

## OFERTA DE TRANSPLANTES RENAIIS E FATORES ASSOCIADOS: ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL PARA AS UNIDADES FEDERATIVAS DO BRASIL

Yasmine Candida da Mata Mendonça<sup>1</sup>  
 Cássia Kely Favoretto Costa<sup>2</sup>  
 José Luiz Parré<sup>3</sup>  
 Giacomo Balbinotto Neto<sup>4</sup>  
 Marcio Marconato<sup>5</sup>

**RESUMO:** No período recente, existe um desequilíbrio entre a oferta e de demanda por transplantes renais no Brasil. Diante disso, o objetivo do artigo foi analisar a distribuição espacial da oferta de transplantes renais nas Unidades Federativas do país e sua associação com fatores econômico e de gestão no ano de 2015. Para tanto, utilizou-se a metodologia de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). A variável PIB *per capita* representou o fator econômico. O determinante gestão abrangeu as taxas de equipes transplantadoras, de doadores efetivos, de Comissões Intra-Hospitalares de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante, de Organizações de Procura de Órgãos, de leitos em Unidade de Terapia Intensiva, de serviços de neurocirurgia e de respiradores de emergência nos hospitais. De acordo com os resultados da análise univariada do I de Moran, a oferta de transplantes renais tem efeito espacial, ou seja, o procedimento realizado em cada unidade federativa é influenciado pelos seus vizinhos. A partir da análise bivariada, observou-se associação espacial positiva entre os fatores analisados e esta oferta, com predomínio das aglomerações alto-alto no Sul e Sudeste do país e, baixo-baixo no Norte e Nordeste. Uma importante conclusão foi que existe grande disparidade regional na oferta de transplantes de rim nas Unidades Federativas, com maior concentração nas áreas mais desenvolvidas economicamente.

**Palavras-chave:** Economia da Saúde. Transplantes de rim. Correlação Espacial. Disparidades Geográficas.

**ABSTRACT:** In the recent period, there is an imbalance between supply and demand for renal transplants in Brazil. Therefore, the objective of this article was to analyze the spatial distribution of the renal transplantation supply in the Federal Units of the country and its association with economic and management factors in the year 2015. The Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) was used as method. The variable GDP per capita represented the economical factor. The management determinant included the rates of transplantation teams, from effective donors, of Intra Hospital Commissions of Organ Donation and Tissue for Transplants, Organ Procurement Organization, beds in Intensive Care Unit, neurosurgery's services and emergency respirators in the hospitals. According to the results of the univariate analysis of the Morans'I, the renal transplantation offer has spatial effect, that is, the procedure performed in each federative unit is influenced by its neighbors. From the bivariate analysis, a positive spatial association was observed between the variables and the renal transplants supply, with a predominance of high-high agglomerations in the South and Southeast of the country, and low-low in the North and Northeast. An important conclusion was that there is a great regional disparity in the supply of kidney transplants in Federative Units, with a greater concentration in economically developed areas.

**Keywords:** Health Economics. Kidney transplants. Spatial Correlation. Geographical Disparities.

<sup>1</sup> Mestre em Teoria Econômica pelo Programa de Pós Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: yasmine.cmm@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente Doutora do Programa de Pós Graduação em Ciências Econômicas e do Departamento de Economia, Universidade Estadual de Maringá. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2. E-mail: ckfcosta@hotmail.com

<sup>3</sup> Docente Doutor do Programa de Pós Graduação em Ciências Econômicas e do Departamento de Economia, Universidade Estadual de Maringá. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2. E-mail: jlparre@uem.br

<sup>4</sup> Docente Doutor do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. E-mail: giacomo.balbinotto@ufrgs.br.

<sup>5</sup> Doutor em Economia pelo Programa de Pós Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Estadual de Maringá. Docente da UniCesumar - Centro Universitário de Maringá. E-mail: marconatoce@bol.com.br.

## Área 7: Microeconomia e Organização Industrial

**Classificação JEL:** D0, I1, C21.

### 1 INTRODUÇÃO

O transplante renal é um procedimento cirúrgico em que o rim saudável de um indivíduo (doador vivo e/ou falecido) é doado a um paciente (receptor) com insuficiência renal crônica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRANSPLANTE DE ÓRGÃOS, 2015; HOWARD et al., 2009). É um tratamento preferível às terapias substitutivas como a hemodiálise por fornecer melhor qualidade de vida, menor mortalidade e morbidade aos pacientes que precisam desse transplante (KIHAL-TALANTIKITE et al., 2016; SILVA, 2008).

O Brasil se destaca mundialmente por apresentar o maior programa público de transplantes de órgãos e tecidos (BRASIL, 2017; GARCIA et al., 2015). No caso dos transplantes renais, o Sistema Único de Saúde (SUS) custeia aproximadamente 95% de todos os gastos com este procedimento, abrangendo desde os exames para a entrada do potencial receptor em lista única de espera até a medicação contra rejeição do órgão, cirurgias, internações e acompanhamento pós-transplante (COSTA; BALBINOTTO NETO; SAMPAIO, 2016; BRASIL, 2009; MARINHO, 2009).

O processo de doação e transplantes de órgãos no Brasil é gerenciado pelo Sistema Nacional de Transplantes (SNT), que foi instituído pelo Decreto nº 2.268, de 30 de junho de 1997 (BRASIL, 1997). O SNT representa uma coordenação do Ministério da Saúde, via Sistema Único de Saúde, e possui a função de operacionalizar a política de saúde nacional, bem como coordenar e regular a rede assistencial de transplantes, fornecendo autorizações e credenciamento de instituições e equipes dos profissionais da saúde (VIEIRA; VIEIRA; NOGUEIRA, 2016). A organização do SNT é feita de modo a integrar as três esferas de poder (federal, estadual e municipal). As secretarias de saúde dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, os estabelecimentos hospitalares autorizados a realizar transplantes e a rede de serviços auxiliares necessários à esse procedimento devem fazer parte de sua composição (BRASIL, 2017; COSTA; BALBINOTTO NETO; SAMPAIO, 2016; COSTA, 2012; MARINHO; CARDOSO; ALMEIDA, 2011a; 2011b).

O SNT tem registrado um desequilíbrio entre a oferta e a procura por transplantes renais no Brasil. Em 2018 foram realizados, em termos absolutos, 5.923 transplantes desse órgão, correspondendo à uma taxa de 28,5 por milhão de população (pmp). Por sua vez, em dezembro do mesmo ano, o número de pacientes ativos em lista de espera por um rim foi de aproximadamente 22.581 indivíduos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS, 2018). Esta situação pode indicar dificuldades regionais na ampliação do sistema de transplantes, as quais tem sido justificadas pela ineficiência do processo de captação e distribuição de órgãos no país (GÓMEZ; JUNGSMANN; LIMA, 2018; GARCIA et al., 2015; MARINHO; CARDOSO; ALMEIDA, 2011a, 2011b; GOMES, 2007).

As diferenças entre a oferta e a demanda por rim são relatadas na literatura e esse fato impacta diretamente no funcionamento eficiente do sistema de transplantes. Dentre os principais fatores associados a esta disparidade pode-se destacar: problemas de compatibilidade entre doador e receptor; falta de incentivos às equipes envolvidas no processo de transplante (COSTA; BALBINOTTO NETO; SAMPAIO, 2016; 2014; COSTA, 2012; SILVA, 2008); insuficiência no número de doadores falecidos efetivos; tamanho dos hospitais; disponibilidade de leitos e Unidades de Terapia Intensiva - UTI; deterioração dos órgãos antes do procedimento; expansão da demanda; administração inadequada das filas de espera; limitações nas doações entre vivos (MARINHO, 2004); disponibilidade de equipes transplantadoras *per capita*; gastos *per capita* com saúde por área geográfica, desenvolvimento econômico, entre outros (MEDINA-PESTANA et al., 2011; MARINHO; CARDOSO, 2007).

Na área de Economia da Saúde, o efeito regionalizado do SNT pode ser avaliado por meio das técnicas de análise espacial, com destaque para a Análise Exploratória de Dados Espaciais - AEDE (CIA et al., 2015; MEDINA-PESTANA et al., 2011; MARINHO; CARDOSO, 2007). Este método empírico permite melhor visualização da dinâmica do comportamento espacial dos transplantes de órgãos e tecidos,

bem como da demanda e acesso aos serviços deste setor. Além disso, por meio desta metodologia é possível verificar os fatores econômicos e de gestão associados espacialmente ao sistema de transplantes.

Destaca-se também que na literatura científica existem poucos estudos internacionais (CAO; STEWART; KALIB, 2016; GHAOUI et al., 2015; MOHAN et al., 2014) e nacional (VIEIRA; SANTOS; BRITO, 2007) que aplicaram a técnica de análise espacial ao setor de transplantes de órgãos. Nesta linha, este estudo torna-se inovador e original ao utilizar o método destacado para avaliar e compreender um grave problema de saúde pública no Brasil, a escassez de rim para transplantes.

Diante do exposto, o objetivo do artigo foi analisar a distribuição espacial da oferta de transplantes renais nas Unidades Federativas do país e sua associação com fatores econômico e de gestão no ano de 2015. Para tanto, utilizou-se a metodologia de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). É importante ressaltar que, na presente pesquisa, a AEDE foi aplicada no âmbito estadual, pois existe uma escassez ou não disponibilidade de informações dos condicionantes de gestão em nível municipal ou por micro e macrorregião (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS, 2015). Em termos de hipóteses, admitiu-se que exista dependência (autocorrelação) espacial da oferta de transplantes renais e seus condicionantes. Considerou-se também que a identificação das disparidades espaciais no SNT pode contribuir para a redução do número de pacientes em lista de espera por um transplante, bem como para a melhor alocação dos recursos públicos gastos pelo SUS com este procedimento.

O presente artigo está dividido em mais quatro seções, além dessa introdução. A seção 2 trata da revisão de literatura. A seção 3 aborda a metodologia com a descrição dos dados e a metodologia de Análise Exploratória de Dados Espaciais - AEDE. A seção 4 refere-se aos resultados e discussão e, por fim, na seção 5 têm-se as considerações finais do estudo.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Nesta seção é apresentada uma breve revisão da literatura científica (nacional e internacional) sob dois enfoques: a) fatores condicionantes da oferta e da demanda por transplantes de órgãos, inclusive rim (seção 2.1) e b) técnicas de análise espacial aplicada ao setor de transplantes (seção 2.2).

### **2.1 CONDICIONANTES DA OFERTA E DA DEMANDA POR TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS**

A análise do funcionamento do sistema de transplantes de órgãos é abordada em nível internacional por diversos autores, entre eles, Ozcan, Begun e McKinney (1999); Kemmer et al. (2008); Dudley et al. (2009); Udayaraj et al. (2010); Davis et al. (2014a); Davis et al. (2014b) e Rana et al. (2015).

Ozcan, Begun e McKinney (1999) desenvolveram uma análise exploratória da eficiência técnica dos Organismos de Procura de Órgãos (OPOS) em relação aos padrões ótimos de produção nos Estados Unidos, utilizando a Análise Envoltória de Dados para o ano de 1995. Verificaram que, em geral, seis das 22 maiores OPOS (27 por cento) são classificados como ineficientes, assim como 23 das 42 menores OPOS (55 por cento) são classificados como ineficientes. As OPOS eficientes recuperaram significativamente mais rins e órgãos extra renais e possuíam maiores despesas operacionais. Já considerando o desenvolvimento e capacitação de pessoal, não foram verificadas diferenças significativas entre as OPOS.

Kemmer et al. (2008), a partir da identificação de que o papel da localização geográfica e composição étnica não estava claro no acesso ao transplante de fígado, selecionou uma parcela da população, maiores de 18 anos que realizaram transplantes de órgão entre 2000 e 2005. Concluíram que existe significativa diferença entre o acesso ao transplante em algumas etnias que são minoria, mas que isso não estaria relacionado com a localização geográfica. Em contrapartida, o estudo de Udayaraj et al. (2010) analisou se fatores socioeconômicos e características étnicas possuíam impacto no acesso à lista de espera de transplante renal da população inglesa e do país de Gales, com faixa etária entre 18 e 69 anos e que estavam realizando terapia de substituição renal entre 1994 e 2004. Na pesquisa não foi encontrado grandes diferenças de acesso entre as etnias, mas verificaram que em regiões mais pobres a população tem esse acesso reduzido.

O trabalho de Dudley et al. (2009) utilizou registros médicos de pacientes em 41 unidades de tratamento renal na Inglaterra e em Gales para identificar quais fatores influenciam a probabilidade desses pacientes em diálise serem listados na lista de espera por transplante de rins, via estudo transversal. Analisando fatores específicos dos pacientes e dos centros, os resultados sugerem que as variáveis significativas foram a idade, doença renal primária, privação social e etnia, além de o tamanho da unidade de tratamento e do programa de doadores vivos.

Davis et al. (2014a) identificaram que o tempo na lista de espera para transplante renal varia muito entre regiões dos Estados Unidos e que esse fato viola a lei federal de equidade na alocação de órgãos. Os dados analisados foram para o período entre 2000 e 2009 e se calculou o tempo de espera para cada uma das 58 áreas que realizam esse serviço utilizando-se a regressão multivariada. Os resultados indicaram que ocorreu uma significativa piora na disparidade geográfica de tempo de espera para transplante de rim entre as regiões – passou de 3,26 anos em 2000 para 4,72 anos em 2009. Foram identificadas também as características dos pacientes que permanecem por mais tempo na lista de espera, como predominantemente negros, com menor nível educacional e menos propensos a entrar lista de espera fora de sua região de residência.

Outro estudo de Davis et al. (2014b) analisou a eficácia da mudança legislativa do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos em 1998 prevendo que deveria existir critérios de prioridades objetivas na alocação dos órgãos. As variáveis utilizadas para mensurar o impacto dessa mudança foram tempos de permanência na lista de espera, taxas de transplante, mortalidade pré-transplante e qualidade de órgãos. Utilizando dados de 1988 até 2009, foi feita uma comparação das séries temporais antes e após a nova regra. Os resultados encontrados mostraram piora em todas as variáveis após a implementação da nova regra, sugerindo, portanto, que seria necessário um consenso para medir as discrepâncias de alocação e a realização de políticas públicas a fim de minimizar essas diferenças entre as regiões. Por sua vez, Rana et al. (2015) analisaram o efeito das disparidades geográficas nos resultados dos pacientes que receberam enxerto de fígado. Foram realizadas regressões multivariadas com dados do de Censo 2010 dos Estados Unidos. Os resultados encontrados indicaram apesar das diferenças significativas na oferta de enxerto de fígado e da procura, esse fato não teve impacto efeito nos resultados dos pacientes.

Purnell et al. (2013) relataram que existe disparidade entre a oferta de transplantes renais por diferenças raciais. Estas conclusões foram obtidas em pesquisa realizada com doadores vivos entre 2012 e 2015, que proporcionaram maior quantidade de doadores para os brancos quando se compara aos negros.

Em âmbito nacional, diversas pesquisas buscam analisar o comportamento do sistema de transplantes, com enfoque na questão da oferta e da demanda de órgãos (inclusive rim), a partir do uso de diferentes metodologias empíricas, tais como: Marinho (2004); Marinho e Cardoso (2007); Marinho, Cardoso e Almeida (2010); Costa, Balbinotto Neto e Sampaio (2014); Marinho, Cardoso e Almeida (2011); Medina-Pestana et al. (2011); Costa, Balbinotto Neto e Sampaio (2016) e Vieira, Vieira e Nogueira (2016).

Marinho (2004) buscou avaliar algumas das principais características das filas de espera para tratamentos de saúde com internação no SUS, incluindo a demanda por órgãos (rim, rim/pâncreas, coração, fígado, córneas, pâncreas e pulmão) no SNT, entre 2003 e 2004. Foram apontados como possíveis causas das filas: 1) problemas de compatibilidade e de incentivos; 2) limitação das doações a partir de mortos; 3) tamanho dos hospitais; 4) deterioração dos órgãos e a expansão da demanda; 5) taxas de mortalidade nas filas; 6) discriminação das minorias (negros, pobres e portadores de deficiências físicas e mentais); 7) administração e gerência das filas e 8) limitações nas doações entre vivos.

O estudo de Marinho e Cardoso (2007) analisou a eficiência do SNT por meio da metodologia não paramétrica da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* -DEA) no período de 2001 a 2003. Os insumos (*inputs*) usados foram gastos com cirurgias, procedimentos associados e medicamentos, e o produto (*output*) correspondeu as quantidades de transplantes de órgãos (rim, rim/pâncreas, coração, fígado, córneas, pâncreas e pulmão). Verificaram queda na eficiência ao longo do período estudado, com uma aparente recuperação a partir de 2001 até 2003. Revelaram um aumento da eficiência nos transplantes de fígado, mas não evidenciaram uma tendência definida para os transplantes de rim.

Por sua vez, Marinho, Cardoso e Almeida (2010) avaliaram alguns aspectos das filas de transplantes nas Unidades Federativas e com base em um modelo de teoria da firma, estimaram os tempos de espera para alguns órgãos (coração, córnea, fígado, pulmão, rim, pâncreas e transplante simultâneo de rim e pâncreas) no SNT. Destacaram que o tempo de espera para os órgãos estudados, no Brasil, é superior ao tempo de espera dos Estados Unidos e do Reino Unido, sendo que, em anos, equivalem a 0,83 para coração, 1,77 para pulmão, 2,63 para pâncreas, 4,41 para fígado, 5,53 para rins. Observaram também que os estados da região Sul, Sudeste (exceto RJ) e Centro-Oeste apresentaram menores tempos de espera, maior produtividade e capacidade. Por fim, constataram para o ano de 2006 uma correlação positiva entre transplantes *per capita* (ou por milhão de população) e quantidade de equipes transplantadoras *per capita* em cada estado analisado.

Costa, Balbinotto Neto e Sampaio (2014) avaliaram a eficiência dos estados brasileiros e do Distrito Federal no sistema público de transplante renal e a mudança de produtividade deles entre 2006 e 2011. A metodologia utilizada foi a Análise Envoltória de Dados (DEA) em que os *inputs* usados foram os gastos dos serviços hospitalares e dos profissionais no sistema e como *output*, o número de transplantes renais realizados por cada estado. Evidenciaram uma ineficiência nesse sistema, que poder ser causada por sua gestão inadequada; não seguimento de regras nacionais; comissões intra-hospitalares não ativas e equipes hospitalares sobrecarregadas. Poucos estados brasileiros apresentaram níveis máximos de eficiência, ainda que se tenha percebido aumento da produtividade após marcos legais, inferindo-se problemas de ordem administrativa e operacional.

A pesquisa de Costa, Balbinotto Neto e Sampaio (2016) analisou os incentivos contratuais de transplantes renais no Brasil, a partir do modelo agente-principal. O Ministério da Saúde foi considerado como o principal e os hospitais públicos credenciados pelo SNT eram o agente, levando em conta que os hospitais poderiam escolher um nível de transplantes realizados que estaria no ponto ótimo compatível com os incentivos recebidos – daí a necessidade de se realizar contratos de incentivo que capturem o ponto ótimo para os dois agentes. Destacaram que além de incentivos financeiros, para que a quantidade de doadores efetivos e número de transplantes renais aumentem no Brasil, são necessárias melhorias nas estruturas dos hospitais, tanto em aspecto físicos quanto em recursos humanos.

Os trabalhos de Marinho, Cardoso e Almeida (2011) e Medina-Pestana et al. (2011) consideraram que a disparidade regional no SNT no Brasil pode ocorrer devido aos seguintes aspectos: fatores biológicos (como gênero, idade, etnia, compatibilidade e tipo sanguíneo); características socioeconômicas – incluindo renda e emprego; estilo de vida; níveis de escolaridade; cultura – abordando a disposição para doar órgãos ou receber transplantes; proximidade das instituições de procura de órgãos e dos centros transplantadores, por exemplo a existência de centrais de notificação e captação bem como hospitais e profissionais capacitado; posse de planos e seguros de saúde privados; relativa escassez de pesquisas destinadas às minorias (negros, pobres e deficientes físicos), que tratem a respeito de questões de diferenças entre gênero e/ou entre raça no acesso aos serviços de transplantes; acesso à saúde e à qualidade de assistência médica observada nas diferentes regiões do país.

Vieira, Vieira e Nogueira (2016) analisaram a produção científica sobre avaliação em saúde relacionada à política de transplantes de órgãos e tecidos no Brasil. Foram elaboradas três categorias temáticas: a contextualização dos transplantes no Brasil, a organização dos serviços, conhecimento e acesso, e as alternativas para a melhoria do sistema. Concluíram que existe a necessidade do efetivo envolvimento das instituições que formam o processo do transplante para que possa haver o aumento do número efetivo de doadores e conseqüentemente o aumento do número de transplantes. Ainda neste trabalho foi evidenciada disparidade geográfica para o número de potenciais doadores e doadores atuais em que regiões mais desenvolvidas e capitais possuem mais transplantes devido ao maior número de pacientes na lista de espera.

Observa-se a partir da revisão de literatura que podem existir disparidades entre a oferta e a demanda de transplante de órgãos no Brasil e no exterior por questões de etnia, infraestrutura dos hospitais, qualificação de equipes médicas transplantadoras, limitações de doações post mortem e intervivos, baixo número de doadores efetivos e características socioeconômicas.

## 2.2 TÉCNICAS DE ANÁLISE ESPACIAL E TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS: BREVE REVISÃO EMPÍRICA

Na literatura econômica e de saúde encontram-se poucos trabalhos que utilizaram a técnica de análise espacial para compreender o funcionamento do setor de transplantes de órgãos. No contexto internacional, destacam-se as pesquisas de Mohan et al. (2014); Ghaoui et al. (2015) e Cao, Stewart e Kalib (2016). Para o Brasil foi encontrado até o momento apenas o estudo de Vieira, Santos e Brito (2007).

Mohan et al. (2014) avaliaram o impacto da distribuição espacial da pobreza em regiões dos Estados Unidos associado às taxas de transplantes renais. Verificaram que a variação geográfica nestas taxas não foi explicada por fatores como idade, raça, sexo e educação. Observaram que houve uma variação geográfica considerável neste tipo de transplante, na medida em que maiores valores foram observados com o aumento da renda familiar média.

Ghaoui et al. (2015) descreveram para os estados americanos de Connecticut; Vermont; Maine; New Hampshire; Rhode Island e Massachusetts (denominada no estudo de Região 1) a distribuição geográfica dos registros (oferta) de transplantes. Identificaram as disparidades no acesso ao transplante de fígado a partir de dados da *United Network of Organ Sharing* (UNOS), entre 2003 e 2012. Usaram a análise de interação espacial baseada no modelo gravitacional para verificar o padrão geográfico dos registros totais desse tipo de transplante por código de endereçamento postal (CEP). De acordo com os autores, a visualização de registros de transplantes revelou disparidades geográficas na alocação de órgãos em toda a região da pesquisa, sendo que o número total de registros foi maior na área Sul do local pesquisado. A análise de interação espacial, depois de ajustada para o tamanho da população subjacente, revelou existir um agrupamento estatisticamente significativo de altas e baixas taxas em várias áreas geográficas, as quais não podiam ser previstas com base unicamente na distância para o centro de transplante ou na densidade da população. Concluíram que a geografia afeta a alocação de órgão na região, além disso, que o método de análise espacial pode contribuir para uma melhor alocação dos recursos, buscando reduzir assim as disparidades regionais no acesso aos transplantes.

Nesta linha, o trabalho de Cao, Stewart e Kalib (2016) analisou padrões geográficos da incidência de insuficiência renal terminal em 11 estados do Meio-Oeste dos Estados Unidos entre 2004 e 2011. Verificaram também a existência de relação entre o acesso ao transplante de rim e a residência do paciente, como condados rurais e urbanos. Os resultados indicaram que a incidência de doenças renais é mais elevada em áreas rurais e que o acesso também é menor. Além disso, a maior parte dos municípios que possuem uma incidência mais alta de doenças renais demonstra também baixa acessibilidade aos transplantes.

Para o Brasil, Vieira, Santos e Brito (2007) identificaram a ausência de dados georeferenciados disponíveis a respeito do assunto e buscaram obter uma base de dados de transplantes renais na região do oeste de Minas Gerais, abrangendo 87 municípios. As variáveis utilizadas foram número de doadores, sexo, etiologias, locais das sessões de hemodiálise, local de origem do paciente e realização de transplantes. Foram feitos mapeamentos durante o período de 2002 a 2005 e observou-se que o município de Uberlândia concentrava uma grande quantidade de captação de órgãos e de realização de transplantes renais.

A partir do exposto, é possível observar que a técnica de análise espacial pode ser usada como uma ferramenta adequada e robusta para compreender o funcionamento do sistema de transplantes de órgãos. Além disso, fatores como porte populacional, área rural e urbana, taxa de pobreza, número de doadores, sexo, locais das sessões de hemodiálise, local de origem do paciente, entre outros podem influenciar a distribuição espacial da taxa de transplantes. Assim, considerando a escassez de pesquisas nesta área da Economia da Saúde, o presente estudo busca, a partir da aplicação da AEDE, mostrar que a estrutura SNT tende a ser regionalizada e este fato afeta a relação entre a necessidade e a disponibilidade de rim para transplantes.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 FONTE E DESCRIÇÃO DOS DADOS

Esta pesquisa é do tipo descritiva e analítica, sendo que a amostra usada correspondeu as por 27 Unidades da Federação (UF). O critério de seleção desta amostra foi a participação (via SUS) de cada UF no sistema de transplante renal. Conforme já destacado, a AEDE foi usada em nível estadual, pois os dados do fator gestão não estão disponíveis ou não existem em termos municipais ou por micro e macrorregiões no Brasil.

No presente estudo a oferta do transplante de rim foi representada pela taxa de transplantes renais por milhão de população – *pmp* (TRPMP), a qual foi obtida pela divisão entre a quantidade de transplantes renais realizados em cada UF e a sua população residente, multiplicada por 1.000.000. A coleta de dados referente à esta variável foi realizada no Sistema de Informações Hospitalares (SIH) do SUS, por local de internação, usando-se os seguintes códigos dos procedimentos hospitalares: 0505020092 - transplante órgão de doador vivo e 0505020106 - transplante doador morto. Estas informações são gratuitas e estão disponíveis na *home page* do Departamento de Informática do SUS-DATASUS (BRASIL, 2017).

Na Tabela 1 está apresentada a descrição dos fatores associados a distribuição espacial da oferta de transplantes renais e a fonte dos dados. O componente econômico utilizado foi o PIB *per capita* (PIBPC), o qual foi coletado no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2016). A justificativa para o uso desta variável é que, no Brasil, áreas mais desenvolvidas economicamente tendem a apresentar maiores taxas de transplantes de órgãos. Além disso, alocam de forma mais eficiente os recursos do SNT (GARCIA et al., 2015).

**Tabela 1** – Descrição dos fatores econômico e de gestão usados na presente pesquisa, 2015

Variáveis	Descrição	Fonte
<b>Econômico</b>		
PIB PC	PIB <i>per capita</i> nominal (R\$ mil): (valor nominal do Produto Interno Bruto por UF* / população residente de cada UF) x 1.000.000	IBGE
<b>Gestão</b>		
EQPMP	Taxa de equipes transplantadoras de órgãos <i>pmp</i> : (número de equipes transplantadoras por UF / população residente de cada UF) x 1.000.000	ABTO <sup>2</sup>
DEPMP	Taxa de doadores efetivos de órgãos <i>pmp</i> : (número de doadores efetivos por UF / população residente de cada UF) x 1.000.000	ABTO
CIHDOTTSPMP	Comissões Intra-Hospitalares de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante <i>pmp</i> : (número de CIHDOTTTS por UF / população residente de cada UF) x 1.000.000	ABTO
OPOSPMP	Organizações de Procura de Órgãos <i>pmp</i> : (número de OPOS por UF / população residente de cada UF) x 1.000.000	ABTO
LUTIPMP	Leitos em UTI <i>pmp</i> : (número de leitos em UTI por UF / população residente de cada UF) x 1.000.000	ABTO
SNEUPMP	Serviços de neurocirurgia <i>pmp</i> : (número de serviços de neurocirurgia por UF / população residente de cada UF) x 1.000.000	ABTO
REMEGPMP	Respiradores (ou ventiladores) de emergência <i>pmp</i> : (número de respiradores de emergência por UF / população residente de cada UF) x 1.000.000	Cadastro Nacional de Estabelecimentos (CNES) - DATASUS

Fonte: Elaboração própria (2019). Nota: \*UF refere-se as Unidades da Federação.

Já o fator gestão usado na presente pesquisa abrange as taxas de equipes transplantadoras *pmp* (EQPMP), de doadores efetivos *pmp* (DEPMP), de Comissões Intra-Hospitalares de Doação de Órgãos e

Tecidos para Transplante *pmp* (CIHDOTTSPMP), de Organizações de Procura de Órgãos *pmp* (OPOSPMP), de leitos em UTI *pmp* (LUTIPMP), de serviços de neurocirurgia *pmp* (SNEUPMP) e de respiradores (ou ventiladores) de emergência *pmp* (REMEGPMP) nos hospitais. Estas informações foram coletadas no site da Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos –ABTO (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS, 2015).

Os dados da população residente de cada unidade federativa referem-se às estimativas realizadas pelo IBGE para o Tribunal de Contas da União (TCU), que são usadas para determinar as cotas do Fundo de Participação dos Municípios (FPM). As informações estão disponíveis no site do IBGE. Destaca-se que o *software* GEODA, versão 1.6.7, foi usado para calcular o I de Moran; já os mapas foram feitos no Quantun Gis, versão 2.2.

### 3.2 MODELO EMPÍRICO

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) refere-se a verificação da presença de aleatoriedade dos dados espaciais. Por meio dela pode-se testar a hipótese de que a distribuição entre dados não segue um passeio aleatório e identificar se existe ou não autocorrelação espacial (ALMEIDA, 2012; ANSELIM, 1988).

As consequências da autocorrelação espacial são comparáveis às da autocorrelação temporal em séries de tempo. Se os erros estão correlacionados entre si em um modelo de regressão, os estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) serão ineficientes, e os estimadores das variâncias serão viesados, invalidando os testes de significância. Caso exista autocorrelação na variável dependente, as estimativas de MQO serão viesadas e inconsistentes, enquanto que quando a correlação está presente no termo de erro, o estimador de MQO deixa de ser o mais eficiente, ainda que não haja viés ou inconsistência (VIEIRA, 2009; FOTHERINGHAM; BRUNSDON; CHARLTON, 2002).

A AEDE permite realizar quatro tipos de associações de dados espaciais, podendo ser feitas análises univariadas e bivariadas, tanto globais (I de Moran) quanto locais (LISA). A diferença entre elas consiste em que quando se faz associações univariadas, se busca entender se os valores de uma variável em uma região são afetados pelos seus valores em outra região. Na análise bivariada, por sua vez, se busca saber se os valores de uma variável em uma determinada região são afetados por valores de outra variável em regiões diferentes. Já a distinção entre indicadores globais e locais consiste em que os primeiros não conseguem identificar padrões locais de autocorrelação, apenas o grau em que ela ocorre, logo, são indicadores complementares (ALMEIDA, 2012; ANSELIN, 1988).

Tendo em vista que AEDE pode auxiliar na identificação da existência de autocorrelação espacial, de padrões de associação espacial e da presença de *clusters* nos dados, ou ainda, sobre a influência de observações discrepantes (*outliers*), essa análise se torna um importante precedente de um modelo econométrico (ALMEIDA, 2012). Nesta linha, inicialmente, deve-se determinar a matriz de pesos espaciais ou matriz de contiguidade, que é definida de acordo com a vizinhança, a distância geográfica e socioeconômica, bem como uma combinação desses fatores.

Tyszler (2006) aponta que a utilização das matrizes de pesos espaciais é necessária como instrumento que identifique a estrutura existente de correlação espacial na análise em questão, a qual é uma matriz quadrada e contém os pesos de cada unidade sobre a outra. Portanto, a importância do entendimento dessas matrizes decorre do fato de que nos estudos espaciais existe a dependência multidimensional dos dados e regiões estudadas (VIEIRA, 2009).

Almeida (2012) exemplifica que, para uma amostra de  $n$  áreas, uma análise espacial tem o número de interações entre essas regiões igual a  $n*(n-1)/2$ . É necessário um arranjo para que as ocorrências dessas interações espaciais se tornem viáveis, tornando possível a estimação de um parâmetro que dê a ideia do grau de interação. Destaca-se que muitos resultados em econometria espacial são sensíveis à escolha da matriz de pesos espaciais, o que torna a discussão a respeito da tipologia das matrizes uma questão importante.

As matrizes de pesos espaciais binárias podem ser construídas de acordo com Almeida (2012), pelo conceito de vizinhança baseada na contiguidade, em que são consideradas próximas as regiões que possuem fronteiras em comum. Se duas áreas partilham de uma fronteira, atribui-se o valor unitário para



elas (ou nulo, no caso contrário). Ressalta-se que existem alguns tipos de matrizes de pesos espaciais como a rainha, torre e  $k$  vizinhos. Levando em consideração erros de medida que mapas podem conter por serem apenas representações abstratas da distribuição geográfica, a convenção de contiguidade é chamada de rainha (*queen*) quando os vértices (nós), na visualização de um mapa, podem ser considerados como contíguos. Em contrapartida, caso apenas as fronteiras físicas com extensão diferente de zero for levadas em conta, a convenção de contiguidade é considerada como torre (*rook*) (ALMEIDA, 2012).

No entanto, existe um problema na utilização das matrizes rainha e torre que reside no fato de regiões estudadas em uma mesma análise apresentarem uma quantidade de vizinhos muito diferentes, algumas com muitos e outras com até nenhum, não garantindo uma conectividade balanceada. Para resolver este problema, é possível adotar a matriz de  $k$  vizinhos que são matrizes binárias de contiguidade cuja convenção de vizinhança é baseada na distância (ALMEIDA, 2012; ANSELIN, 1999).

A partir da construção da matriz de pesos espaciais é preciso analisar se há autocorreção espacial nos dados. Para isso se utiliza a estatística  $I$  de Moran, a qual é usada para identificar a existência de aleatoriedade espacial, sendo representada da seguinte forma:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum I \sum J W_{IJ} Z_I Z_J}{\sum I^2 = 1 Z^2} \quad (1)$$

O primeiro termo da Equação 1 ( $n/S_0$ ) corresponde à variância dos dados de interesse e o segundo ( $\sum I \sum J W_{IJ} Z_I Z_J / \sum I^2 = 1 Z^2$ ), à ideia de configuração espacial dos dados. Na equação,  $n$  é o número de regiões,  $z$  denota os valores da variável de interesse padronizada e  $Wz$  representa os valores médios desta variável padronizada nos vizinhos, definidos segundo uma matriz de ponderação espacial  $W$ . O duplo somatório significa que todos os elementos da matriz de pesos espaciais  $W$  devem ser somados, denotando a densidade dessa matriz (ALMEIDA, 2012).

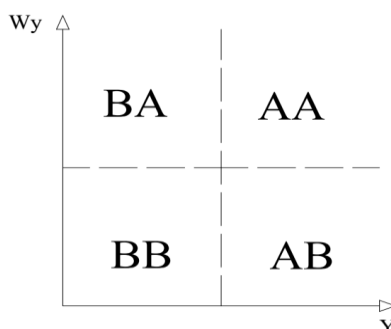
O valor esperado de  $I$  de Moran para quando não existe padrão espacial nos dados é de  $-[I/(n-1)]$ . O valor calculado e o esperado são iguais quando  $y_i$  de uma região independe de  $y_i$  nas regiões vizinhas. Quando o valor calculado de  $I$  excede o esperado, existe indicação de autocorrelação espacial positiva, já quando  $I$  é menor, a autocorrelação pode ser negativa. Destaca-se que essa estatística está entre 0 e 1 e a medida que aumentam o número de regiões seu valor se aproxima de 0. O  $I$  de Moran fornece uma indicação formal do grau de associação linear entre os valores do vetor  $Z$  (Equação 1) e o vetor espacialmente defasado (ALMEIDA, 2012; VIEIRA, 2009).

Almeida (2012) aponta três informações que podem ser identificadas com a estatística do  $I$  de Moran, sendo elas: a) o nível de significância, que informa se os dados estão distribuídos aleatoriamente; b) o sinal da estatística que indica se as informações estão concentradas ou dispersas em torno das regiões e c) o grau da autocorrelação espacial, sendo relacionado positivamente com a proximidade dessa estatística de 1 e negativamente de -1.

O Diagrama de Dispersão de Moran (Figura 1) é usado para visualizar a dependência espacial e indicar os diferentes padrões espaciais presentes nos dados. Existem quatro padrões de associação local espacial entre as regiões e seus vizinhos, sendo eles: 1) alto-alto (AA): regiões com altos valores para a variável de pesquisa (acima da média) estão rodeadas por áreas que também apresentam altos valores da variável estudada; 2) baixo-alto (BA): áreas com baixos valores para a variável de pesquisa (abaixo da média) estão cercadas por regiões que apresentam altos valores da variável estudada; 3) alto-baixo (AB): regiões com altos valores para a variável de pesquisa (acima da média) estão cercados por áreas que apresentam baixos valores da variável estudada; 4) baixo-baixo (BB): regiões com baixos valores para a variável de pesquisa (abaixo da média) estão rodeadas (cercados) por áreas que também apresentam baixos valores da variável em questão (ALMEIDA, 2012).

Vieira (2009) destaca que os quadrantes AA e BB correspondem a uma autocorrelação espacial positiva, mostrando regiões de concentrações (*cluster*) com valores similares. Já nos quadrantes BA e AB, tem autocorrelação negativa, com *clusters* espaciais de valores diferentes.

De acordo com Almeida (2012), não se deve confiar apenas em estatísticas globais, pois elas podem camuflar padrões locais de associação espacial linear. Para detectar estes padrões, existem os indicadores de associação espacial local (LISA), sendo que a principal é o  $I$  local. Conforme Anselin (1999), a estatística LISA é usada para testar a hipótese nula de ausência de associação espacial local.

**Figura 1 - Diagrama de Dispersão de Moran**

Fonte: Adaptado de Almeida (2012) e Vieira (2009).

De acordo com Almeida (2012), não se deve confiar apenas em estatísticas globais, pois elas podem camuflar padrões locais de associação espacial linear. Para detectar estes padrões, existem os indicadores de associação espacial local (LISA), sendo que a principal é o I local. Conforme Anselin (1999), a estatística LISA é usada para testar a hipótese nula de ausência de associação espacial local. É um instrumento de identificação de *outliers*, isto é, indica um agrupamento espacial que ocorre em torno de uma variável, com valores locais que são muito diferentes da média (ou mediana) e que contribuem mais do que o esperado para a estatística local. É usada também para testar a hipótese nula de ausência de associação espacial local (ANSELIN, 1999; 1995). Assim, para que os indicadores LISA identifiquem o grau de associação espacial local é preciso que exista para cada observação, uma indicação de *clusters* espaciais significativos estatisticamente e que a somatória dos indicadores locais, para todas as regiões, seja proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global (ANSELIN, 1999).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Na Tabela 2 está apresentada a estatística descritiva da oferta de transplantes renais (*pmp*) e dos fatores econômico e de gestão associados a esta variável. Observa-se que a oferta média de transplantes desse órgão foi de 14,60 *pmp*, sendo que o maior valor foi identificado no estado do Rio Grande do Sul (47,21 *pmp*). O valor zero refere-se às UFs (Amapá, Mato Grosso, Roraima, Sergipe e Tocantis) que não realizaram transplantes no ano de 2015.

**Tabela 2 - Estatística descritiva das variáveis consideradas na pesquisa, Unidades Federativas do Brasil, 2015**

Variáveis*	N**	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variação (%)
TRPMP	27	14,60	14,26	0,00	47,21	97,67
PIBPC	27	24.961,58	13.367,59	11.366,23	73.971,05	53,55
EQPMP	27	0,53	0,38	0,00	1,25	72,05
DEPMP	27	9,75	9,17	0,00	29,77	94,05
CIHDOTTSPMP	27	2,32	2,25	0,00	10,18	97,16
OPOSPMP	27	0,18	0,21	0,00	0,62	113,96
LUTIPMP	27	163,53	75,69	60,00	361,94	46,28
SNEUPMP	27	1,96	0,95	0,43	3,96	48,18
REMEGPMP	27	215,17	87,95	84,89	451,83	40,88

Fonte: Resultados da pesquisa (2019). Elaboração própria. Nota:\* TRPMP -taxa de transplantes renais por *pmp*; PIBPC - PIB *per capita*; EQPMP - taxa de equipes transplantadoras de órgãos *pmp*; DEPMP - taxa de doadores efetivos *pmp*; CIHDOTTSPMP - Comissões Intra-Hospitalares de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante *pmp*; OPOSPMP - Organizações de Procura de Órgãos *pmp*; LUTIPMP- leitos em UTI *pmp*; SNEUPMP- serviços de neurocirurgia *pmp* e REMEGPMP - respiradores (ou ventiladores) de emergência *pmp* nos hospitais. Nota: \*\*Unidades Federativas.

Com relação aos fatores econômico (PIB *per capita*) e de gestão (EQPMP, DEPMP, CIHDOTTPMP, OPOSPMP, LUTIPMP, SNEUPMP e REMEGPMP), observa-se para cada variável, a partir do coeficiente de variação, a existência de alta dispersão relativa dos dados. Este fato pode indicar a disparidade que existe na oferta dos transplantes renais entre as Unidades Federativas do Brasil para o ano analisado.

#### 4.2 ANÁLISE ESPACIAL UNIVARIADA

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados do I de Moran univariado referente à oferta de transplantes renais (*pmp*) para o ano de 2015. Para verificar a hipótese nula da aleatoriedade espacial foram estimadas as matrizes de contiguidade Rainha, Torre e *k* vizinhos (k3, k7 e k9). Observa-se que os valores do I de Moran são estatisticamente significativos para todas as matrizes ao nível de 1% de significância, indicando que a distribuição não tem tendência aleatória, ou seja, é possível que exista autocorrelação espacial. Nesta linha, a oferta de transplantes renais dos estados vizinhos pode influenciar nas taxas de cada unidade da federação. A partir do critério de maior I de Moran, conforme recomendado por Almeida (2012), a matriz de *k* (3) vizinhos se mostra a mais adequada para a estimação.

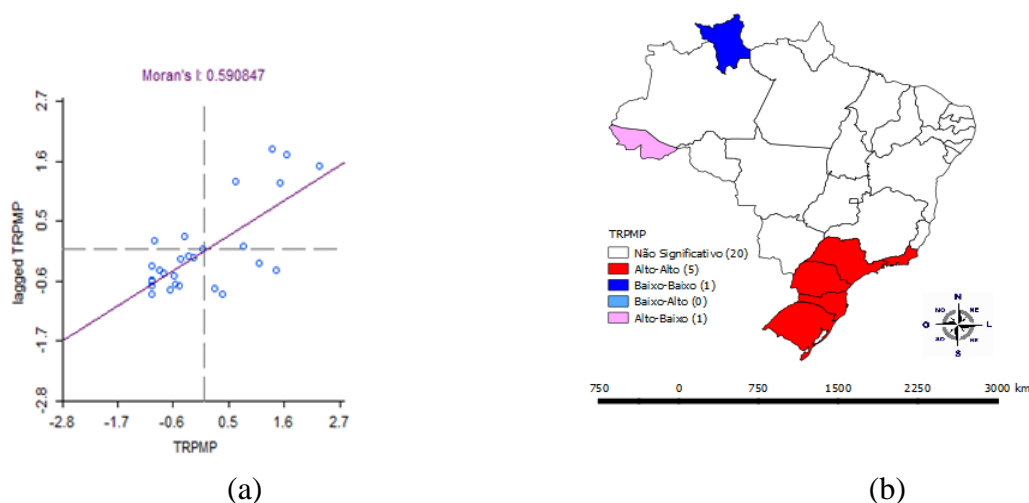
**Tabela 3** - Teste de autocorrelação espacial global univariado da oferta de transplantes renais *pmp*, Unidades Federativas do Brasil, 2015

Matriz de pesos	I de Moran
Rainha	0,4640*
Torre	0,4641*
<b>k-3</b>	<b>0,5908*</b>
k-7	0,2975*
k-9	0,2018*

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019). Elaboração própria. Nota:\* Significativo ao nível de 1%.

Na Figura 2 apresenta-se o gráfico de I de Moran (a) e o mapa de *cluster* (b) da oferta de transplantes renais (*pmp*) – TRPMP - em 2015. No eixo horizontal está a variável destacada (TRPMP) e no eixo vertical a defasagem espacial dessa oferta (TRPMP defasada). Com base na estatística de I de Moran (valor de 0,59), constata-se que há dependência espacial positiva. Quando se analisa os padrões espaciais existentes, observa-se maior concentração de unidades federativas no primeiro (padrão alto-alto) e terceiro (padrão baixo-baixo) quadrante.

**Figura 2** - Gráfico de I de Moran (a) e mapa de *cluster* (b) da oferta de transplantes renais (*pmp*), Unidades Federativas do Brasil, 2015



Fonte: Resultados da Pesquisa (2019). Elaboração própria. Nota: Mapa com 999 permutações e nível de significância de 5%.

Na estimação do mapa de *clusters* da Figura 2(b) foi usada a estatística LISA (Indicadores Locais de Associação Espacial), que busca identificar agrupamentos espaciais com significância e instabilidade local da medida de associação global I de Moran. Considerando-se os padrões que foram significativos, verifica-se que 5 unidades federativas estão no padrão alto-alto. Já nos *clusters* baixo-baixo e alto-baixo tem-se somente 1 estado, respectivamente.

No ano de 2015, verificou-se que todas as unidades federativas da região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e duas do Sudeste (São Paulo e Rio de Janeiro) formaram um *cluster* de unidades federativas com altos valores da oferta de transplantes renais (*pmp*) e estavam cercados por até 3 vizinhos que possuíam (em média) elevadas taxas da mesma variável. Para Roraima (região Norte) evidenciou-se uma concentração do tipo baixo-baixo, ou seja, estados com pequenos valores dessa oferta e que estavam cercados por vizinhos que em média também apresentaram baixos valores de TRPMP. Para o Acre foi verificado uma concentração alto-baixo, isto é, o estado apresentou altos valores de TRPMP e tem circunvizinhos com baixos valores de transplantes renais (*pmp*).

#### 4.3 ANÁLISE ESPACIAL BIVARIADA

O coeficiente I de Moran bivariado foi utilizado para verificar se existe associação espacial linear entre a oferta de transplantes renais (*pmp*) – TRPMP - e os seguintes fatores associados a esta oferta: a) econômico, representado pelo PIB *per capita* e b) de gestão, correspondente as taxas de equipes transplantadoras *pmp* (EQPMP), de doadores efetivos *pmp* (DEPMP), de Comissões Intra-Hospitalares de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante *pmp* (CIHDOTTSPMP), de Organizações de Procura de Órgãos *pmp* (OPOSPMP), de leitos em UTI *pmp* (LUTIPMP), de serviços de neurocirurgia *pmp* (SNEUPMP) e de respiradores de emergência *pmp* (REMEGPMP).

Na Tabela 4 verifica-se que para todas as variáveis abordadas na presente pesquisa o valor do coeficiente I de Moran, conforme a matriz de k (3) vizinhos foi significativo, indicando que existe autocorrelação espacial global bivariada. Os resultados das inferências indicaram a existência de autocorrelação positiva entre a oferta de transplantes renais (*pmp*) e todos os fatores econômico e de gestão analisados para o ano de 2015.

**Tabela 4** - Teste de autocorrelação espacial global bivariada da oferta de transplantes renais (*pmp*) e fatores econômico e de gestão dessa oferta, Unidades Federativas do Brasil, 2015

Fator/relação	I de Moran Bivariado
<b>Econômico</b>	
TRPMP x PIB per capita	0,3449*
<b>Gestão</b>	
TRPMP x EQPMP	0,3671*
TRPMP x DEPMP	0,5543*
TRPMP x CIHDOTTSPMP	0,4067*
TRPMP x OPOsPMP	0,1346*
TRPMP x LUTIPMP	0,3628*
TRPMP x SNEUPMP	0,3578*
TRPMP x REMEGPMP	0,3548*

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019). Elaboração própria. Nota: \* Significativo ao nível de 1%.

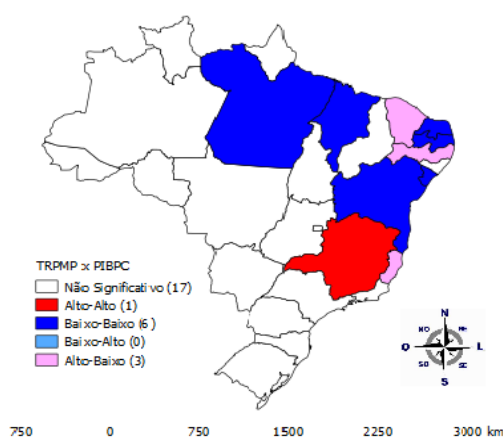
Para complementar a análise global apresentada na Tabela 4, é importante realizar uma análise espacial local (conforme demonstrado nas Figuras 3 e 4), que permite identificar quais as unidades da federação que apresentam os padrões alto-alto, baixo-baixo, alto-baixo e baixo-alto.

Na Figura 3 está apresentado o mapa de *cluster* que associa a oferta de transplantes renais (*pmp*) e o PIB *per capita* em 2015. Existem aglomerações significativas nos padrões alto-alto, baixo-baixo e alto-baixo. Verificou-se que o estado de Minas Gerais apresentou altos valores dessa oferta e está cercado por vizinhos que apresentaram, em média, elevado PIB *per capita*. Já Bahia, Sergipe, Paraíba, Rio Grande do

Norte, Maranhão e Pará tiveram padrões baixo-baixo, isto é, possuíam baixas taxas de transplantes renais (*pmp*) e estavam rodeados por UFs com pequenos níveis médios de renda per capita. No padrão alto-baixo identificou-se Espírito Santo, Pernambuco e Ceará, ou seja, estas unidades apresentaram altas taxas de transplantes e estavam rodeadas por vizinhos com baixo nível de PIB *per capita*.

Por sua vez, na Figura 4 - mapas de cluster de (a) até (g) - apresentam-se os resultados da relação espacial entre a oferta de transplantes renais (*pmp*) – TRPMP - e as variáveis que representam a gestão do sistema: EQPMP, DEPMP, CIHDOTTPMP, OPOSPMP, LUTIPMP, SNEUPMP e REMEGPMP. No que diz respeito ao mapa de *cluster* da Figura 4(a), verifica-se que Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo, formaram um grupo de estados que apresentam alta oferta de transplantes e estão cercados de vizinhos que tiveram, em média, elevada taxa de equipes transplantadoras *pmp*. No mesmo ano, o Amapá ficou no padrão baixo-baixo (pequenas taxas de transplantes e vizinhos com reduzida taxa de equipes).

**Figura 3** - Mapa de *cluster* bivariado relacionando a oferta de transplantes renais *pmp* (TRPMP) e o PIB *per capita*, Unidades Federativas do Brasil, 2015



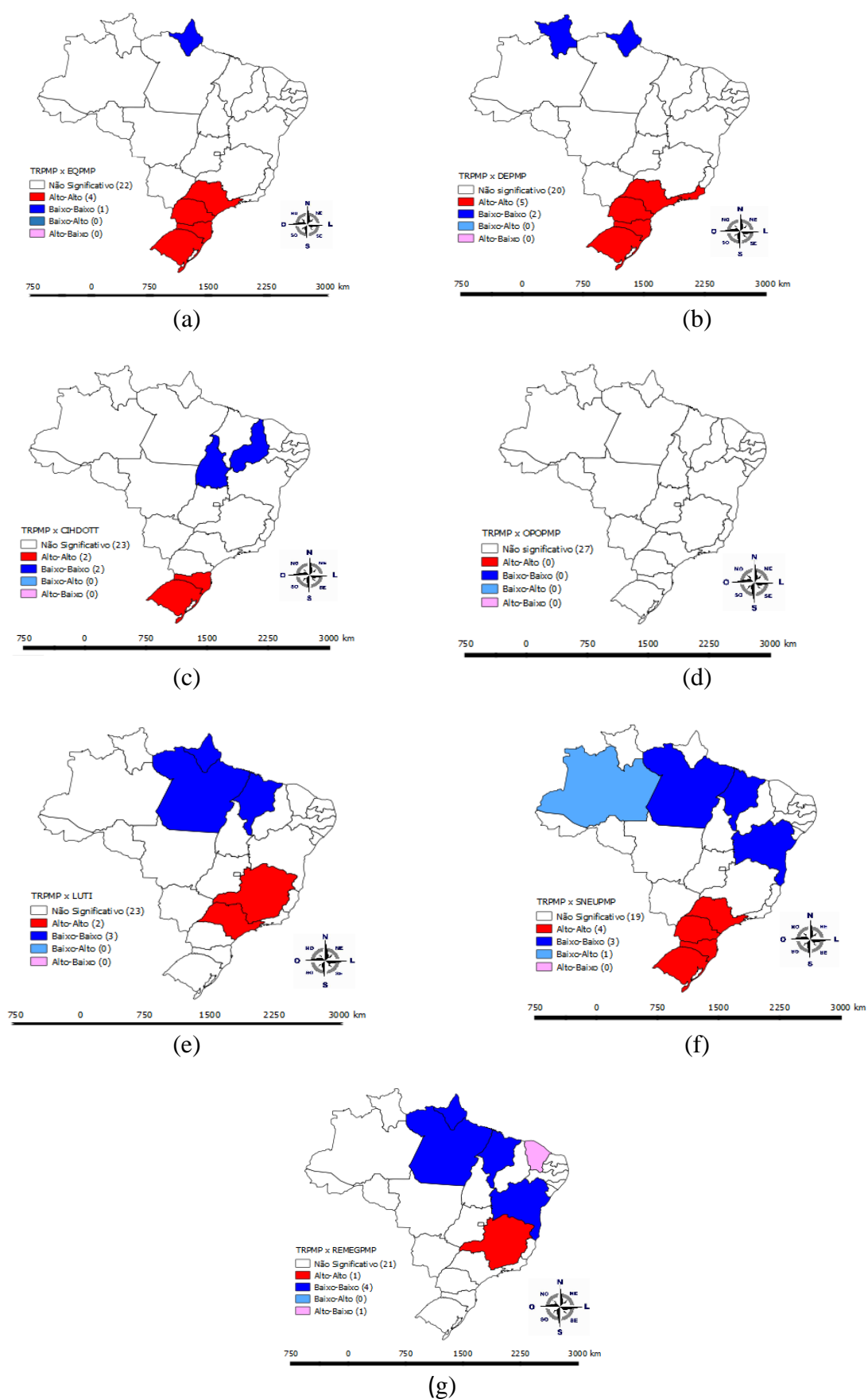
Fonte: Resultados da Pesquisa (2019). Elaboração própria. Nota: Mapa com 999 permutações e nível de significância de 5%.

Na relação entre TRPMP e taxa de doadores efetivos *pmp* (Figura 4b), tem-se associações espaciais significativas para os padrões alto-alto (5 estados) e baixo-baixo (2 estados). O *cluster* alto-alto foi formado pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro. Isto mostra que estes estados apresentaram altos valores de TRPMP e estavam cercados de vizinhos com, em média, elevada taxa de doadores efetivos. Já o agrupamento baixo-baixo abrangeu somente os estados de Roraima e Amapá.

No mapa de cluster da Figura 4(c), relaciona-se a oferta de transplantes com o número de CIHDOTTS *pmp*. Os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina tiveram elevados valores da oferta de transplantes renais (*pmp*) e estavam cercados por vizinhos que possuíam, em média, alto número de CIHDOTTSPMP. Por sua vez, houve predomínio de agrupamento baixo-baixo para Maranhão e Tocantins. Para a variável explicativa OPOSPMP não houve nenhuma concentração estatisticamente significativa, conforme pode ser visto na Figura 4(d).

Na Figura 4(e) observa-se que existe associação espacial positiva entre a oferta de transplantes renais (*pmp*) e a taxa de leitos em UTI *pmp*, com concentração alto-alto para os estados de São Paulo e Minas Gerais (isto é, eles realizaram altas taxas de transplantes renais e estão cercados de vizinhos com elevadas taxas de leitos em UTI). Já o *cluster* baixo-baixo engloba os estados de Maranhão, Amapá e Pará. Na relação espacial entre esta oferta e a variável SNEUPMP (Figura 4f), observa-se uma concentração alto-alto para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Por sua vez, o *cluster* baixo-baixo foi formado pelos estados da Bahia, Maranhão e Pará, ou seja, estas áreas apresentaram baixas taxas de transplantes renais *pmp* e estavam cercados de vizinhos com baixo número de serviços de neurocirurgia *pmp*. O Amazonas está no *cluster* baixo-alto.

**Figura 4** - Mapa de *cluster* bivariado relacionando a oferta de transplantes renais *pmp* (TRPMP) e os fatores de gestão, Unidades Federativas do Brasil, 2015



Fonte: Resultados da Pesquisa (2018). Elaboração própria. Nota: Mapa com 999 permutações e nível de significância de 5%.

Por fim, a associação espacial entre a oferta de transplantes renais (*pmp*) e os respiradores de emergência *pmp* (REMEGPMP) está apresentada na Figura 4(g). O *cluster* alto-alto foi identificado somente para o estado de Minas Gerais. Houve o predomínio do agrupamento baixo-baixo para os estados Bahia, Maranhão, Pará e Amapá, ou seja, são estados que realizaram pequenas taxas de transplantes deste órgão e estão rodeadas de vizinhos com reduzida taxa de ventiladores de emergência. Por fim, o Ceará está no *cluster* alto-baixo.

Resumidamente, os padrões de *clusters* evidenciados na presente pesquisa entre a oferta de transplantes renais (*pmp*) e seus fatores econômico (Figura 3) e de gestão do sistema (Figuras 4) estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** - Sintetização dos padrões de *cluster* evidenciados na presente pesquisa, Unidades Federativas do Brasil, 2015

Fator/relação	Padrão/Unidades Federativas			
	Alto-Alto	Baixo-Baixo	Baixo-Alto	Alto-Baixo
<b>Econômico</b>				
TRPMP x PIB <i>per capita</i>	Minas Gerais	Bahia, Sergipe, Paraíba, Rio Grande do Norte, Maranhão e Pará	-	Espírito Santo, Pernambuco e Ceará
<b>Gestão</b>				
TRPMP x EQPMP	Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo	Amapá	-	-
TRPMP x DEPMP	Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro	Roraima e Amapá	-	-
TRPMP x CIHDOTTSPMP	Rio Grande do Sul e Santa Catarina	Maranhão e Tocantins	-	-
TRPMP x OPOSPMP	-	-	-	-
TRPMP x LUTIPMP	São Paulo e Minas Gerais	Maranhão, Amapá e Pará	-	-
TRPMP x SNEUPMP	Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo	Bahia, Maranhão e Pará	Amazonas	-
TRPMP x REMEGPMP	Minas Gerais	Bahia, Maranhão, Pará e Amapá	-	Ceará

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019). Elaboração própria.

#### 4.4 DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que, em termos univariado, a oferta de transplantes renais nas Unidades Federativas do Brasil tem efeitos espaciais, ou seja, a taxa de transplantes deste órgão em cada estado e no Distrito Federal é influenciada pelos transplantes realizados nos seus vizinhos. Constatou-se também que os fatores econômico e de gestão apresentam associação espacial positiva sobre esta oferta, com exceção da variável Organizações de Procura de Órgãos (*pmp*). Analisando o coeficiente I de Moran bivariado, tal fator apresentou relação positiva com a taxa de transplantes, contudo nenhum padrão foi significativo no mapa de *cluster*.

É importante destacar que os resultados da AEDE na presente pesquisa foram significativos e estão em conformidade com a literatura sobre a aplicação deste método para o sistema de transplantes de órgãos. Segundo Ghaoui et al. (2015), o espaço geográfico, além de variáveis socioeconômicas e

demográficas, afeta a alocação de órgãos e tecidos em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Nesta linha, a técnica espacial usada permitiu identificar as diferenças no acesso aos transplantes por regiões, podendo assim contribuir na formulação de políticas públicas baseadas em evidências que minimizem o desequilíbrio em relação aos transplantes de órgãos.

De forma específica, verificou-se a existência de grandes disparidades espaciais da oferta de transplantes renais (*pmp*) em 2015. Aglomerações no padrão alto-alto foram evidenciadas na região Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) e Sudeste (especialmente, em São Paulo e Rio de Janeiro). Isto é, nestas regiões concentram-se unidades federativas com altas taxas de transplantes renais, cercadas por áreas com elevada oferta deste órgão. Por sua vez, agrupamentos do tipo Baixo-Baixo e Alto-Baixo foram observadas na região Norte do País, respectivamente, nos estados de Roraima e Acre. Segundo Gómez, Jungmann e Lima (2018), este resultado pode ser explicado pela distância geográfica entre as regiões, ou seja, é mais viável fornecer serviços de transplantes em áreas densamente mais acessíveis como os estados do Sul e Sudeste. Além disso, estas regiões apresentam melhor infraestrutura do SUS.

Destaca-se também que as altas taxas de transplantes renais (*pmp*) realizadas no Brasil estão concentradas nas regiões mais desenvolvidas economicamente (Sul e Sudeste). Por sua vez, as menores estão centralizadas no Norte. Este fato pode ser explicado por diferenças evidenciadas entre fatores socioeconômicos como composição étnica, pobreza, privação social, nível educacional, entre outros (RANA et al., 2015; DAVIS et al., 2014a; 2014b; PURNELL et al., 2013; MARINHO; CARDOSO; ALMEIDA, 2011a; 2011b; UDAYARAJ et al., 2010; DUDLEY et al., 2009; KEMMER et al., 2008).

A disparidade no número de transplantes renais também foi evidenciada no estudo de Medina-Pestana et al. (2011). Buscando analisar a distribuição dos transplantes de rim realizados no Brasil em 2009 por cada região brasileira, os autores evidenciaram que a maioria foi realizada no Sul e Sudeste do país. Dentre os principais fatores utilizados para explicar esse comportamento, destacaram variáveis demográficas e socioeconômicas como o tamanho da população e o PIB de cada estado.

Garcia et al. (2015) destacam que, ao desenvolverem uma análise mais detalhada sobre os transplantes de rins em cada uma das cinco regiões geográficas do Brasil, também confirmam essa disparidade na doação de órgãos, variando de 5,7 *pmp* no Norte para 46,7 *pmp* na região sul. Apenas dois estados, o Rio Grande do Sul (51,9 *pmp*) e São Paulo (51,2 *pmp*) em 2014, realizaram mais de 50 transplantes renais *pmp*. Essa disparidade é também refletida pela taxa de doadores por milhão de população e pode ser impactada por aspectos como densidade demográfica, PIB *per capita* e nível de desenvolvimento em cada região.

Costa, Balbinotto Neto e Sampaio (2016), por sua vez, mostraram que o processo de transplantes renais é uma atividade com grande dispersão entre os estados e o Distrito Federal, principalmente em virtude das diferenças na gestão dos recursos aplicados no setor. A oferta do órgão rim nas regiões Norte e Nordeste, em comparação com o Sul e Sudeste, é insuficiente para suprir a demanda e reduzir as filas de espera por este órgão. Este fato é justificado pela questão da ineficiência destes estados nas atividades de alocação, captação e transplantes de órgãos (MARINHO; CARDOSO; ALMEIDA, 2011a; 2011b).

Na análise bivariada entre a oferta de transplantes renais (*pmp*) e o PIB *per capita*, constatou-se que uma unidade da federação do Sudeste (Minas Gerais) está no padrão alto-alto, ou seja, esse estado realiza altas taxas de transplantes e está cercado por vizinhos com elevada renda *per capita*. Por sua vez, no *cluster* baixo-baixo estão alguns estados do Nordeste (Bahia, Sergipe, Paraíba, Rio Grande do Norte e Maranhão) e um do Norte do país (Pará). Os estados do Espírito Santo, Pernambuco e Ceará compõem a aglomeração Alto-Baixo, ou seja, são áreas que realizam muitos transplantes de rim, e estão rodeadas de vizinhos com baixo PIB *per capita*.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016), a renda no Brasil esteve concentrada nas regiões Sul e Sudeste, mais especificamente em cinco estados, sendo eles São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná, que juntos possuíam cerca de 60% do total do PIB brasileiro em 2014. Nesta linha, as evidências desta pesquisa, assim como os estudos de Medina-Pestana et al. (2011) e Garcia et al. (2015), confirmam a associação espacial positiva entre o fator econômico e a oferta de transplantes renais de cada região geográfica do país.

Considerando algumas das variáveis relacionadas à gestão do SNT (taxa de equipes transplantadoras *pmp*, taxa de doadores efetivos *pmp* e Comissões Intra-Hospitalares de Doação de



Órgãos e Tecidos para Transplantes *pmp*), percebe-se a predominância de *clusters* alto-alto para regiões Sul e Sudeste e baixo-baixo, para Norte e Nordeste. Conforme Costa, Balbinoto Neto e Sampaio (2014), estados menos eficientes tendem a possuir equipes hospitalares sobrecarregadas ou má gestão do sistema de transplantes, o que pode explicar *clusters* baixo-baixo verificados entre a TRPMP e as variáveis relacionadas à gestão.

Destaca-se que a escassez de doadores de órgão no SNT brasileiro é classificada como uma das maiores restrições para alcançar o equilíbrio entre a oferta e demanda por rim. Este fato é explicado pela não adequada remuneração e incentivos das equipes de saúde responsáveis pela captação e alocação de órgãos, dificuldade de manutenção de doares potenciais nas UTI's, falta de leitos, respiradores de emergência, abordagem familiar não adequada, entre outros aspectos (GÓMEZ; JUNGSMANN; LIMA, 2018; COSTA; BALBINOTTO NETO; SAMPAIO, 2016; VIEIRA; VIEIRA; NOGUEIRA, 2016; ABBUD FILHO, 2006).

A observação de *clusters* alto-alto na associação espacial entre a TRPMP e as CIHDOTTS *pmp*, de acordo com Medina-Pestana et al. (2011), poderia ser explicada por programas implementados pelos governos de alguns estados afim de reduzir obstáculos e aumentar a eficiência do sistema. Do mesmo modo, Marinho (2004) cita como um fator determinante das filas de espera por órgãos no Brasil a administração e gerência de filas, o que é feita pelas CIHDOTS.

A pesquisa de Marinho, Cardoso e Almeida (2011a) pode explicar também a relação positiva entre a oferta de transplantes renais e as OPOS *pmp*, visto que relacionam a proximidade de instituições de procura de órgãos e de centros transplantadores ao acesso a transplantes. Contudo, como os resultados dos mapas de *cluster* não foram significativos para tal fator, é importante uma atenção maior por parte dos gestores públicos na atuação dessas organizações em cada área específica.

Com relação às variáveis taxa de leitos em UTI *pmp*, de serviços de neurocirurgia *pmp* e respiradores de emergência *pmp*, observa-se que possuem associação espacial positiva sobre a oferta de transplantes renais (*pmp*) nos estados. No presente estudo, os estados da região Norte (Para e Amapá) e do Nordeste (Maranhão e Bahia) estão nas aglomerações baixo-baixo. Estas áreas apresentam várias dificuldades para elevar suas taxas de transplantes de órgãos, principalmente, devido à falta de hospitais transplantadores, infraestrutura inadequada, problemas de logística no transporte terrestre, engajamento de profissionais na notificação de potenciais doadores e no atendimento dos pacientes, entre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS, 2015; GARCIA et al., 2015).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou a distribuição espacial da oferta de transplantes renais (*pmp*) nas Unidades Federativas do Brasil para o ano de 2015 e sua associação com os fatores econômico e de gestão. Foi usado na pesquisa o método de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).

De acordo com os resultados, a oferta de transplantes renais (*pmp*) em cada Unidade Federativa tem efeito espacial, isto é, os transplantes realizados em cada estado e no Distrito Federal são influenciados por aqueles feitos nos seus vizinhos. Em relação aos fatores econômico e de gestão, estes apresentaram associação espacial positiva sobre a oferta de transplantes de rim. Na análise dos mapas de *cluster* observou-se que para todos os condicionantes abordados (com exceção das Organizações de Procura de Órgãos *pmp*), houve predomínio das aglomerações alto-alto nas regiões Sul e Sudeste. Já o padrão baixo-baixo concentrou-se nas áreas do Norte e Nordeste.

Portanto, existe uma grande disparidade na oferta de transplantes renais nas Unidades Federativas do Brasil e no acesso aos condicionantes econômico e de gestão dessa oferta. Este estudo reforça e torna ainda mais robusta a constatação que o SNT no país tem efeitos regionalizados e varia, principalmente, conforme o nível de desenvolvimento econômico da área analisada. Para tentar minimizar essas disparidades no país, julgam-se necessárias ações públicas mais eficientes de melhoria do funcionamento do sistema de transplante renal, principalmente nas regiões em que é maior a escassez deste órgão.

A questão da relação entre oferta e demanda por transplante renais é um tema que necessita ser mais detalhado na área econômica, tanto do ponto de vista teórico quanto empírico. Este estudo constituiu-se numa pequena, mas original contribuição para que sejam desenvolvidas pesquisas futuras nesse campo.

## REFERÊNCIAS

ABBUD FILHO, M. Desvendando as causas de não efetivação dos potenciais doadores de órgãos: educar para não punir... quem? *Jornal Brasileiro de Transplantes*, v. 9, n. 1, p. 467, 2006.

ALMEIDA, E. *Econometria espacial aplicada*. Campinas: Alínea, 2012.

ANSELIN, L. *Review of Cluster Analysis Software*. Urbana: Anselin and Associates, 2003.

\_\_\_\_\_. *Spatial Econometrics*. Richardson: University of Texas at Dallas, 1999.

\_\_\_\_\_. Local Indicators of Spatial Association - LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

\_\_\_\_\_. *Spatial Econometrics: methods and models*. Boston: Kluwer Academic, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS - ABTO. *Dimensionamento dos transplantes no Brasil e em cada estado (2008-2015)*. São Paulo, SP: ABTO, 2015. (Registro Brasileiro de Transplante, v. 11, n. 4). Disponível em: <<http://www.abto.org.br/abtov03/Upload/file/RBT/2015/anual-n-associado.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2018.

BRASIL. Decreto nº 2.268, de 30 de junho de 1997. Regulamenta a Lei nº 9.434, de 4 de fevereiro de 1997, que dispõe sobre a remoção de órgãos, tecidos e partes do corpo humano para fim de transplante e tratamento, e dá outras providências. 1997. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 01 jul. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1997/d2268.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1997/d2268.htm)>. Acesso em: 2 Set. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Portaria 2.600 de 21 de outubro de 2009*. Aprova o Regulamento Técnico do Sistema Nacional de Transplantes. Saúde Legis - Sistema de Legislação da Saúde, 2009. Disponível em: <[http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/gm/2009/prt2600\\_21\\_10\\_2009.html](http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/gm/2009/prt2600_21_10_2009.html)>. Acesso em: 09 Nov. 2018.

\_\_\_\_\_. Decreto Federal nº 9.175 de 18 de outubro de 2017. Regulamenta a Lei nº 9.434, de 4 de fevereiro de 1997, para tratar da disposição de órgãos, tecidos, células e partes do corpo humano para fins de transplante e tratamento. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 out. 2017. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/d9175.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9175.htm)>. Acesso em: 17 mar. 2018.

CAO, Y.; STEWART, K.; KALIB, R. Geographic patterns of end-stage renal disease and kidney transplants in the Midwestern United States. *Applied Geography*, v. 71, p.133–143, 2016.

COSTA, C. K. F. *Ensaio sobre a economia dos transplantes renais no Brasil: incentivos e eficiência*. 2014. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Programa de Pós Graduação em Economia. Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

COSTA, C. K. F.; BALBINOTTO NETO, G.; SAMPAIO, L. M. B. Eficiência dos estados brasileiros e do Distrito Federal no sistema público de transplante renal: uma análise usando método DEA (Análise Envoltória de Dados) e índice de Malmquist. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 30, n.8, p.1667-1679, 2014.

\_\_\_\_\_. Análise dos incentivos contratuais de transplantes de rins no Brasil pelo modelo agente-principal. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 32, n.8, p.1-13, 2016.

DAVIS, A. E. et al. Changes in geographic disparity in kidney transplantation since the final rule. *Transplantation*, v. 98, n. 9, p. 931-936, 2014a.

\_\_\_\_\_. et al. The extent and predictors of waiting time geographic disparity in kidney transplantation in the United States. *Transplantation*, v. 97, n. 10, p. 1049-1057, 2014b.

DUDLEY, C. R. et al. Factors that influence access to the national renal transplant waiting list. *Transplantation*, v. 88, n. 1, p. 96-102, 2009.

GARCIA, V. D. et al. An Overview of the Current Status of Organ Donation and Transplantation in Brazil. *Transplantation*, v. 99, n. 9, p. 1535-1537, 2015.

GHAOUI, R. et al. Impact of geography on organ allocation: Beyond the distance to the transplantation center. *World journal of hepatology*, v. 7, n. 13, p. 1782-1787, 2015.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. *Geographically Weighted Regression: the analysis of spatially varying relationships*. Newcastle, UK: John Wiley & Sons; 2002.

GOMES, F. B. C. *Ameaças à equidade na distribuição de órgãos para transplante: uma análise dos critérios legais de acesso*. 2007. Dissertação (Mestrado em Política Social) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GÓMEZ, E. J.; JUNGSMANN, S.; LIMA, A. S. Resource allocations and disparities in the Brazilian health care system: insights from organ transplantation services. *BMC Health Services Research*, v. 18, n. 90, p. 1-23, 2018.

HOWARD, K. et al. The cost effectiveness of increasing kidney transplantation and home-based dialysis. *Nephrology*, Carlton, v. 14, n. 1, p. 123-132, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Coordenação de Contas Nacionais. *Produto Interno Bruto dos Municípios 2010- 2014*. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2016.

KEMMER, N. et al. Impact of geographic location on access to liver transplantation among ethnic minorities. *Transplantation*, v. 85, n. 2, p. 166-170, 2008.

KIHAL-TALANTIKITE, W. et al. Influence of Socio-Economic Inequalities on Access to Renal Transplantation and Survival of Patients with End-Stage Renal Disease. *PLoS One*, v. 11, n. 4, p.1-15, 2016.

MARINHO, A. *Um estudo sobre as filas para internações e para transplantes no Sistema Único de Saúde brasileiro*. Rio de Janeiro, RJ: IPEA, 2004. (Texto para discussão, n. 1.055).

\_\_\_\_\_. *A situação dos transplantes de órgãos no Brasil*. Brasília, DF: IPEA, 2009. (Texto para discussão, n. 1.389).

\_\_\_\_\_; CARDOSO, S. S. *Avaliação da eficiência técnica e da eficiência de escala do sistema nacional de transplantes*. Rio de Janeiro, RJ: IPEA, 2007. (Texto para discussão, n. 1260).

\_\_\_\_\_; CARDOSO, S. S.; ALMEIDA, V. V. *Desigualdade de Transplantes de órgãos no Brasil: Análise do perfil dos receptores por sexo e raça ou cor*. Brasília, DF: IPEA, 2011a. (Texto para discussão, n. 1.629).

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Efetividade, produtividade e capacidade de realização de transplantes de órgãos nos estados brasileiros. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 27, n. 8, p. 1560-1568, 2011b.

MEDINA-PESTANA, J. O. et al. O contexto do transplante renal no Brasil e sua disparidade geográfica. *J. Bras. Nefrol*, v. 33, n. 4, p. 472-484, 2011.

MOHAN, S. et al. Kidney Transplantation and the Intensity of Poverty in the Contiguous United States. *Transplantation*, v. 98, n. 6, p.640–645, 2014.

OZCAN, A. Y.; BEGUN, J. W.; MCKINNEY, M. M. Benchmarking organ procurement organizations: a national study. *Health Services Research*, v. 34, n. 4, p. 855, 1999.

PURNELL, T. S. et al. Racial differences in determinants of live donor kidney transplantation in the United States. *American Journal of transplantation*, v. 13, p. 1557-1565, 2013.

RANA, A. et al. Geographic inequities in liver allograft supply and demand: does it affect patient outcomes? *Transplantation*, v. 99, n. 3, p. 515-520, 2015.

SILVA, E. N. *Ensaio em economia da saúde: transplantes de rim*. 2008. 113f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Porto Alegre, 2008.

TYSZLER, M. *Econometria espacial: discutindo medidas para a matriz de ponderação espacial*. 2006. Dissertação (mestrado) - Fundação Getúlio Vargas – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 115.

UDAYARAJ, U. et al. Social deprivation, ethnicity, and access to the deceased donor kidney transplant waiting list in England and Wales. *Transplantation*, v. 90, n. 3, p. 279-285, 2010.

VIEIRA, L. R.; SANTOS, A. B.; BRITO, J. L. S.O uso de SIG na elaboração de uma base de dados dos transplantes renais: um estudo de caso. *Hygeia*, v. 2, n. 4, p. 24-36, 2007.

VIEIRA, M. S.; VIEIRA, M. S.; NOGUEIRA, L. T. Avaliação em saúde e transplantes de órgãos e tecidos: revisão integrativa. *Journal of Nursing UFPE/Revista de Enfermagem UFPE*, v. 10, n. 2, p. 631-639, 2016.

VIEIRA, R.S. *Crescimento econômico no Estado de São Paulo: uma análise espacial*. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2009.