

**Área 2:** Econometria Espacial e Análise Espacial.

## **Integração da Econometria Espacial nos Estudos em Economia Regional e Urbana: uma análise bibliométrica**

### **Fábio Júnior Clemente Gama**

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF  
Professor Adjunto A-1 da Universidade Federal do Delta de Parnaíba - UFDP  
Pesquisador do Núcleo de Pesquisas Aplicadas às Ciências Econômicas  
<<https://nupace.com.br/pesquisadores>>  
Email: [fabio.gama@ufdpar.edu.br](mailto:fabio.gama@ufdpar.edu.br)  
Tel: +55 86 99478-5201

### **Caio Oliveira Azevedo**

Doutorando em Economia Aplicada pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB  
Pesquisador do Núcleo de Pesquisas Aplicadas às Ciências Econômicas  
<<https://nupace.com.br/pesquisadores>>  
Email: [caio.azevedo@live.com](mailto:caio.azevedo@live.com)  
Tel: +55 24 98142-1567

### **Bruno Castro Alves**

Graduando em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Delta de Parnaíba - UFDP  
Membro do Núcleo de Pesquisas Aplicadas às Ciências Econômicas  
<<https://nupace.com.br/nossa-equipe-2/>>  
Email: [brunoalves@ufdpar.edu.br](mailto:brunoalves@ufdpar.edu.br)  
Tel: +55 86 9961-9720

### **Ana Échilei Santiago do Nascimento**

Graduanda em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Delta de Parnaíba - UFDP  
Membro do Núcleo de Pesquisas Aplicadas às Ciências Econômicas  
<<https://nupace.com.br/nossa-equipe-2/>>  
Email: [echileis@ufdpar.edu.br](mailto:echileis@ufdpar.edu.br)  
Tel: +55 88 99380-0571

### **Suzana Quinet de Andrade Bastos**

Professora Titular no Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora  
UFJF Membro do Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais – LATES  
Membro do Observatório das Desigualdades em Educação, Saúde e Sustentabilidade – ODES/UFJF  
E-mail: [quinet.bastos@ufjf.br](mailto:quinet.bastos@ufjf.br)  
Tel: + 55 32 99194-0101

## **Integração da Econometria Espacial nos Estudos de Economia Regional e Urbana: uma análise bibliométrica**

### **Resumo:**

A econometria espacial constitui uma ferramenta indispensável para a análise de dados geograficamente referenciados, possibilitando a modelagem de fenômenos econômicos regionais e urbanos. Este estudo tem como objetivo investigar a integração progressiva dos métodos de econometria espacial nas pesquisas de ciência regional e urbana ao longo do tempo, visando compreender as tendências e evoluções nesse campo. Para alcançar tal objetivo, foi realizada uma análise detalhada de publicações acadêmicas no domínio da economia regional e urbana, utilizando-se de métricas bibliométricas. A abordagem quantitativa adotada, apoiada por métodos estatísticos, emprega o pacote Bibliometrix no ambiente de programação R. A análise fundamenta-se em conjuntos de dados provenientes das bases bibliográficas da Clarivate (2024) e Elsevier (2024), abrangendo o período de janeiro de 1959 a 26 de fevereiro de 2024. Os resultados evidenciam um progresso significativo na aplicação da econometria espacial no contexto da análise econômica regional e urbana, ressaltando a crescente importância e relevância dessas técnicas analíticas para a compreensão de fenômenos econômicos em escalas geográficas específicas.

**Palavras-chave:** economia regional e urbana; econometria espacial; bibliometria.

### **Abstract:**

Spatial econometrics constitutes an indispensable tool for the analysis of geographically referenced data, enabling the modeling of regional and urban economic phenomena. This study aims to investigate the progressive integration of spatial econometrics methods into regional and urban science research over time, in order to understand the trends and evolutions in this field. To achieve this objective, a detailed analysis of academic publications in the domain of regional and urban economics was conducted, using bibliometric metrics. The quantitative approach adopted, supported by statistical methods, employs the Bibliometrix package in the R programming environment. The analysis is based on data sets from the bibliographic databases of Clarivate (2024) and Elsevier (2024), covering the period from January 1959 to February 26, 2024. The results highlight significant progress in the application of spatial econometrics in the context of regional and urban economic analysis, emphasizing the growing importance and relevance of these analytical techniques for understanding economic phenomena at specific geographic scales.

**Keywords:** regional and urban economy ; spatial econometrics; bibliometrics.

**Classificação JEL:** R10, C31, B49

# 1 Introdução

A evolução da economia espacial é caracterizada por influências desde o início do século XX, com pensadores como Frisch (1933) e Tinbergen (1935) estabelecendo suas bases. Nas décadas de 1950 e 1960, Isard (1956) enfatizou a importância da localização na análise econômica, enquanto Cliff e Ord (1973) introduziram conceitos como autocorrelação espacial.

Nas décadas de 1980 e 1990, o interesse renovado pela economia regional e o surgimento de novos padrões de localização foram impulsionados pela integração remota de processos, resultante das inovações microeletrônicas, e pela maior mobilidade de fatores entre países devido à formação de blocos econômicos. A convergência entre as agendas de pesquisa na economia internacional e regional foi evidenciada por Fujita, Krugman e Venables (2000), que compararam a economia da União Europeia com a economia inter-regional nos Estados Unidos. Isso levou a uma prolífica produção bibliográfica em economia regional, desenvolvimento regional e geografia econômica, estimulando o surgimento de novas teorias e métodos para compreender a dinâmica espacial da atividade econômica.

A introdução do conceito de Econometria Espacial foi um marco no desenvolvimento do campo da econometria. Nos anos 90, Anselin e Hudak (1992), Haining (1990) e Cressie (1991) contribuíram para o refinamento de modelos de medição espacial mais eficiente. Anselin e Hudak (1992), Anselin et al. (1996) e LeSage (1999b) emergiram como pioneiros na adoção de métodos computacionais para explorar a Econometria Espacial, desempenhando um papel vital na ampliação de sua aplicação na Economia Regional e Urbana. Essa abordagem representou uma mudança significativa, marcando um avanço na análise de fenômenos econômicos regionais e locais. De acordo com Anselin (1988), a Econometria Espacial se tornou um instrumental importante no desenvolvimento de políticas com fito de reduzir os desequilíbrios regionais e, assim, diminuir as desigualdades sociais presentes em determinadas regiões levando em conta os efeitos espaciais ou *spillovers*.

A Econometria Espacial contrasta com a Econometria Clássica, ao ser capaz de lidar eficazmente com dados espacialmente referenciados e de explorar fenômenos econômicos por meio da modelagem das relações entre observações. Segundo (ANSELIN, 1988) o domínio da Econometria Espacial abrange o conjunto de técnicas voltadas para lidar com as particularidades causadas pelo espaço na análise estatística de modelos científicos regionalizados.

A Econometria Espacial emerge quando os dados apresentam um componente locacional, resultando em dois elementos críticos: a presença de dependência espacial entre as observações e a existência de heterogeneidade espacial nos relacionamentos que estão sendo modelados (ALMEIDA, 2012).

A econometria tradicional negligencia esses elementos que desafiam as suposições de Gauss-Markov utilizadas na modelagem de regressão. A dependência espacial contradiz a premissa de que, em amostras repetidas, as variáveis explicativas são fixas e independentes, levando a resíduos que não seguem uma distribuição normal e independente. Adicionalmente, a heterogeneidade espacial desafia a suposição de uma única relação linear entre as observações dos dados, destacando problemas de heterocedasticidade (LESAGE, 1999a).

A falta de consideração da interação espacial restringe a abrangência das análises econômicas e distorce as estimativas dos parâmetros em métodos econométricos convencionais. Em contextos com limites geográficos definidos, como bairros, municípios ou estados, a interação espacial entre agentes é provável, mesmo além dessas fronteiras legais. A dependência espacial é crucial na análise de dados e na construção de modelos na ciência regional e urbana, apresentando desafios para a aplicação de técnicas econométricas tradicionais devido à influência da distribuição espacial das observações na correlação entre variáveis em diferentes locais (ANSELIN,

2010).

As ciências regionais e urbanas são áreas fundamentais da economia que têm se destacado pela utilização de modelos econométricos e dados agregados com delimitações geográficas legais. No entanto, apesar de sua importância política e econométrica, apenas recentemente tem sido observado um aumento significativo no interesse por integrar os efeitos espaciais nas análises empíricas. Um exemplo dessa tendência é o estudo de Rey e Montouri (1999), que investigaram o crescimento regional nos Estados Unidos empregando técnicas econométricas espaciais. Seus resultados revelaram uma marcante autocorrelação espacial, demonstrando que o processo subjacente à geração de dados incorpora uma dimensão espacial.

Na análise local, observa-se uma interconexão entre bairros, municípios e regiões, onde fatores locais e regionais desempenham papéis influentes nos resultados econômicos e demográficos. Um exemplo dessa relação é evidenciado ao investigar o crescimento médio do rendimento, onde a consideração das externalidades espaciais revela uma associação intrínseca com a dinâmica do consumo privado. Conforme o nível de rendimento médio aumenta em uma área específica, uma parte desse montante pode ser realocada para regiões adjacentes, potencialmente gerando impactos positivos na atividade econômica e nos níveis de rendimento médio nessas áreas vizinhas (LUNDBERG, 2006). Essa dinâmica transcende as esferas econômicas locais, incorporando interações espaciais e proporcionando uma compreensão mais completa dos padrões de crescimento econômico em diferentes escalas geográficas, respaldada pela pesquisa em ciência regional e urbana.

Dado o interesse crescente em relação ao avanço da Econometria Espacial nos estudos de Economia Regional e Urbana, este artigo propõe uma análise bibliométrica abrangente, visando investigar a integração progressiva dos métodos de Econometria Espacial nas pesquisas relacionadas à ciência regional e urbana ao longo do tempo. Em particular, busca-se examinar a mudança na participação dos artigos que adotam técnicas de Econometria Espacial em relação ao total de estudos de econometria, com o objetivo de compreender as tendências e evoluções no domínio da Economia Regional e Urbana. Essa análise proporcionará insights sobre os padrões e mudanças na aplicação da Econometria Espacial em pesquisas relacionadas à ciência regional e urbana, sendo úteis para aqueles interessados nesse campo de estudo.

Para alcançar esse objetivo, adotou-se uma abordagem quantitativa baseada em métodos estatísticos, utilizando o ambiente de programação R<sup>1</sup> em conjunto com a interface *Biblioshiny*, associada ao pacote *bibliometrix*<sup>2</sup>. Os estudos foram realizados com base em conjuntos de dados provenientes da Clarivate (2024) e Elsevier (2024), cobrindo todo o período de Janeiro de 1959 até 26 de fevereiro de 2024. Assim, com o propósito de analisar a literatura que faz uso tanto da Econometria Clássica quanto da Espacial, foram levantados 5.977 documentos. Em contrapartida, para explorar os estudos concernentes à Economia Regional e Urbana que adotam a Econometria Espacial, foram identificadas 1.696 obras.

Os resultados evidenciam um progresso significativo na aplicação da Econometria Espacial no contexto da análise econômica regional e urbana, destacando a crescente importância e relevância dessas técnicas analíticas para a compreensão de fenômenos econômicos em escalas geográficas específicas.

O artigo é estruturado em quatro seções. Após a introdução, na segunda seção, são apresentados os procedimentos metodológicos. Os resultados da pesquisa bibliométrica são expostos na terceira seção e na quarta seção, são apresentadas as considerações finais.

---

<sup>1</sup> R Core Team (2022)

<sup>2</sup> Cobo, López-Cózar e Herrera-Viedma (2019)

## 2 Procedimentos Metodológicos

### 2.1 Estratégia empírica

A bibliometria representa um método quantitativo, fundamentado na medição estatística, voltado para o mapeamento e a avaliação de uma área de pesquisa por meio da análise dos dados bibliográficos de sua produção científica. Essa abordagem capacita o pesquisador a identificar os artigos mais citados na área, bem como os termos e conceitos mais relevantes.

A estratégia empírica na bibliometria perpassa diversas etapas. Inicialmente, os pesquisadores obtêm dados bibliográficos de fontes confiáveis, como bases de dados acadêmicas, periódicos científicos e conferências relevantes. Em seguida, esses dados são organizados e estruturados para facilitar a análise quantitativa e qualitativa.

Durante a análise empírica, empregam-se técnicas estatísticas e de visualização de dados para identificar padrões na produção científica, como as fontes mais citadas, os principais autores, as revistas de maior impacto e os temas emergentes. Tais informações proporcionam uma compreensão abrangente do campo de estudo, permitindo a identificação de áreas promissoras de pesquisa, lacunas de conhecimento e oportunidades para investigações futuras.

### 2.2 Dados

O mapeamento bibliométrico, através da utilização de métricas estatísticas e matemáticas, permite a elaboração e análise sistemática da revisão de literatura, visando identificar e avaliar os avanços na aplicação de Econometria Espacial nos estudos de Economia Regional e Urbana. Nesse sentido, os dados foram coletados das bases *Scopus Elsevier* (ELSEVIER, 2024) e *Clarivate Web of Science* (CLARIVATE, 2024).

A escolha das bases *Scopus* e *Web Of Science* se justifica pelas seguintes razões: (i) abrangência e diversidade de conteúdo; (ii) qualidade e precisão dos dados, uma vez que a plataforma é reconhecida por sua rigorosa seleção de fontes e processos de indexação, resultando em alta qualidade e precisão dos dados; (iii) métricas de citação e impacto, fundamentais para a realização da análise de cocitação.

Foram identificados 7.673 artigos relacionados à Economia Regional e Urbana que utilizaram métodos econométricos em suas análises, através da busca utilizando os termos "econometrics"OR "econometric model"OR "econometric study"OR "econometric analysis"AND "regional"OR "urban"OR "municipalities"OR "states"OR "neighborhoods"OR "districts". Essa busca foi refinada para incluir apenas artigos publicados e em inglês. No *Web of Science*, foram encontrados 3.098 artigos, enquanto na *Scopus* foram localizados 7.159. Desses, 2.584 artigos estavam presentes em ambas as bases de dados. Utilizando o pacote Writexl<sup>3</sup> do software R(R Core Team, 2022), os artigos duplicados foram removidos.

Encontrou-se 1.696 documentos que utilizaram Econometria Espacial nos estudos que versam Economia Regional e Urbana por meio da busca "spatial econometrics"OR "spatial econometric model"OR "spatial econometric study"OR "spatial econometric analysis"AND "regional"OR "urban"OR "municipalities"OR "states"OR "Neighborhoods"or "districts". Essa busca foi refinada para incluir apenas artigos publicados e em inglês. Sendo encontrado 685 na *Web of Science* e 1.582 na base da *Scopus*. Sendo removidos 571 por estarem duplicados (em ambas as bases).

Os estudos que empregam a Econometria Clássica a partir da base de dados composta pelos estudos regionais e urbanos foram adquiridos através da extração da base de dados de

---

<sup>3</sup> Jenny Bryan et al. (2021)

Estudos Regionais, a qual engloba todos os estudos regionais que utilizam tanto a Econometria Espacial quanto a Econometria Clássica, subtraindo-se desta base os artigos que empregam exclusivamente a Econometria Espacial nos estudos de Economia Regional e Urbana. Após a remoção, obteve-se um total de 5.977 documentos empregaram Econometria Clássica nas análises.

## 2.3 Tratamento

O processamento dos dados coletados para análise bibliométrica foi conduzido utilizando o software R<sup>4</sup>, empregando o pacote *bibliometrix*<sup>5</sup>. O *bibliometrix* é uma ferramenta que permite a análise de dados bibliográficos e a geração de diferentes tipos de visualizações, facilitando a interpretação dos resultados (ARIA; CUCCURULLO, 2017).

Os conjuntos de documentos são agrupados em clusters com base em suas citações, usando o acoplamento bibliográfico como fundamento. O método "armadilha da caminhada", empregado pelo *bibliometrix*, é eficaz para essa clusterização. Ele começa selecionando um documento aleatório e expandindo-se para incluir outros documentos citados por ele. Esse processo continua até que todos os documentos estejam agrupados, resultando em conjuntos de documentos semanticamente relacionados.

Para obter uma rede de acoplamento, utiliza-se a formulação (1):

$$B = A \times A^T \quad (1)$$

Onde  $A$  é uma rede bipartida. Cada elemento  $b_{ij}$  em  $B$  indica quantos acoplamentos bibliográficos existem entre os manuscritos  $i$  e  $j$ . Em termos simples,  $b_{ij}$  representa o número de caminhos de comprimento 2, movendo-se de  $i$  para  $j$  e vice-versa. Essa matriz  $B$  é simétrica ( $B = B^T$ ). A força do acoplamento entre dois artigos é determinada pelo número de referências que compartilham, como indicado por  $b_{ij}$ .

O grau de acoplamento entre duas redes bipartidas,  $A$  e  $B$ , é determinado pela frequência com que seus documentos são citados simultaneamente, tal como expresso em  $C$ .

Para construir a rede de colaboração por clusters de autores, utiliza-se outra formulação (2):

$$AC = A^T \times A \quad (2)$$

Onde  $A$  é uma rede bipartida de Manuscritos  $\times$  Autores. Assim como a matriz  $B$ , a matriz  $C$  é simétrica. A diagonal principal de  $C$  contém o número de casos em que uma referência é citada no conjunto de dados, representando as citações locais. Após a formação das matrizes de dados pelo *bibliometrix* e sua indexação na interface, o mapeamento científico é realizado. Isso é feito através da aplicação dos principais indicadores bibliométricos para identificar as métricas relevantes para o tema estudado.

## 3 Resultados

Nessa seção serão apresentados os resultados da análise bibliométrica. Partindo de uma visão geral da análise bibliométrica, avança-se para compreender i) O crescimento e a participação da Econometria Espacial nos Estudos Regionais e Urbanos; ii) Países e instituições

---

<sup>4</sup> R Core Team (2022)

<sup>5</sup> Cobo, López-Cózar e Herrera-Viedma (2019)

engajados na pesquisa usando Econometria Espacial; iii) Clusterização da Cooperação entre países na pesquisa Econométrica Espacial; iv) Influência da Econometria Espacial em estudos Regionais e Urbanos tanto em termos da evolução anual das Revistas Científicas que mais publicam artigos com Econometria Espacial bem como dos autores e papers mais influente na área e v) Termos de pesquisa e tópicos abordados na Econometria Espacial ao longo do tempo.

A Tabela 1 apresenta uma visão geral da análise bibliométrica ao comparar os principais atributos da Econometria Clássica e da Econometria Espacial ao longo de períodos distintos. Enquanto a Econometria Clássica abrange o período de 1959 a 2024, a Econometria Espacial concentra-se nos anos de 1977 a 2024. Apesar de representar uma área mais recente de pesquisa, a Econometria Espacial demonstra uma expansão mais acelerada, com uma taxa de crescimento anual de 8,59% em comparação com os 7,13% da Econometria Clássica. Além disso, ambas as ferramentas apresentam uma dinâmica de colaboração semelhante, com uma porcentagem de coautoria internacional em torno de 20%, indicando uma tendência positiva no desenvolvimento e na internacionalização dessas áreas.

**Tabela 1 – Painel Geral**

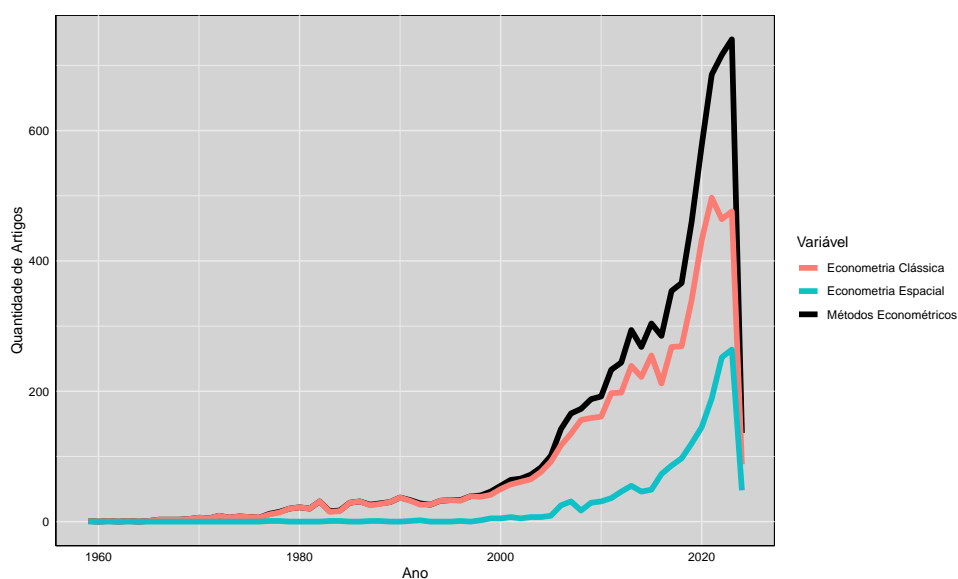
Atributos	Econometria Clássica	Econometria Espacial
Período analisado	1959-2024	1977-2024
Documentos	5.977	1.696
Fontes	1.818	579
Taxa de Crescimento anual %	7,13	8,59
Idade média do documento	11,5	6,09
Referências	230.856	79.788
Média de citações por documento	23,54	23,66
Palavras-chave do autor (DE)	13.459	3.919
Autores	12.548	2.966
Coautores por documento	2,72	3,03
Coautoria internacional %	20,8	20,05

Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

Os dados mostram que, apesar do menor número total de documentos, a Econometria Espacial mantém uma média de citações por documento equivalente à da Econometria Clássica, sugerindo um impacto análogo na comunidade acadêmica. No entanto, a idade média dos documentos na Econometria Espacial é significativamente menor, indicando uma maior recenticidade e possivelmente uma maior relevância atual dos estudos nessa área. Os dados destacam o potencial da Econometria Espacial como uma área em crescimento com uma influência crescente na pesquisa econômica e espacial.

Com relação ao Crescimento e Participação da Econometria Espacial na Estudos Regionais e Urbanos, a análise da evolução da Econometria Espacial no contexto da Econometria revela uma tendência significativa ao longo dos anos. A Figura 1 apresenta a quantidade de artigos por ano, representando três linhas distintas: Métodos Econométricos, Econometria Clássica e Econometria Espacial.

**Figura 1 – Evolução dos estudos de nos estudos em Economia Regional e Urbana**



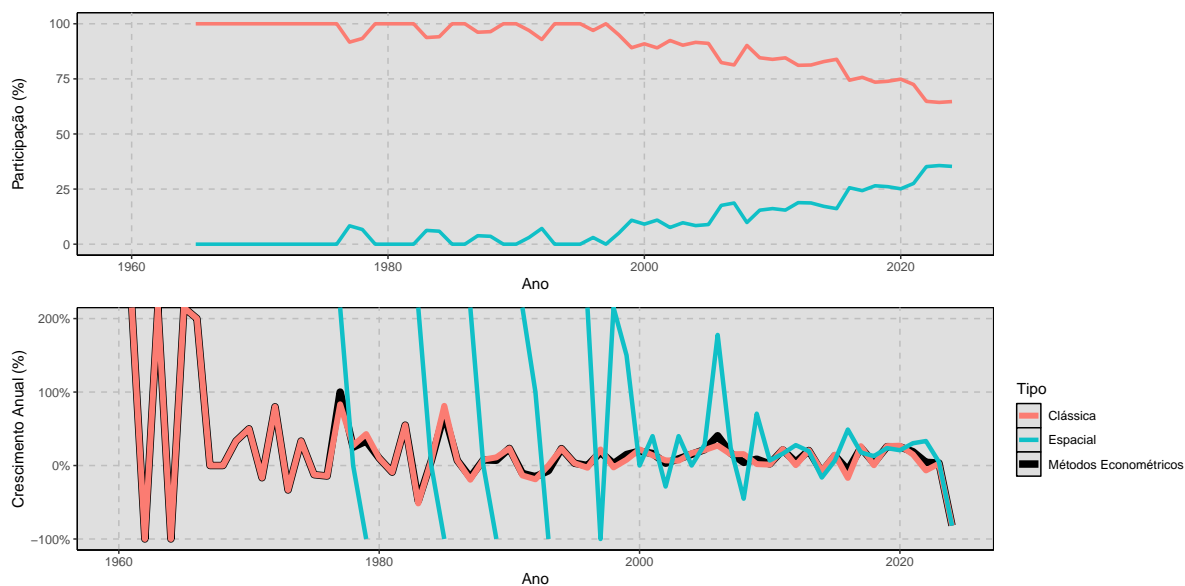
Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

Inicialmente, a Econometria Clássica domina, com a Econometria Espacial praticamente ausente. No entanto, ao longo das décadas, observa-se uma mudança nesse panorama. A partir do final do século XX, a Econometria Espacial começa a emergir como uma área de pesquisa cada vez mais relevante. O número de artigos relacionados à Econometria Espacial nas Ciências Regionais e Urbana cresce gradualmente, indicando um interesse crescente e o reconhecimento da importância dessa abordagem na análise econômica. O primeiro artigo que utiliza a Econometria Espacial data de 1992, enquanto o primeiro artigo de Econometria Clássica remonta a 1959. Assim, embora a Econometria Clássica ainda seja predominante, sua participação relativa diminui à medida que a Econometria Espacial ganha terreno. A evolução sugere uma mudança no paradigma da pesquisa na área, com uma crescente apreciação pelos métodos e aplicações da Econometria Espacial como uma ferramenta para entender fenômenos econômicos dentro dos estudos regionais e urbanos.

Os dados revelam uma tendência interessante de evolução ao longo do tempo, especialmente quando se observa a participação anual da Econometria Espacial em relação à Econometria Clássica nos estudos de Economia Regional e Urbana. Conforme a Figura 2 (parte de cima), inicialmente, a Econometria Clássica dominava, com uma participação de 100%. No entanto, ao longo dos anos, a participação da Econometria Espacial aumenta gradualmente, aproximando-se cada vez mais da participação da Econometria Clássica. A tendência de convergência destaca não apenas a crescente importância da Econometria Espacial, mas também sugere uma mudança de paradigma na pesquisa.



**Figura 2 – Participação e crescimento anual da Econometria Clássica e Espacial nos estudos em Economia Regional e Urbana**



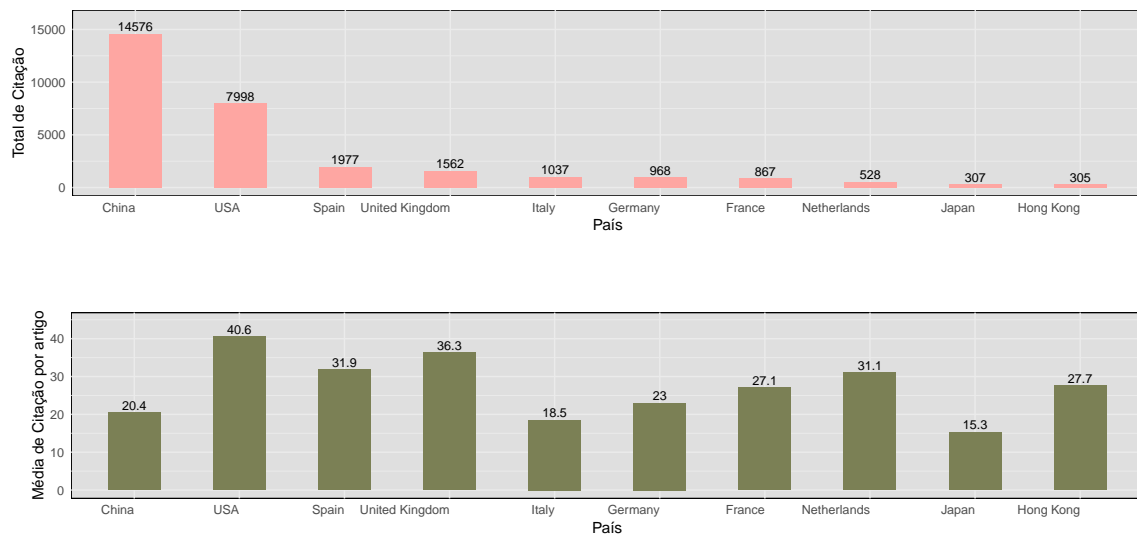
Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

No que diz respeito ao crescimento anual, representado na Figura 2 (parte de baixo), enquanto a Econometria Clássica mostra uma tendência geral de declínio em seu crescimento ao longo dos anos, a Econometria Espacial apresenta uma oscilação, com períodos de aumento e de queda. Embora a Econometria Clássica mantenha uma participação significativa no crescimento anual em algumas fases, a tendência geral sugere uma maior volatilidade na trajetória de crescimento da Econometria Espacial, indicando um campo em desenvolvimento que está sujeito a flutuações, mas que, em média, mantém uma tendência positiva ao longo do período. Ressalta-se não apenas a mudança de padrão na pesquisa econômica, mas também a crescente relevância e complexidade da Econometria Espacial no cenário acadêmico e profissional.

Com relação aos países envolvidos na pesquisa usando Econometria Espacial, os dados da Figura 3 revelam que a China apresentou um desempenho notável, com uma média de citação de 20.4 e um total de 4602 citações, indicando uma forte contribuição para o avanço do conhecimento em Econometria Espacial. Outros países também se destacaram, como os Estados Unidos, com uma média de citação de 40.6, Espanha com 31.9, Reino Unido com 36.3, Itália com 18.5, Alemanha com 23, França com 27.1, Holanda com 31.1, Japão com 15.3 e Hong Kong com 27.7.

No que se refere aos países engajados na pesquisa usando Econometria Espacial, os dados no gráfico 3 revelam que a China apresentou um desempenho notável, com uma média de citação de 20.4 e um total de 4602 citações, indicando uma forte contribuição para o avanço do conhecimento em Econometria Espacial. Outros países também se destacaram, como os Estados Unidos, com uma média de citação de 40.6, Espanha com 31.9, Reino Unido com 36.3, Itália com 18.5, Alemanha com 23, França com 27.1, Holanda com 31.1, Japão com 15.3 e Hong Kong com 27.7.

**Figura 3** – Países mais citados de forma absoluta e citações por artigos nos estudos regionais espaciais



Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

Os dados sugerem a diversidade global da pesquisa em Econometria Espacial e destacam a contribuição significativa de diferentes países para esse campo de estudo. Essa diversidade global de contribuições ressalta a relevância e o interesse internacional em compreender e melhorar a Econometria Espacial em diversas regiões do mundo. A colaboração entre diferentes países pode promover avanços significativos nesse campo, permitindo abordagens mais abrangentes e soluções mais eficazes para questões relacionadas à Econometria Espacial.

A Tabela 2 apresenta as dez instituições mais influentes na pesquisa de Econometria Espacial em estudos regionais e urbanos. Observa-se que a China é o país dominante nessa lista, com todas as dez instituições listadas sediadas no país. A China University Of Mining And Technology lidera, com um total de 860 citações e 59 trabalhos publicados. Isso sugere uma forte presença e influência dessa instituição na área de Econometria Espacial em estudos regionais e urbanos. Outras instituições chinesas, como Chongqing University, China University Of Geosciences e Zhejiang University, também se destacam, com números substanciais de citações e uma quantidade significativa de literatura produzida. Esses dados refletem o papel significativo da China no avanço do conhecimento em Econometria Espacial na área.

No entanto, é importante notar que a análise se concentrou apenas nas instituições mais citadas, e outras instituições e países podem estar contribuindo para a pesquisa de Econometria Espacial de maneira significativa, mas talvez não tenham sido representados nos dados analisados. Portanto, há espaço para uma investigação mais aprofundada e uma colaboração ampliada entre países e instituições para impulsionar ainda mais o progresso nessa área.

Os clusters de cooperação entre países discriminados na Figura 4 revelam a dinâmica da colaboração internacional na pesquisa de Econometria Espacial em estudos regionais e urbanos. Os países foram agrupados com base em métricas como intermediação, proximidade, que são indicadores-chave de sua importância e influência nas redes de colaboração científica.

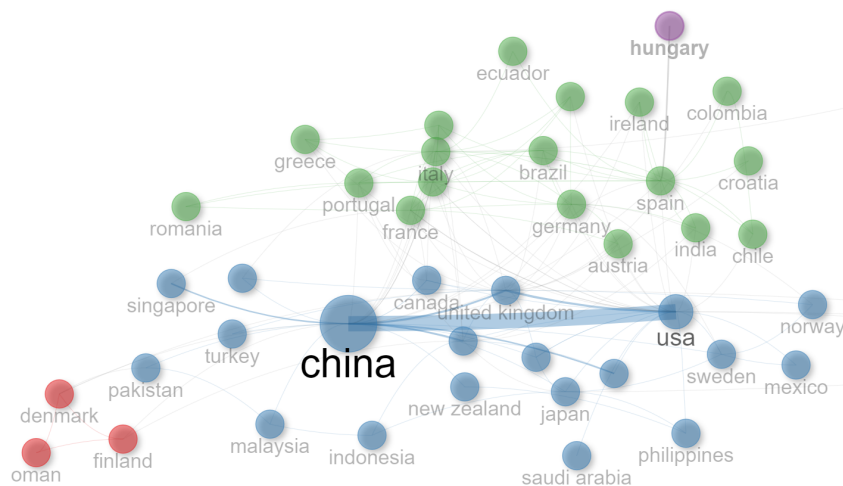
**Tabela 2 – Dez instituições mais influentes na pesquisa de Econometria Espacial em estudos regionais e urbano**

Instituição	País	Total de citações	Total de literatura
China University of Mining and Technology	China	860	59
Chongqing University	China	645	58
China University of Geosciences	China	465	50
Zhejiang University	China	1034	46
Beijing	China	197	44
Nanjing University	China	908	39
Nanjing Normal University	China	461	37
Peking University	China	744	35
Lanzhou University	China	275	34
Beijing Normal University	China	753	32

Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

Observa-se na Figura 4 que países como China, EUA e Reino Unido estão agrupados juntos em clusters, o que sugere uma forte colaboração entre eles. Esses países apresentam valores significativos de intermediação, indicando que desempenham papéis importantes na conexão de outros países na rede de colaboração científica refletindo a natureza global e interdisciplinar desse campo científico.

**Figura 4 – Clusterização da cooperação entre países na pesquisa Econometrica Espacial**



Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

A influência da Econometria Espacial em estudos regionais tem sido amplamente explorada na literatura científica, refletindo-se em um aumento significativo no número de publicações ao longo dos anos. Um total de 579 periódicos foram identificados como veículos que publicam artigos sobre Econometria Espacial em estudos regionais. Desde o primeiro registro em 1977, observou-se um aumento constante, culminando em 740 publicações em 2023. Esta tendência de crescimento demonstra o interesse contínuo e a relevância crescente dessa área de pesquisa.

Ao analisar a contribuição dos periódicos, verificou-se que os dez principais veículos concentraram significativa parte das publicações, totalizando 458 artigos, o que representa aproximadamente 27% do total. Por outro lado, uma grande parcela de periódicos, 371 no total (cerca de 64,07%), contribuiu com apenas um artigo cada para o campo, evidenciando a dispersão das publicações em uma ampla gama de fontes acadêmicas. Além disso, um número limitado de periódicos, apenas 3 (0,51%), publicaram até 10 artigos cada.

Entre os principais periódicos, destacam-se conforme Tabela 3 "Sustainability (Switzerland)" com 106 artigos, seguido por "Journal Of Cleaner Production"(59), "Environmental Science and Pollution Research"(48), "International Journal Of Environmental Research And Public Health"(42), "Papers in Regional Science"(40), "Regional Science and Urban Economics"(34), "International Regional Science Review"(33), "Spatial Economic Analysis"(33), "Regional Studies"(32) e "Ecological Indicators"(31). Importante destacar o predomínio da Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo bem como Economia como áreas dos periódicos.

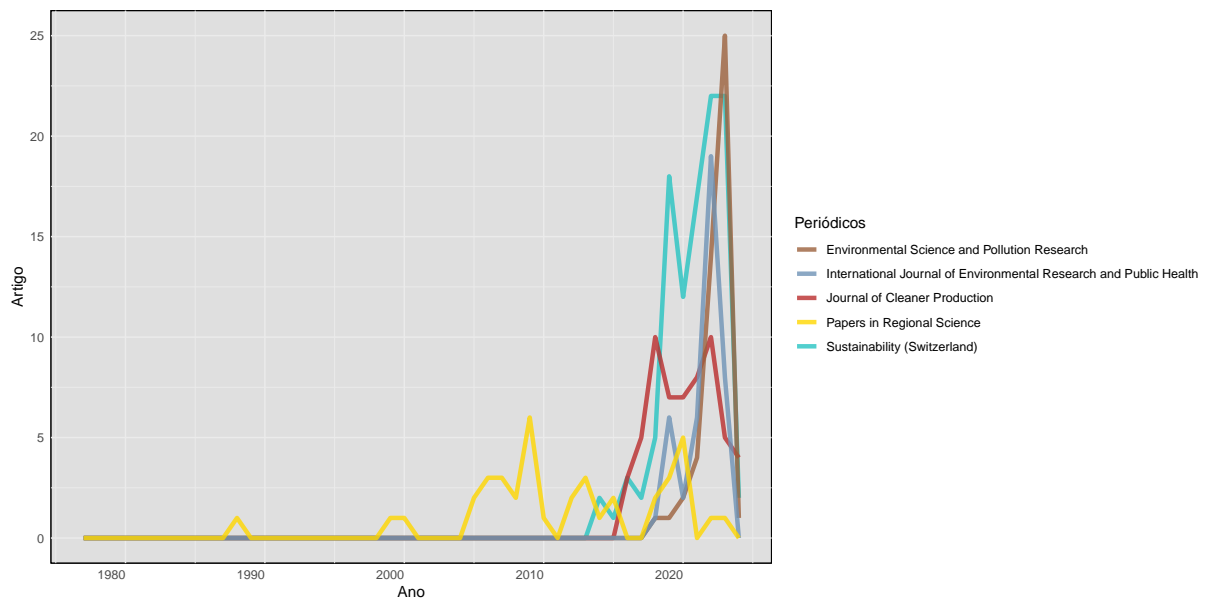
**Tabela 3 – Periódicos que mais publicaram artigos que versam Econometria Espacial em estudos regionais e urbanos**

Fontes	Artigos	Qualis	Área
Sustainability (Switzerland)	106	A2	Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo
Journal of Cleaner Production	59	A1	Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo
Environmental Science and Pollution Research	48	A2	Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo
International Journal of Environmental Research and Public Health	42	A4	Ciências Ambientais
Papers In Regional Science	40	A1	Economia
Regional Science and Urban Economics	34	A1	Economia
International regional science review	33	A4	Economia
Spatial Economic Analysis	33	A2	Economia
Regional studies	32	A1	Arquitetura, Urbanismo e Design
Ecological Indicators	31	A1	Biodiversidade

Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

É relevante destacar que o periódico "International Journal of Environmental Research and Public Health" demonstrou uma taxa de crescimento especialmente significativa em relação ao número anual de artigos publicados, conforme evidenciado pela figura 5. Este fenômeno sugere um aumento substancial na atenção dedicada à temática abordada por esta publicação.

**Figura 5 – Fontes científicas que mais publicam artigos com uso de Econometria Espacial**



Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

Com relação aos autores mais influentes, empreende-se uma análise do Índice H, uma medida amplamente utilizada na avaliação do desempenho acadêmico de pesquisadores. Esta métrica oferece uma visão holística da produção científica de um autor, integrando medidas de produtividade e impacto, (HIRSCH, 2005). Os dez principais autores com o mais alto Índice H foram identificados como Anselin L. (13), Wang Z. (11), Liu Y. (12), Zhang X. (10), Hao Y. (5), Wang X. (13), Rey S. J. (3), Fingleton B. (12), Zhang L. (9) e Le Gallo J. (7), conforme tabela 4. Entre estes, Liu, Y. sobressaiu-se com o maior número de publicações (30).

No que tange às citações, Anselin L. figura como o pesquisador mais influente na área, exibindo o maior número de citações (1923). A análise englobou um total de 1.696 artigos de autoria de 2.966 indivíduos. Dentro deste conjunto, 223 artigos eram de autoria singular, enquanto 1.473 foram elaborados em colaboração. Em média, cada artigo contou com 3,03 coautores, evidenciando a natureza colaborativa inerente à pesquisa em Econometria Espacial aplicada a estudos regionais. Ademais, constatou-se que os autores contribuíram, em média, com 0,571 artigos, corroborando a tendência de envolvimento frequente em iniciativas de pesquisa colaborativa dentro deste domínio acadêmico.

**Tabela 4 – Dez autores mais influentes que utilizam Econometria Espacial em estudos regionais e urbanos**

<b>Autor</b>	<b>Total de citações</b>	<b>H index</b>	<b>Total de literatura</b>
ANSELIN L	1923	13	14
WANG Z	1193	11	25
LIU Y	963	12	30
ZHANG X	757	10	21
HAO Y	703	5	7
WANG X	701	13	31
REY SJ	673	3	3
FINGLETON B	637	12	15
ZHANG L	616	9	15
LE GALLO J	614	7	7

Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

A tabela 5 enumera os dez artigos mais citados, apresentando seus autores, identificador de objeto digital (DOI) e ano de publicação. Dentre esses estudos, destaca-se o trabalho de Rey e Montouri (1999), caracterizado pela mais alta contagem de citações (596). Este estudo propõe uma análise da convergência da renda regional nos Estados Unidos, empregando uma abordagem econométrica espacial. A metodologia abarca tanto a análise exploratória de dados espaciais quanto a aplicação de técnicas econométricas espaciais, com particular ênfase na especificação de Baumol. O escopo do artigo consiste em investigar a dinâmica geográfica dos padrões de crescimento da renda regional nos EUA ao longo do período entre 1929 e 1994. Nesse contexto, são considerados tanto os padrões de autocorrelação espacial global quanto local, além de ser examinada a influência da dependência do erro espacial na especificação econométrica.

**Tabela 5 – Dez papers mais influentes que versam Econometria Espacial em estudos regionais e urbanos**

<b>Artigo</b>	<b>DOI</b>	<b>Total de citações</b>
Rey e Montouri (1999)	10.1080/00343409950122945	596
Anselin (2010)	10.1111/j.1435-5957.2010.00279.x	467
Hao e Liu (2016)	10.1016/j.jclepro.2015.05.005	449
Anselin e Griffith (1988)	10.1111/j.1435-5597.1988.tb01155.x	412
Can (1992)	10.1016/0166-0462(92)90039-4	411
Vega e Elhorst (2015)	0.1111/jors.12188	386
Xu et al. (2021)	10.1016/j.eneco.2021.105269	354
Baltagi, Song e Koh (2003)	10.1016/S0304-4076(03)00120-9	327
Dietz (2002)	10.1016/S0049-089X(02)00005-4	315
Moreno, Paci e Usai (2005)	10.1068/a37341	298

Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

O segundo documento mais importante, escrito por Anselin (2010), oferece uma análise do progresso da Econometria Espacial ao longo de três décadas. Destaca-se uma mudança significativa nesse campo, que transitou de uma posição periférica para uma centralidade dentro da Econometria aplicada e da metodologia das ciências sociais. O artigo delinea três fases nessa trajetória evolutiva a saber, as pré-condições, o início e a maturidade elucidando o foco metodológico predominante e as principais contribuições de cada uma dessas fases.

O terceiro artigo, redigido por Hao e Liu (2016), empreende uma abordagem empírica dos fatores socioeconômicos que impactam as concentrações urbanas de  $PM_{2,5}$ <sup>6</sup> na China, utilizando um conjunto de dados provenientes de 73 cidades chinesas no ano de 2013. Os autores destacam a presença de autocorrelação espacial na poluição atmosférica, ressaltando como as metodologias de regressão convencionais podem resultar em estimativas tendenciosas e inconsistentes ao desconsiderar essa autocorrelação. Para controlar os efeitos espaciais presentes nos dados, os autores optam pela utilização de dois modelos econométricos espaciais, a saber, o Modelo de Lag Espacial (SLM) e o Modelo de Erro Espacial (SEM).

O quarto artigo, de autoria de Anselin e Griffith (1988), discorre sobre a análise estatística e econométrica aplicada a conjuntos de dados agregados para unidades espaciais de observação. Destaca-se a prevalência de problemas de medição resultando em manifestações de dependência espacial e heterogeneidade espacial. Os autores ao observarem que a maioria dos estudos empíricos nesta área negligenciam os efeitos espaciais oferecem uma análise abrangente dos desafios metodológicos pertinentes à estatística espacial e à Econometria Espacial, com o intuito de sensibilizar os pesquisadores acerca da relevância de incorporar tais efeitos na condução da análise de regressão aplicada.

O quinto documento, elaborado por Can (1992), aborda a introdução de modelos alternativos de preços de habitação urbana hedônicos, os quais englobam categorias autoregressivas, tradicionais e espaciais. Esses modelos representam distintas perspectivas na compreensão do processo de determinação de preços de habitação. O objetivo do artigo é analisar questões metodológicas pertinentes à estimação desses modelos, aproveitando os avanços recentes na área da Econometria Espacial.

O sexto artigo, de autoria de Vega e Elhorst (2015), empreende uma análise das vantagens e desvantagens de diversas especificações de modelos econométricos espaciais, especialmente no que concerne aos efeitos de repercussão. O objetivo é propor o modelo SLX como uma base inicial em situações em que não há uma teoria estabelecida que indique qual modelo é mais apropriado. Em comparação com outros modelos econométricos espaciais, o modelo SLX permite a parametrização da matriz de pesos espaciais  $W$  e a aplicação de técnicas econômicas convencionais para testar variáveis explicativas endógenas. Tal abordagem se diferencia das estratégias frequentemente adotadas na especificação econométrica espacial.

O sétimo artigo, conduzido por Xu et al. (2021), se dedica a investigar o impacto da inovação verde sobre o desempenho das emissões de carbono por meio de uma análise de um conjunto de dados em painel abrangendo 218 cidades em nível de prefeitura na China, entre os anos de 2007 a 2013. O estudo submete a averiguação se distintas modalidades de inovações verdes exibem uma interação sinérgica no contexto do desempenho das emissões de carbono, valendo-se de técnicas econométricas como os modelos de efeito fixo de via e o modelo econométrico espacial.

O artigo, classificado como oitavo mais relevante, de autoria de Baltagi, Song e Koh (2003), propõe uma abordagem para a análise de regressão em dados de painel, incorporando a presença de correlação espacial nos erros. Este estudo propõe uma série de testes baseados

---

<sup>6</sup>  $PM_{2,5}$  refere-se a material particulado de 2,5 microns ( $\mu m$ ) ou menor. O termo  $PM_{2,5}$  inclui a subcategoria  $PM_{0,1}$  (partículas ultrafinas), que são ainda mais prejudiciais à saúde.

no multiplicador de Lagrange (LM) especificamente adaptado para este contexto analítico. A base conceitual desses testes é derivada de duas correntes de pesquisa distintas: o teste LM desenvolvido para modelos que lidam com correlação de erros espaciais e os testes LM destinados a modelos de dados de painel com componentes de erro. O principal objetivo dessa pesquisa é viabilizar a inclusão simultânea da correlação de erros espaciais e dos efeitos de regiões aleatórias no modelo de regressão de dados em painel, permitindo a avaliação conjunta de sua relevância estatística.

O nono artigo mais influente, redigido por Dietz (2002), tem como objetivo realizar uma análise crítica da pesquisa interdisciplinar concernente aos efeitos de vizinhança, definidos como as influências exercidas pela comunidade sobre os resultados sociais ou econômicos individuais. Para alcançar tal objetivo, empreende-se uma revisão da literatura teórica e empírica existente, procedendo à análise e comparação das definições conceituais advindas da sociologia e dos modelos econômicos. Além disso, destaca a crítica dirigida aos estudos iniciais por sua falta de consideração às preocupações relacionadas à endogeneidade.

O décimo artigo mais relevante, de autoria de Moreno, Paci e Usai (2005), investiga a distribuição geográfica da atividade inovadora em 175 regiões de 17 países europeus, utilizando dados de patentes de 1978 a 2001. O estudo busca compreender como as externalidades tecnológicas contribuem para a associação espacial na distribuição da atividade inovadora. Os resultados destacam a importância de fatores regionais internos, como investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e economias de aglomeração, e ressaltam o impacto das atividades inovadoras em outras regiões. Os autores concluem que as externalidades são predominantemente restritas por fronteiras nacionais em distâncias inferiores a 250 km, enquanto a similaridade tecnológica entre as regiões também desempenha um papel significativo.

Esses artigos mais influentes podem ser classificados em duas categorias dentro do domínio acadêmico da Econometria Espacial. A primeira engloba aqueles que exploram a importância da consideração e análise dos efeitos espaciais em uma ampla gama de contextos. Estes trabalhos discutem métodos econômicos e estatísticos destinados a lidar com fenômenos como a autocorrelação espacial, dependência espacial e heterogeneidade espacial em tanto análises empíricas quanto teóricas.

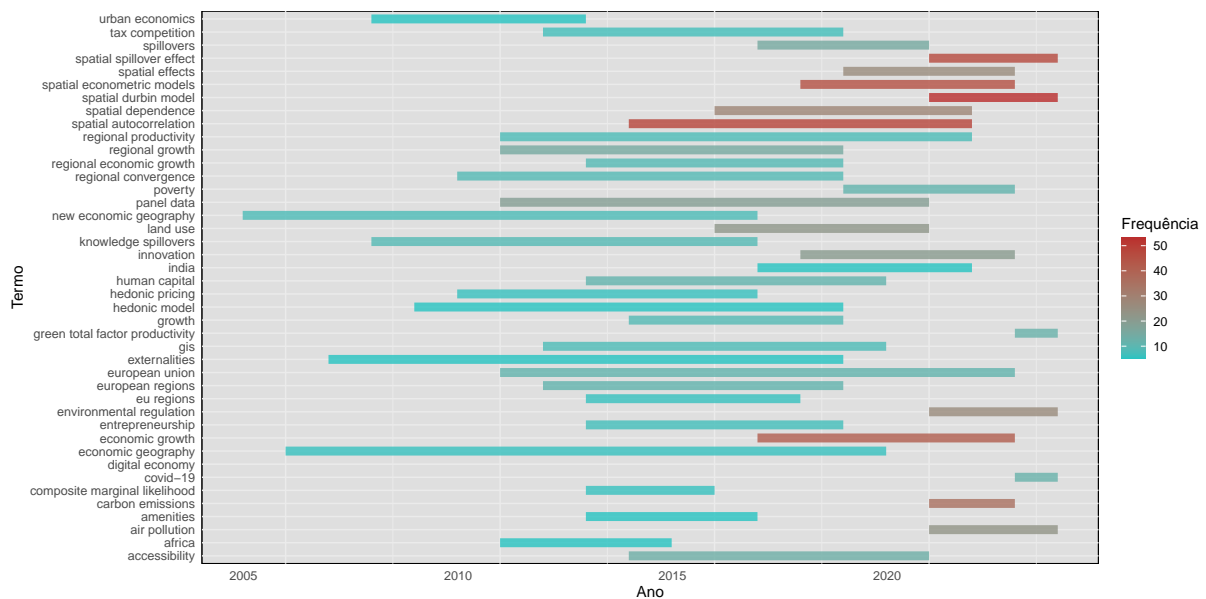
Entre os artigos nessa categoria estão os trabalhos de Rey e Montouri (1999), Hao e Liu (2016), Anselin e Griffith (1988), Can (1992), Vega e Elhorst (2015), Xu et al. (2021), Baltagi, Song e Koh (2003) e Moreno, Paci e Usai (2005). A segunda categoria compreende os artigos que se concentram na evolução e na história da Econometria Espacial ao longo do tempo. Estes estudos analisam as transformações ocorridas no campo, desde sua posição marginal até sua posição de destaque atual, evidenciando diferentes estágios e contribuições ao longo do desenvolvimento da disciplina. Neste agrupamento, estão os trabalhos de Anselin (2010) e Dietz (2002).

A análise dos termos de pesquisa e tópicos abordados ao longo do tempo revela como o campo da Econometria Espacial se desenvolveu com relação aos estudos regionais e urbanos e quais áreas têm atraído o interesse dos pesquisadores. A Figura 6, apresenta as palavras-chave das pesquisas de Econometria Espacial, com o eixo X representando o ano de publicação e o eixo Y exibindo as palavras-chave. No gráfico, o vermelho indica as palavras-chave com maior frequência, verde-água representa aquelas com menor frequência.

As dez palavras-chave mais frequentes desconsiderando os termos intrinsecamente ligados ao estudo econométrico espacial incluem "crescimento econômico"(41), "emissões de carbono"(35), "regulação ambiental"(26), "poluição do ar"(23), "uso da terra"(22), "inovação"(20), "economia digital"(16), "crescimento regional"(15), "acessibilidade"(13) e "covid-19"(12).



**Figura 6 – Termos de tendência nas pesquisas que versam Econometria Espacial em estudos regionais e urbanos**



Fonte: Elaboração própria a partir de Elsevier (2024) e Clarivate (2024).

Palavras-chave como "poluição do ar", "uso da terra" e "crescimento regional" surgem com frequências, apontando para uma preocupação substancial com questões ambientais e de planejamento urbano. "Inovação" e "economia digital" também estão entre as palavras-chave mais frequentes, o que sugere um crescente interesse em tecnologias e modelos de negócios inovadores dentro do contexto estudado. A presença significativa de "acessibilidade" e "covid-19" como palavras-chave mais frequentes destaca um interesse particular em Econometria Espacial e nos impactos da pandemia COVID-19 em diversas áreas de estudo, respectivamente.

## 4 Considerações finais

Os resultados revelam uma tendência no crescimento e na importância da Econometria Espacial em estudos regionais e urbanos ao longo do tempo. Enquanto a Econometria Clássica manteve sua relevância, a Econometria Espacial emergiu como uma área de pesquisa cada vez mais vital, demonstrando taxas de crescimento anual mais acentuadas e uma idade média de documentos significativamente menor. A colaboração internacional desempenhou um papel fundamental nesse crescimento, refletindo-se em uma diversidade global de contribuições, com países como China, EUA e Reino Unido liderando o cenário de pesquisa. A análise dos periódicos mais influentes e dos autores mais citados evidenciam a maturidade e a diversidade da pesquisa em Econometria Espacial.

A investigação das principais palavras-chave ao longo do tempo demonstrou as tendências de pesquisa em Econometria Espacial, com temas como crescimento econômico, emissões de carbono e inovação emergindo como áreas de interesse particular. Esses temas refletem a evolução dos problemas econômicos e ambientais enfrentados pelas sociedades modernas, destacando a importância da Econometria Espacial como uma ferramenta fundamental para entender e abordar esses desafios complexos. A colaboração internacional e o uso crescente de técnicas avançadas de análise espacial e econométrica indicam um campo em constante expansão e evolução, com

amplas oportunidades para contribuições futuras e avanços significativos na compreensão dos fenômenos econômicos e regionais.

No entanto, apesar dos avanços, há desafios contínuos a serem enfrentados na pesquisa em Econometria Espacial, incluindo a necessidade de lidar com problemas de dependência espacial e heterogeneidade, bem como a incorporação eficaz de novas tecnologias e modelos de negócios inovadores. Portanto, a pesquisa futura nesta área deve continuar a explorar novas metodologias e abordagens analíticas, ao mesmo tempo em que promove uma colaboração ainda mais ampla e diversificada entre países e instituições. Essa abordagem holística é essencial para impulsionar ainda mais o progresso na Econometria Espacial e sua aplicação em estudos regionais, contribuindo para uma compreensão mais profunda e abrangente dos desafios econômicos e sociais enfrentados pelas comunidades globais.

## Referências

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

ANSELIN, L. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1988.

ANSELIN, L. Thirty years of spatial econometrics. *Papers in Regional Science*, v. 89, p. 2–25, 2010.

ANSELIN, L. et al. Simple diagnostic tests for spatial dependence. *Regional Science and Urban Economics*, v. 26, n. 1, p. 77–104, 1996.

ANSELIN, L.; GRIFFITH, D. A. Do spatial effects really matter in regression analysis? *Papers in Regional Science*, v. 65, n. 1, p. 11–34, 1988. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0024185906&doi=10.1111%2fj.1435-5597.1988.tb01155.x&partnerID=40&md5=9ad026ade28643c27b634162e83d9d35>>.

ANSELIN, L.; HUDAK, S. Spatial econometrics in practice: A review of software options. *Regional Science and Urban Economics*, v. 22, n. 3, p. 509–536, 1992.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An r-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, Elsevier, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>>.

BALTAGI, B. H.; SONG, S. H.; KOH, W. Testing panel data regression models with spatial error correlation. *Journal of Econometrics*, v. 117, n. 1, p. 123–150, 2003. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0347354938&doi=10.1016%2fS0304-4076%2803%2900120-9&partnerID=40&md5=1cf742f16750fdfe9c4702c5a0015acc>>.

CAN, A. Specification and estimation of hedonic housing price models. *Regional Science and Urban Economics*, v. 22, n. 3, p. 453–474, 1992. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0027089227&doi=10.1016%2f0166-0462%2892%2990039-4&partnerID=40&md5=d464b896e63cb05f57adee3a5f98e33b>>.

CLARIVATE. *Web Of Science*. [S.l.], 2024. Acesso em 26 de Fevereiro de 2024. Disponível em: <<https://www.webofscience.com/wos/>>.

CLIFF, A. D.; ORD, J. K. *Spatial Autocorrelation*. London: Pion, 1973.

COBO, M. J.; LÓPEZ-CÓZAR, E. D.; HERRERA-VIDEAMA, E. *Bibliometrix: A Comprehensive R Package for Bibliometric Analysis*. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/bibliometrix/bibliometrix.pdf>>.

- CRESSIE, N. *Statistics for Spatial Data, Revised Edition*. New York: Wiley, 1991.
- DIETZ, R. D. The estimation of neighborhood effects in the social sciences: An interdisciplinary approach. *Social Science Research*, v. 31, n. 4, p. 539–575, 2002. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0036957777&doi=10.1016%2fS0049-089X%2802%2900005-4&partnerID=40&md5=f8c9991f7dc351bafc21ef5eb528c038>>.
- ELSEVIER. *Scopus: A Database of Academic Journals and Articles*. [S.l.], 2024. Acesso em 26 de Fevereiro de 2024. Disponível em: <<https://www.scopus.com/>>.
- FRISCH, R. Editor's note. *Econometrica*, v. 1, n. 1, p. 1–4, 1933.
- FUJITA, M.; KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2000.
- HAINING, R. P. *Spatial Data Analysis in the Social and Environmental Sciences*. [S.l.: s.n.], 1990.
- HAO, Y.; LIU, Y.-M. The influential factors of urban pm2.5 concentrations in china: A spatial econometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 1443–1453, 2016. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84929630679&doi=10.1016%2fj.jclepro.2015.05.005&partnerID=40&md5=cf98fa027a9243c50d33204a6013c916>>.
- HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, v. 102, p. 16569–16572, 2005.
- ISARD, W. *Location and Space-Economy*. Cambridge: MIT Press, 1956.
- Jenny Bryan et al. *writexl: Export Data Frames to Excel 'xlsx' Format*. [S.l.], 2021. R package version 1.3.1. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=writexl>>.
- LESAGE, J. P. *Spatial Econometrics*. Morgantown, WV: The Web Book of Regional Science, Regional Research Institute, West Virginia University, 1999.
- LESAGE, P. *The Theory and Practice of Spatial Econometrics: A Manual to Accompany the Spatial Econometrics Toolbox*. [S.l.: s.n.], 1999.
- LUNDBERG, J. Using spatial econometrics to analyse local growth in sweden. *Regional Studies*, v. 40, n. 3, p. 303–316, 2006.
- MORENO, R.; PACI, R.; USAI, S. Spatial spillovers and innovation activity in european regions. *Environment and Planning A*, v. 37, n. 10, p. 1793–1812, 2005. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-27344434259&doi=10.1068%2fa37341&partnerID=40&md5=1284b77099234bbe63c1eaf50536c2ee>>.
- R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.
- REY, S. J.; MONTOURI, B. D. Us regional income convergence: A spatial econometric perspective. *Regional Studies*, v. 33, n. 2, p. 143–156, 1999. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0033005471&doi=10.1080%2f00343409950122945&partnerID=40&md5=3e00691c00610713b9911fc712954866>>.
- TINBERGEN, J. Annual survey: Suggestions quantitative business cycle theory. *Econometrica*, v. 3, n. 3, p. 241–308, 1935.
- VEGA, S. H.; ELHORST, J. P. The slx model. *Journal of Regional Science*, v. 55, n. 3, p. 339–363, 2015.

XU, L. et al. Heterogeneous green innovations and carbon emission performance: Evidence at china's city level. *Energy Economics*, v. 99, p. 105269, 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85105494007&doi=10.1016%2fj.eneco.2021.105269&partnerID=40&md5=0a173169dc54728ea69ad2d21da203a9>>.