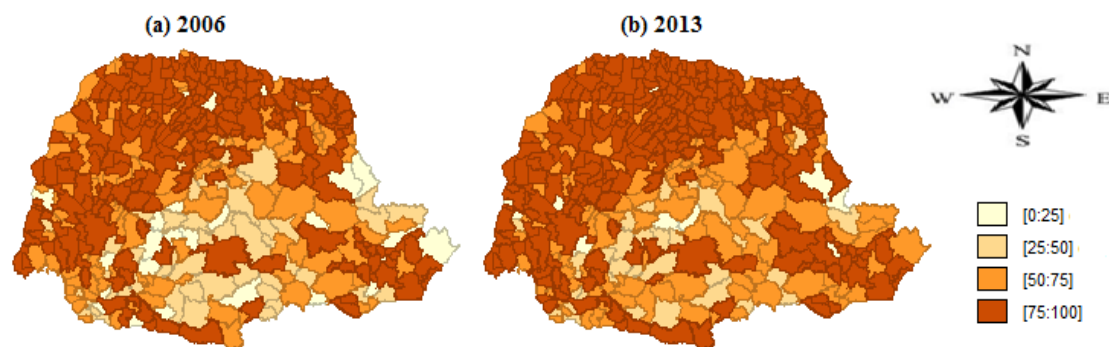
Fonte: Elaborado pelos autores

A evolução do acesso aos serviços de saneamento básico no Paraná segue a tendência brasileira apresentada por Saiani e Toneto Júnior (2010) de elevação na média de acesso ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário. No que se refere ao abastecimento de água, além do aumento na média de acesso ao serviço, houve também uma redução no desvio padrão ao longo do período observado, o que pode indicar uma possível convergência entre os municípios para o abastecimento de água. Já em relação ao acesso ao esgotamento sanitário houve um aumento no desvio padrão durante o período, indicando a possível ocorrência de um crescimento desigual no acesso ao esgotamento sanitário entre os municípios. Com relação ao serviço de coleta de lixo, foi o serviço que obteve o crescimento mais expressivo no acesso médio nos municípios paranaenses, inclusive superando o acesso ao abastecimento de água em 2013, e apresentou também redução no desvio padrão, mostrando que junto com aumento ao acesso a coleta de lixo, também pode ocorrer uma convergência ao acesso à coleta de lixo. A distribuição espacial do acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios paranaenses pode ser observada nas figuras 3, 4 e 5, respectivamente.

A figura 3 apresenta a distribuição espacial do acesso ao serviço de abastecimento de água no período de 2006 a 2013, é possível notar uma evolução no acesso ao abastecimento água ao longo do período, de acordo com Saiani e Galvão (2011) o Paraná foi o 6º estado que mais reduziu o déficit de acesso ao serviço de abastecimento de água entre 1991 e 2010. Em 2006 cerca de 54% dos municípios possuíam mais de 75% da população atendida com abastecimento de água passando para 62,40% dos municípios com cobertura superior a 75% no acesso ao abastecimento de água em 2013, também ocorreu uma redução nos municípios com acesso a água inferior a 25%, que eram 6,51% dos municípios em 2006 e passaram a ser apenas 2,50% no ano de 2013, isso indica que houveram avanços no sentido da universalização do acesso ao abastecimento de água e efeitos benéficos da Lei n.º 11.445/2007 no acesso ao abastecimento de água no estado do Paraná.

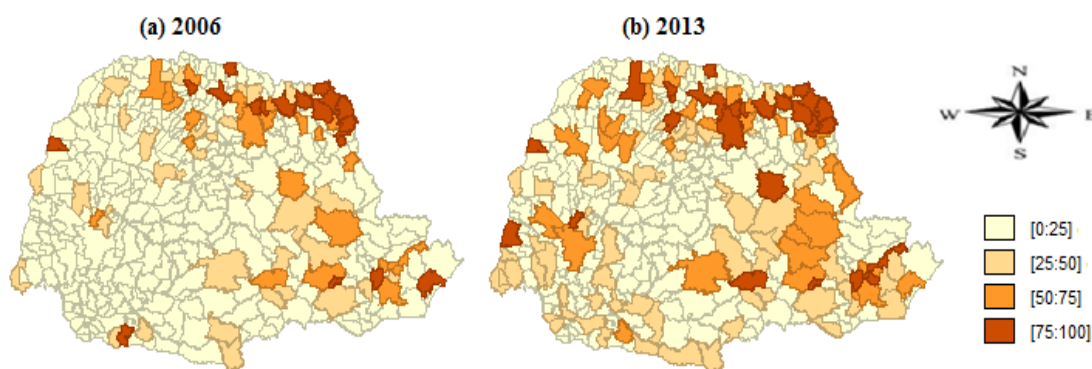
Em relação à distribuição espacial do acesso ao esgotamento sanitário, apresentada na figura 4, é possível identificar a persistência de um déficit de acesso bem maior do que o observado em relação ao abastecimento de água, com predomínio de municípios com cobertura inferior a 25% da população, ainda assim foi possível identificar uma redução nos municípios com menos 25% da população com acesso a rede de esgoto, que representavam 80,95% dos municípios em 2006 e passaram a ser 67,67% dos municípios em 2013. Foi possível também notar que ocorreu uma elevação significativa no acesso à rede de esgoto mais concentrada nos grandes centros urbanos do estado. Pelos resultados dos municípios paranaenses no período, a Lei n.º 11.445/2007 contribuiu para a ampliação do acesso ao serviço de esgotamento sanitário.

Figura 3 – Distribuição espacial do acesso ao serviço de abastecimento de água no Paraná 2006 - 2013.



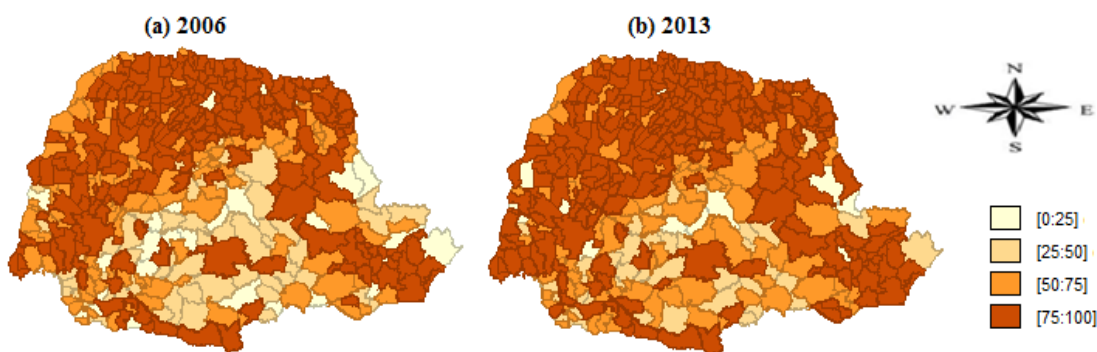
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Distribuição espacial do acesso ao serviço de esgotamento sanitário no Paraná 2006 - 2013.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5 – Distribuição espacial do acesso ao serviço de coleta de lixo no Paraná 2006 - 2013.



Fonte: Elaborado pelos autores

No que se refere à distribuição espacial do acesso ao serviço de coleta de lixo, apresentada na figura 5, nota-se uma elevação na quantidade de municípios com acesso ao serviço superior a 75% da população, em 2006 os municípios com acesso a coleta de lixo acima de 75% da população representavam 52,63% dos municípios, em 2013 essa participação alcançou 63,16% dos municípios, foi possível também uma redução substancial na quantidade de municípios com acesso a coleta de lixo inferior a 50% população que caiu de 20,80% em 2006 para apenas 12,78% em 2013, evidenciando uma contribuição da Lei n.º 11.445/2007 para o crescimento do acesso a coleta de lixo nos municípios paranaenses. Para verificar a existência de padrões de distribuição espacial relevantes é necessário observar o coeficiente de autocorrelação espacial, I de Moran, a tabela 2 apresenta os resultados do coeficiente I de Moran e as figuras 6, 7 e 8 apresentam os diagramas de dispersão de Moran para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios do Paraná entre 2003 e 2013.

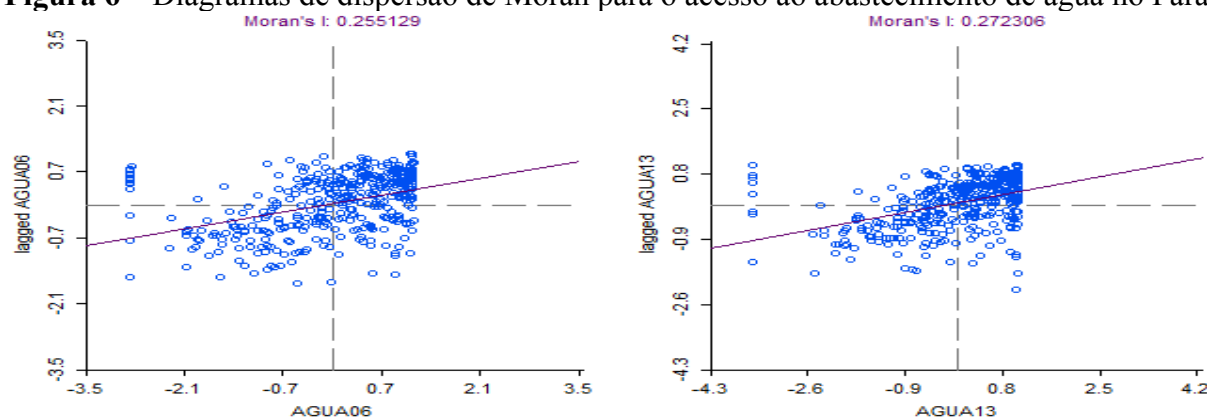
Tabela 2 – Estatística I de Moran para o acesso a serviços de saneamento básico no Paraná 2006 - 2013.

Variáveis	I de Moran	Significância
ÁGUA 06	0.2551	0.001
ÁGUA 13	0.2723	0.001
ESGOTO 06	0.1712	0.001
ESGOTO 13	0.1828	0.001
LIXO 06	0.3048	0.001
LIXO 13	0.2809	0.001

Fonte: Elaborado pelos autores.

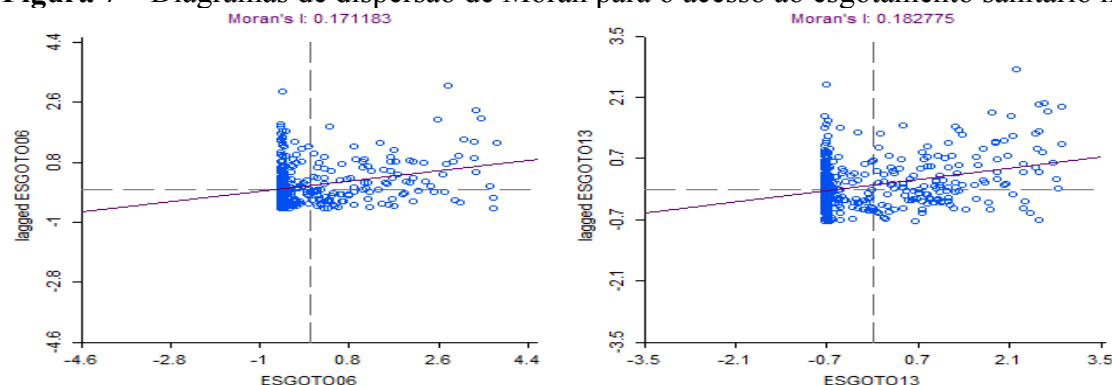
Os resultados da tabela 2 e das figuras 6, 7 e 8 mostram a existência de autocorrelação espacial positiva que significa que municípios com alto índice de acesso aos serviços de saneamento estão localizados próximos a outros municípios com alto índice de acesso. Os coeficientes I de Moran apresentaram leve aumento para serviços de água e esgoto no período e o serviço de coleta de lixo apresentou leve queda. Esses padrões de forte concentração espacial que foram encontrados ocorrem devido à existência de economias de escala e densidade nos serviços de saneamento básico, conforme apontado por Campos (2010), sendo esse padrão de concentração espacial mais expressivo no serviço de coleta de lixo, que apresenta valores maiores da estatística I de Moran em todo o período.

Figura 6 – Diagramas de dispersão de Moran para o acesso ao abastecimento de água no Paraná 2006 - 2013.



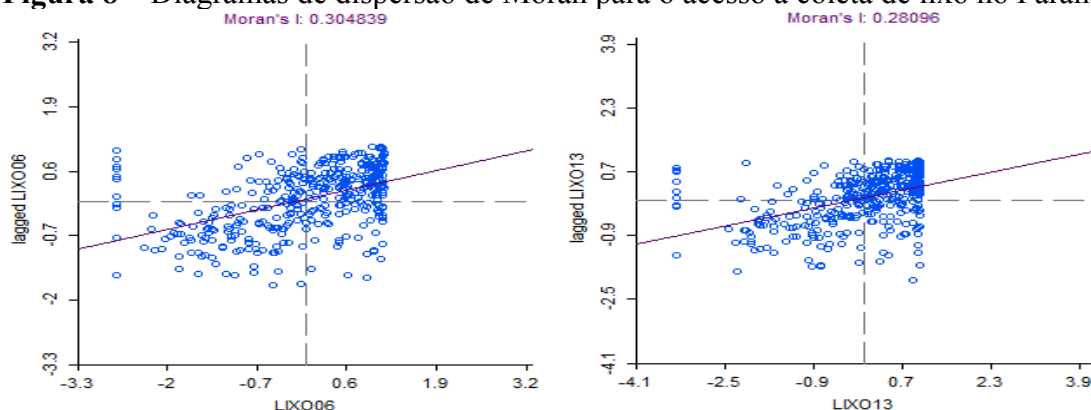
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7 – Diagramas de dispersão de Moran para o acesso ao esgotamento sanitário no Paraná 2006-2013.



Fonte: Elaboração dos autores.

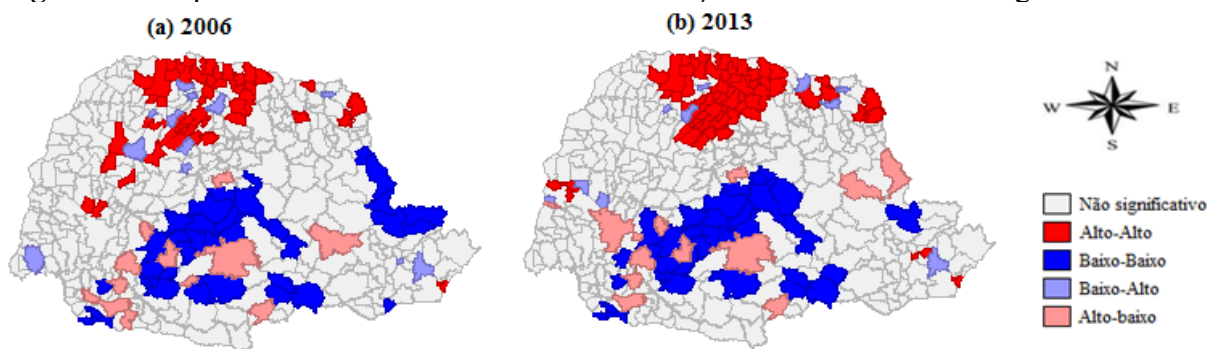
Figura 8 – Diagramas de dispersão de Moran para o acesso a coleta de lixo no Paraná 2006-2013



Fonte: Elaboração dos autores

Para analisar de que forma o padrão de concentração espacial se apresenta ao longo dos municípios do Paraná é preciso verificar os resultados dos indicadores LISA que indicam a formação de clusters espaciais. As figuras 9, 10 e 11 apresentam os mapas de clusters LISA para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, respectivamente, no período de 2006 a 2013 para os municípios do estado do Paraná.

Figura 9 – Mapas de clusters LISA de acesso ao serviço de abastecimento de água no Paraná 2006 - 2013



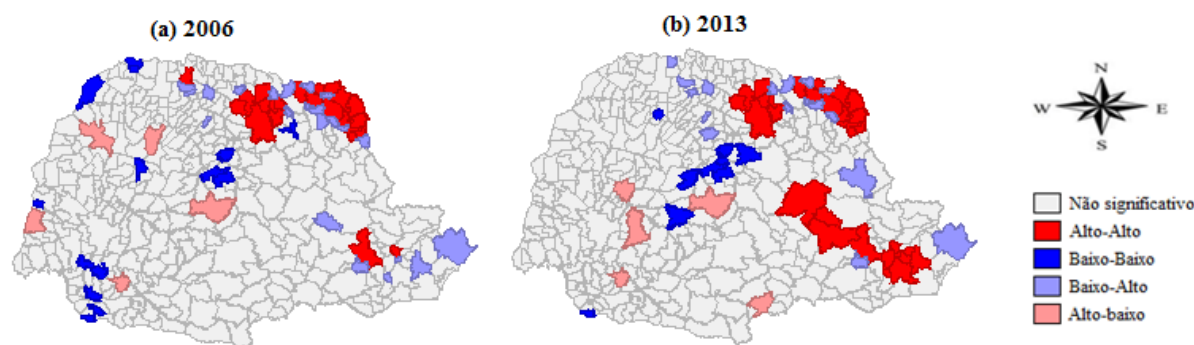
Fonte: Elaboração dos autores

Ao observar a figura 9, é possível identificar a evolução dos padrões de distribuição espacial no acesso ao serviço de abastecimento de água nos municípios paranaenses por meio da formação de clusters espaciais, nota-se uma forte concentração espacial no acesso ao abastecimento de água, com formação de clusters do tipo Alto-Alto no norte do estado, uma região com grandes aglomerações urbanas, ao redor dos municípios de Maringá e Londrina. Estudos como os de Saiani (2007) e Scriptore e Toneto Junior (2012) indicam a taxa de urbanização e porte do município e renda per capita como fatores municipais relevantes em relação ao acesso aos serviços de saneamento básico.

Observando o mapa de cluster também é possível identificar municípios com carência no abastecimento de água pelas formações de clusters do tipo Baixo-Baixo. A política pública futura, portanto, deve focar seus esforços nos investimentos da região centro sul do Paraná. Foi possível verificar também uma intensificação dos clusters Alto-Alto no norte do estado e também o crescimento do número de municípios com formação de clusters Alto-Baixo, o que evidencia uma evolução nesses locais após a implementação da Lei de Saneamento Básico de 2007.

A figura 10 apresenta a evolução dos padrões de distribuição espacial no acesso ao serviço de esgotamento sanitário. É possível perceber que, da mesma forma que em relação ao abastecimento de água, há uma forte concentração espacial no acesso ao esgotamento sanitário, principalmente nas localidades próximas aos municípios de Curitiba e Londrina, devido às economias de escala e de densidade nos serviços de saneamento básico, houve um avanço no acesso ao serviço de esgoto nos municípios que pode ser notado pela expansão da formação de clusters do tipo Alto-Alto, porém essa alta concentração espacial evidencia um crescimento desigual no acesso ao esgotamento sanitário ao longo dos municípios dentro do estado do Paraná, o que pode ser um empecilho na universalização desse serviço. Apesar da carência desses serviços em muitos municípios paranaenses antes da implementação da política, há indícios do sucesso da implementação da política, dado o crescimento dos clusters Alto-Alto identificados.

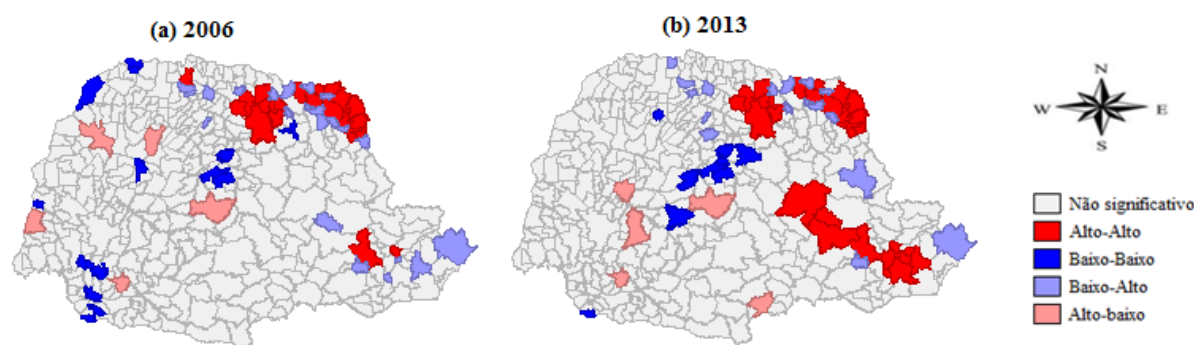
Figura 10 – Mapas de clusters LISA de acesso ao serviço de esgotamento sanitário no Paraná 2006 - 2013



Fonte: Elaboração dos autores

Da mesma maneira que para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, conforme a figura 11 foi identificada uma forte concentração espacial no serviço de coleta de lixo. A formação dos clusters espaciais identificados para o serviço de coleta de lixo se assemelha em sua distribuição ao longo dos municípios aos clusters encontrados para o serviço de abastecimento de água, com formação de clusters do tipo Baixo-Baixo na região centro sul do Paraná e formação de clusters do tipo Alto-Alto no norte do estado

Figura 11 – Mapas de clusters LISA de acesso ao serviço de coleta de lixo no Paraná 2006 - 2013.



Fonte: Elaboração dos autores

Houve um crescimento nos clusters do tipo Alto-Alto e redução nos clusters do tipo Baixo-Baixo entre 2006 e 2013, mostrando um efeito positivo da Lei n.º 11.445/2007 no serviço de coleta de lixo nos municípios paranaenses, entretanto ainda permanecem algumas regiões com carência no serviço.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A universalização do acesso aos serviços de saneamento básico é de grande importância para o bem-estar da população, principalmente pelas externalidades positivas geradas por esses serviços com relação à saúde pública. O presente artigo teve por objetivo avaliar a evolução da distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, nos municípios do estado do Paraná nos anos de 2006 e 2013 através da aplicação de uma análise exploratória de dados espaciais. Também procurou verificar se a Lei de Saneamento Básico alterou as condições vigentes dos municípios paranaenses.

Foi observada uma evolução no acesso aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo. Com relação ao abastecimento de água e coleta de lixo, além de elevação no acesso, houve também uma redução na dispersão ao longo do período analisado indicando uma possível convergência entre os municípios no acesso a esses serviços, já com relação ao esgotamento sanitário junto com a elevação no acesso ocorreu um aumento na dispersão ao longo do período o que pode indicar que houve um crescimento desigual entre os municípios no acesso ao serviço de esgoto.

Em relação à existência de dependência espacial no acesso aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, identificou-se uma estrutura espacialmente concentrada, com a presença de clusters do tipo Alto-Alto localizados principalmente em torno de regiões que apresentam grande aglomeração urbana e densidade populacional, essa forte concentração espacial ocorre devido à presença de economias de escala e de densidade no setor de saneamento básico. Essa concentração espacial se mostrou mais intensa para o serviço de coleta de lixo.

Foi possível identificar municípios com carência no acesso aos serviços de saneamento básico, localizadas principalmente na região centro sul do estado, em regiões menos povoadas e de menor renda, que podem ser foco de melhoria nas políticas públicas para o setor de saneamento no sentido de reduzir as desigualdades regionais no acesso aos serviços.

No sentido de atingir a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, houve uma evolução do acesso ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo nos municípios paranaenses, fruto da Lei de Saneamento Básico implantada no período. Contudo, ainda há desafios como a persistência de uma forte concentração espacial no acesso aos serviços de saneamento básico e a existência de regiões com carência no acesso a água, rede de esgoto e coleta de lixo em locais menos urbanizados e com menor renda. Como sugestão para estudos futuros seria o aprofundamento na questão da convergência no acesso aos serviços de saneamento básico entre os municípios.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Disponível em:** <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acessado em: 14 de março de 2015.

ANSELIN, L. **Local indicators of spatial association—LISA**. *Geographical analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

CAMPOS, F. M. **Economias de escala e ineficiência técnica: a importância da dimensão de operação das concessionárias estaduais de água e esgoto brasileiras (1998-2008)**. In: Anais do XXXVIII Encontro Nacional de Economia. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia, 2010.

CANDIDO, J. L. **Falhas de mercado e regulamentação no saneamento básico**. *Revista Eletrônica informe econômico*. Ano 1, n. 1, ago., p.85 a 89, 2013.

DINIZ, S. S. **Análise espacial da produtividade da Laranja dos municípios do estado de São Paulo: 2002 a 2010**. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 118 p., 2012.

DE MENDONÇA, M. J. C.; GUTIERREZ, M. B. S.; SACHSIDA, A.; LOUREIRO, P. R. A. **Demanda por saneamento no Brasil: uma aplicação do modelo logit multinomial**. In: Anais do XXXI Encontro Nacional de Economia. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia, 2003.

IPEA – Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada. **Disponível em:** <http://www.ipea.gov.br/> 2010. Acessado em: 24 de março de 2015.

GRIPPI, S. Quem polui mais água no Brasil. 2010. **Disponível em:** www.ufpa.br/numa/poluição_das_aguas.htm. Acesso em: 24 de março 2015.

HADDAD, E.A.; PIMENTEL, E.A. **Análise da distribuição espacial da renda no estado de Minas Gerais: Uma abordagem setorial**. Núcleo de Economia Regional e Urbana do Estado de São Paulo. Fevereiro de 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Censo 2010. **Disponível em:** <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acessado: 14 de março de 2015.

JUNIOR, A. C. G.; NISHIO, S. R.; BOUVIER, B. B.; TUROLLA, F. A.. **Marcos regulatórios estaduais em saneamento básico no Brasil**. *Revista de Administração Pública (RAP)*. Rio de Janeiro, vol. 43, n.1, p. 207 a 227, jan./fev. 2009.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. *Revista de Administração Pública (RAP)*. Rio de Janeiro, vol. 45, n.2, p. 231 a 348, mar./abr. 2011.

DAL MASO, R. A.. **Saneamento básico no Brasil: a política nacional entre 1995 e 2007**. Textos para Discussão FEE N° 105, 2012.

MONTGOMERY, M. A.; ELIMELECH, M. **Water and sanitation in developing countries: including health in the equation**. *Environmental Science & Technology*, v. 41, n. 1, p. 17-24, 2007.

NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. **Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento**. Eng. San. Ambiental, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 36-48, jan./mar. 2005.

OGERA, R. C.; PHILIPPI JR., A. **Gestão dos serviços de água e esgoto nos municípios de Campinas**, Santo André, São José dos Campos e Santos, no período de 1996 a 2000. Eng. San. Ambiental, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 72-81, jan./mar. 2005.

OLIVEIRA, C. T.; SANCHEZ, O. A. **Descentralização e saneamento básico no estado de São Paulo**. Debates Socioambientais, Cedec, ano I, n. 3., fev./mar./abr./maio 1996.

PEREIRA JR., J. S. **APLICABILIDADE DA LEI Nº 11.445/2007 – DIRETRIZES NACIONAIS PARA O SANEAMENTO BÁSICO**, julho de 2008.

PEROBELLI, F. S.; ALMEIDA, E. S.; ALVIN, M. I. S.; FERREIRA, P. G. C. **Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial**. Nova Economia, Belo Horizonte, vol. 17, n. 1, p.65-91, jan/abr 2007.

SAIANI, C. C. S. **Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil**. Prêmio IPEA-CAIXA 2006, Brasília, 2006.

SABESP. **O histórico do saneamento**. 2010. Disponível em: www.sabesp.com.br. Acesso em: 24 de março de 2015.

SANEPAR - **Companhia de Saneamento do Paraná**: Relatório de administração e demonstrações contábeis 2012. Disponível em: http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/investidores_rel_ian_dfp_itr/ian-dfp-itr/rel_Relat%C3%B3rios%20Trimestrais%202012-03-22.pdf. Acessado em: 14 de março de 2015.

SANEPAR - **Companhia de Saneamento do Paraná**: Relatório de administração e demonstrações contábeis 2013. Disponível em: http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/investidores_rel_ian_dfp_itr/ian-dfp-itr/rel_Relat%C3%B3rios%20Trimestrais%202013-02-25.pdf. Acessado em: 14 de março de 2015.

SANEPAR - **Companhia de Saneamento do Paraná**: Plano municipal de saneamento básico. Disponível em: <http://site.sanepar.com.br/prefeituras/plano-municipal-de-saneamento-basico>. Acessado em: 14 de março de 2015.

SATO, J. M.. **A utilização da análise envoltória de dados (DEA) no estudo de eficiência do setor de saneamento**. [dissertação de mestrado]. Brasília: Universidade Católica de Brasília; 2011.

SCRIPTORE, J. S.; JUNIOR, R. T. **A estrutura de provisão dos serviços de saneamento básico no Brasil: uma análise comparativa do desempenho dos provedores públicos e privados**. Revista de Administração Pública (RAP). Rio de Janeiro, nov./dez, p. 1479 a 1504, 2012.

SNIS (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO). **Disponível em:** <www.snis.gov.br>. Acesso em: 13 março de 2015.

SNIS. **Sistema Nacional de Informação de Saneamento**. Diagnósticos dos serviços de água e esgoto 2013. Brasília: Ministério das Cidades, 2013.

TUROLLA, F. A. **Provisão e operação de infraestrutura no Brasil: o setor de saneamento**. Dissertação (Mestrado em Economia de Empresas) — Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1999.

TUROLLA, F.A. **Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2002.

WHITTINGTON, D.; HANEMANN, W. M. **The economic costs and benefits of investments in municipal water and sanitation infrastructure: a global perspective**. Working paper nº 1027. University of California at Berkeley, Department of Agricultural and Resource Economics and Policy, 2006.