

ESCOLA DE NEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO
MESTRADO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO

MAURICIO GASPAROTE

**A DEMANDA POR EMPREGOS EM OCUPAÇÕES INTENSIVAS DE CONHECIMENTO NOS
PARQUES CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS DO RIO GRANDE DO SUL – BRASIL:
ANÁLISE USANDO ECONOMETRIA ESPACIAL, 2013 - 2020**

Porto Alegre
2023

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

MAURICIO GASPAROTE

A DEMANDA POR EMPREGOS EM OCUPAÇÕES INTENSIVAS DE
CONHECIMENTO NOS PARQUES CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS DO RIO
GRANDE DO SUL – BRASIL: ANÁLISE USANDO ECONOMETRIA ESPACIAL,
2013 – 2020

Dissertação apresentada como requisito para
a obtenção do grau Mestre pelo Programa de
Pós-Graduação da Escola de Negócios da
Pontifícia Universidade Católica do Rio
Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim

Porto Alegre

2023

Ficha Catalográfica

G249d Gasparote, Maurício

A Demanda por empregos em ocupações intensivas de conhecimento nos parques científicos e tecnológicos do Rio Grande do Sul - Brasil : análise usando econometria espacial, 2013 - 2020 / Maurício Gasparote. – 2023.

55.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim.

1. Análise Espacial. 2. Parques Científicos e Tecnológicos. 3. Rio Grande do Sul. I. Alvim, Augusto Mussi. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária responsável: Clarissa Jesinska Selbach CRB-10/2051

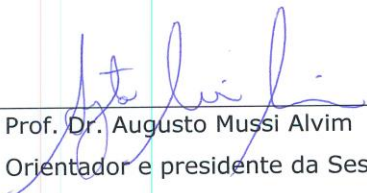
Maurício Gasparote

“A Demanda por Empregos em Ocupações Intensivas de Conhecimento nos Parques Científicos e Tecnológicos do Rio Grande do Sul – Brasil.”

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia, pelo Mestrado em Economia do Desenvolvimento da Escola de Negócios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 26 de maio de 2023, pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim
Orientador e presidente da Sessão



Prof. Dr. Adelar Fochezatto



Prof. Dr. Jorge Luís Nicolas Audy

RESUMO

A presente dissertação é constituída de uma avaliação dos impactos dos Parques Científicos e Tecnológicos (PCTs) no número de empregos em ocupações de uso intensivo do conhecimento nas localidades que hospedam estes arranjos e em suas vizinhanças, compreendendo os municípios do estado do Rio Grande do Sul (RS). O trabalho utilizou dados de oito anos, abrangendo análises entre os períodos de 2013 a 2020, observando informações sobre escolaridade (número de doutores, mestres, especialistas, graduados em cursos superiores e técnicos), número de empresas de serviços, número de indústrias e renda apropriada, considerando componentes espaciais. Para tanto, a metodologia empregada consistiu em análises exploratórias dos dados, testes de autocorrelação espacial, construção de um modelo de econometria espacial, testes econométricos e análises dos resultados. Os resultados obtidos pelo modelo econométrico evidenciam uma contribuição positiva dos PCTs no número de empregos em ocupações de uso intensivo do conhecimento nos municípios que os hospedam, com efeitos de transbordamento nas vizinhanças de forma significativa.

Palavras-chave: Análise Espacial, Parques Científicos e Tecnológicos, Rio Grande do Sul

ABSTRACT

This dissertation consists of an evaluation of the impacts of Science and Technology Parks (STPs) on the number of jobs in knowledge-intensive occupations in the locations that host these arrangements and, in their neighborhoods, comprising the municipalities of the state of Rio Grande do Sul (RS). The work used eight-year data, covering analyzes between the periods from 2013 to 2020, observing information on education (number of doctors, masters, specialists, graduates in higher education and technical courses), number of service companies, number of industries and appropriate income, considering spatial components. For this purpose, the methodology employed consisted of exploratory data analysis, spatial autocorrelation tests, construction of a spatial econometrics model, econometric tests, and analysis of the results. The results obtained by the econometric model show a positive contribution of STPs in the number of jobs in knowledge-intensive occupations in the municipalities that host them with spillover effects in the neighborhoods.

Keywords: Spatial Analysis, Science and Technology Parks, Rio Grande do Sul

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Modelo da Quíntupla Hélice | 19 |
| Figura 2 - Parques Tecnológicos no Brasil - 2022 | 21 |
| Figura 3 - As relações entre os diferentes modelos de dependência espacial para dados em painel | 36 |
| Figura 4 - Clusters de Complexidade | 39 |
| Figura 5 - Quadro resumo do referencial teórico - Desenvolvimento Regional | 54 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Ocupações de Alta Complexidade | 23 |
| Tabela 2 - Descrição das variáveis de Pesquisa | 25 |
| Tabela 3 - Dados Agrupados – médias anuais para municípios brasileiros | 37 |
| Tabela 4 - Testes de Correlação | 37 |
| Tabela 5 - Is de Moran | 38 |
| Tabela 6 - Resultados da Estimativa do Modelo de Dados em Painel Não Espacial | 40 |
| Tabela 7- Resultados Testes Multiplicadores de Lagrange | 41 |
| Tabela 8 - Resultados da Estimativa do Modelo de Dados em Painel Espacial | 42 |
| Tabela 9 - Teste de Hausman | 42 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 2. OBJETIVOS | 11 |
| 2.1 Objetivo Geral | 11 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 11 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 3.1 Desenvolvimento Econômico Regional | 12 |
| 3.2 Parques Científicos e Tecnológicos | 17 |
| 3.3 Parques Científicos e Tecnológicos no Brasil | 20 |
| 3.4 Ocupações de Alta Complexidade | 23 |
| 4. METODOLOGIA | 24 |
| 4.1 Amostragem | 24 |
| 4.2 Descrição das variáveis | 24 |
| 4.3 Análise dos Dados | 25 |
| 4.4 Procedimentos Econométricos | 27 |
| 4.4.1 Matriz de Ponderação Espacial | 27 |
| 4.4.2 Teste de Correlação Espacial: I de Moran | 28 |
| 4.4.3 Modelos Autorregressivos Espaciais | 29 |
| 4.4.4 Escolha dos Modelos e Estimação | 32 |
| 5. RESULTADOS | 36 |
| 5.1 Análise Descritiva dos Dados | 36 |
| 5.2 Estatística de Moran | 38 |
| 5.3 Resultados das Estimativas | 40 |
| 6. CONCLUSÕES | 44 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 47 |
| 8. Apêndice I – Quadro resumo do referencial teórico | 54 |

1. INTRODUÇÃO

A inovação é fundamental para o desenvolvimento econômico e social e, cada vez mais, o mundo experimenta transformações tecnológicas que promovem mudanças com mais intensidade e velocidade. Nesta nova realidade global, os efeitos da inovação abrangem todos os espaços, desde a economia local, a organização das cadeias globais, o comércio internacional até o resultado final em termos de crescimento econômico e geração de empregos (Audy, Piqué, 2016; Albahari, Barge-Gil et al, 2022).

Essa pluralidade de interações nos negócios, espaços e ações que envolvem o processo de inovação e desenvolvimento, reflete também na estruturação de parques científicos e tecnológicos (PCTs), cuja missão é justamente promover o desenvolvimento regional e potencializar os efeitos da pesquisa e da inovação. A criação de parques científicos e tecnológicos se destaca neste contexto atual e gera uma demanda por uma maior disponibilidade de profissionais qualificados, capaz de explorar e desenvolver as oportunidades de inovação deste ecossistema. Os estudos de Löfsten e Lindelöf (2001, 2002, 2003) confirmam e revelam que parques científicos e tecnológicos favorecem altas taxas de criação de empregos na região onde estão inseridos.

Embora exista um crescimento significativo do número de PCTs no mundo, são poucos os estudos que analisam os efeitos econômicos da criação e consolidação de PCTs nas economias regionais, especialmente em países em desenvolvimento. De acordo com a pesquisa conduzida por El-Haggar (2015), existem mais de 400 PCTs espalhados em diversos países. Só no Brasil, entre 2010 e 2020 a taxa de crescimento foi de 175% (ANPROTEC, 2022). Na China, em 2017 foram criadas 156 zonas tecnológicas (UNCTAD, 2019). Muitos estudos se concentram em PCTs de elevada expressão internacional: Stanford Research Park da Universidade de Stanford (Silicon Valley), criado em 1951, Route 128 (Massachusetts), Research Triangle Park (Carolina do Norte), IC2 (Texas), Herriot-Watt Park (Escócia), Cambridge Science Park (Reino Unido), ZIRST (França), Taguspark (Portugal), IDEA (Málaga), Distrito 22@Barcelona (Barcelona), Shanghai Zizhu Science-based Industrial Park (China). No entanto, segundo Henriques et al (2018), grande parte da literatura sobre PCTs se concentra em países desenvolvidos, como os Estados membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Dessa forma, frequentemente se argumenta que o sucesso dos PCTs está relacionado a fatores que são mais comuns em países

desenvolvidos do que em países em desenvolvimento, como a demanda por produtos de alta tecnologia, apoio e investimentos e disponibilidade de trabalhadores qualificados.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho consiste em investigar o impacto dos PCTs sobre as ocupações de alta complexidade¹ nos municípios do Rio Grande do Sul (Brasil) no período de 2013 a 2020. Adicionalmente, busca-se compreender os efeitos na renda apropriada e nos setores de indústria e de serviços.

A escolha do estado do Rio Grande do Sul se deve pela sua relevância no que tange a presença de PCTs, tendo, atualmente 16 em operação, o que corresponde a quase 30% dos parques instalados no Brasil. Os PCTs estão distribuídos em 20 locais por diferentes regiões do Estado, atuando como áreas de interface entre setor produtivo e universidades, estimulando a interação entre academia e empresas da região (SICT, 2023). Além disso, o Estado se destaca também por aspectos econômicos e sociais, tendo a quarta maior economia e o quinto maior índice de desenvolvimento humano entre os estados brasileiros (ATRGS, 2023).

O trabalho compreende as seguintes seções: (i) esta breve introdução; (ii) objetivo geral e específicos; (iii) revisão bibliográfica, para contextualizar e oferecer os conceitos discutidos neste estudo; (iv) metodologia, onde são apresentadas as variáveis exógenas que explicam a preditora em evidência, as etapas envolvidas, métodos regressores utilizados e testes; (v) resultados obtidos e respectivas análises, substanciadas pelo referencial teórico e, por fim, (vi) conclusões.

¹ A expressão Ocupações de alta complexidade é utilizada pelo Ministério do Trabalho brasileiro para definir a mão de obra qualificada. Este trabalho referencia ocupações de alta complexidade como aquelas que exigem elevado grau de especialização e ou formação. Observa-se que a literatura utiliza de forma equivalente a expressão ocupações de uso intensivo do conhecimento para se referir a qualificação dos trabalhadores especializados (Horváth, Berbegal-Mirabent, 2020).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar o impacto no número de empregos demandados por ocupações de alta complexidade dada a presença de parques científicos e tecnológicos no município e vizinhanças.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar o número de empregos que são demandados por ocupações de alta complexidade no município e vizinhanças. De acordo com a literatura, à semelhança dos arranjos industriais, espera-se que a concentração de empresas em sinergia com universidades, governo e institutos de pesquisa em parques científicos e tecnológicos promovam uma demanda por ocupações baseada em conhecimento intensivo. Busca-se neste estudo evidências deste fenômeno.

- b) Identificar a participação dos da renda apropriada e número de empresas de serviços e indústria que geram maior demanda de ocupações de alta complexidade. Observar onde a demanda tem maior efeito é instrumental para indicar oportunidades de políticas de fomento, maximizando e fortalecendo o desenvolvimento da região.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta uma revisão dos conceitos utilizados neste estudo, em específico o arcabouço teórico do contexto do desenvolvimento econômico regional, caracterização de parques científicos e tecnológicos e ocupações de alta complexidade.

3.1 Desenvolvimento Econômico Regional

É possível Desenvolvimento Econômico Regional sem Inovação? Ao longo dos tempos, as sociedades foram se aprimorando e desenvolvendo técnicas, nos mais diversos campos do conhecimento, buscando uma melhor qualidade de vida. Tal processo de aprimoramento muitas vezes se confunde com o próprio desenvolvimento, reduzindo o protagonismo da inovação como elemento fulcral. Protágoras (*apud* Buckingham, 2011), já afirmava a tendência de se explicar o mundo com base nas limitações individuais. No entanto, outros ousaram questionar e manter a crítica sobre o que se faz hoje não precisa ser necessariamente o que se precisa manter. Schumpeter (1912) cunhou a expressão destruição criativa, com o intuito de estabelecer a relevância de se manter um fluxo contínuo de transformações, ensejando a criação de novos produtos ou novas formas de produzir, causando mudanças nos ciclos econômicos, fundamentadas no processo de Inovação.

A Inovação pode ser definida como o processo de transformação que resolve problemas (Drucker, 2006; Berkun, 2010), ampliando o conceito da disrupção da criação destrutiva, pois confere o grau de mudanças sutis como parte da inovação, a exemplo da inovação incremental. Portanto, tal processo transformativo pode se dar pela introdução de uma nova técnica ou tecnologia. Não obstante, a introdução de uma tecnologia por si só não se caracteriza como um processo de inovação. O reflexo de sua utilização como um incremento de eficiência ou melhoria percebida, ou a evolução de algo que traz novos benefícios, caracteriza-a como inovação.

Para Freeman e Perez (1988), uma inovação incremental consiste na introdução de melhorias contínuas, onde percebe-se a raiz do produto ou serviço, acrescido de melhorias. Em contraste à inovação incremental, Abernathy e Clark (1985) abordam a natureza evolutiva da inovação, usualmente resultante do conhecimento existente, valendo-se da experiência e rotinas produtivas já estabelecidas, como uma nova

roupagem de algo há existente. Contudo, a inovação como fenômeno transformacional é percebida quando gera eventos descontínuos, conforme postulado por Schumpeter (1912), à semelhança de Christensen (1997), com seu conceito de inovação disruptiva, retratando o fenômeno das lacunas deixadas por algumas empresas que são exploradas por empresas menores, eventualmente, recriando o mercado ou substituindo a concorrência estabelecida.

Independentemente de sua taxonomia, a perspectiva da inovação como fenômeno de transformação é amplamente estudada e colocada como elemento central para desenvolvimento econômico, observado na perspectiva regional. A introdução de uma técnica que traz benefícios de produtividade do trabalho ou produtividade do capital, tem efeitos econômicos transformadores, com impactos que podem modificar o rumo do progresso econômico das nações.

Esta percepção da inovação como vetor de desenvolvimento econômico, é fruto de uma longa jornada investigativa que, sob a perspectiva do desenvolvimento regional, compreende o endereçamento de questões relevantes como a ocorrência do desenvolvimento não homogêneo das regiões, a dificuldade de copiar e repetir práticas de sucesso de uma região para outra, as implicações intrínsecas de uma região com efeito na estratégia de desenvolvimento local, a questão da concentração geográfica e seus efeitos.

Uma abordagem para tratar estes elementos basilares teóricos é através da classificação em grupos de abordagens, nomeadamente: (i) teorias clássicas de localização e (ii) teoria das economias de aglomeração. No apêndice I é apresentado um quadro com o resumo destas teorias.

Dentre as teorias clássicas de localização, destacam-se os trabalhos de Von Thünen (1826), Weber (1909), Hotelling (1929), Christaller (1966) e Lösch (1957). Estas teorias buscam explicar o desenvolvimento regional provocado pela busca eficiente da localização espacial dos agentes econômicos, com o intuito de reduzir os custos de transporte e de se beneficiar dos fatores regionais oferecidos por uma determinada região, compreendendo, por exemplo, recursos humanos, serviços, infraestrutura, recursos naturais. Von Thünen, Weber e Lösch, foram os primeiros a se debruçar sobre o problema da distribuição espacial do crescimento econômico, analisando como as escolhas de regiões se procediam. De fato, Von Thünen observou como as atividades agrícolas se

distribuíam em torno dos centros urbanos em função dos custos de transporte de produtos. O autor idealizou a teoria dos Anéis de Thünen para explicar os custos do transporte nos produtos, os quais variam de acordo com a distância entre o local de produção e consumo.

Já Weber (1909), buscava compreender até que ponto a localização das indústrias poderia ser explicada por fatores específicos, em busca do local ótimo para a instalação de empresas do setor da indústria de transformação. Para o autor, o local ótimo minimiza custos de transporte desde a captação dos insumos de produção até a distribuição do produto final da empresa. O seu modelo, o Triângulo de Weber, considera interligações setoriais, cadeias produtivas, aglomeração de empresas. O modelo considera a localização dos insumos utilizados por uma empresa (vértices) para calcular o ponto de ótimo no interior do triângulo, local onde a empresa deve se localizar para produzir de forma eficiente e atender o mercado final. A questão endereçada por Weber permanece contemporânea. Observar a triangulação insumo-transformação-comercialização é ainda tema de relevância para o estabelecimento de empresas, arranjos e configurações sofisticadas como a dos parques científicos e tecnológicos.

Entre 1993 e 1938, Christaller e, posteriormente, Lösch, introduzem a Teoria dos Lugares Centrais, cuja essência do modelo está na hierarquização de cidades e lugares centrais. Nesta hierarquia, as cidades centrais oferecem maior variedade de bens e serviços (economia de escopo) e preços menores (economia de escala, economia de aglomeração). A medida que as cidades descendem na hierarquia, observam-se uma menor oferta de bens e serviços. Este modelo traz as bases de fundamentação para as economias de aglomeração.

Nas economias de aglomeração, externalidades de conhecimento são rapidamente notadas, os novos conhecimentos gerados por um agente econômico em uma região se disseminam para outros agentes na própria região e adjacências (*spillovers* de conhecimento). Estes transbordamentos desempenham um papel de impulsionador do desenvolvimento econômico regional. A presença de trabalhadores aptos a trabalhar é um fator relevante para o processo decisório de localização de indústrias. Com efeito, as economias de aglomeração são externalidades provocadas pela concentração dos agentes de um determinado lugar. As firmas se beneficiam por: (i) Economias de Localização, empresas do mesmo setor localizadas no local e; (ii) Economias de Urbanização, onde qualquer empresa (de diferentes setores), se beneficia do local onde está inserida. Vários benefícios advêm desta aglomeração: presença de fornecedores especializados, presença

de trabalhadores qualificados, redução de custos de transporte, redução de custos de informação, conexão entre setores, compartilhamento de custos fixos.

Segundo Marshall (1920), são três tipos de externalidades para empresas espacialmente concentradas: (1) trabalhadores qualificados, devido a maior demanda de trabalho; (2) firmas especializadas, devido ao mercado ampliado; (3) compartilhamento de ideias, provocado pela aproximação. Os trabalhos de Jacobs (1969) evidenciam que as externalidades de urbanização beneficiam todos os tipos de empresas, sendo ocasionadas pela diversidade setorial (fertilização cruzada de ideias).

Perroux (1977), desenvolveu a Teoria dos Polos de Crescimento observando a concentração industrial, postulando que há campos de forças centrífugas e centrípetas exercidas pelas empresas sobre pessoas e outras empresas. A região que atrai uma empresa de um setor-chave e que promova seu desenvolvimento, tem o potencial de atração de outras empresas. Cabe ressaltar, contudo, conforme Hirschman (1933), que o desenvolvimento de uma região ocorre às custas de outras localidades e regiões. Segundo o autor, há forças centrípetas com efeitos de polarização ou regressivos e forças centrífugas, com efeitos de propagação, ambos desencadeando causa e efeitos cumulativos.

Em 1980, Krugman buscou compreender os motivos da concentração de indústrias em alguns locais ou regiões, deixando outros relativamente subdesenvolvidos (forças de atração e de dispersão), observando quando a concentração ocorre e onde ocorre. O autor ressaltou, através do seu modelo de Duas Regiões, que a demanda é maior em regiões de maior população, atraindo, portanto, indústrias, com efeito na redução dos custos de transporte, com maior disponibilidade de trabalhadores. De fato, nas aglomerações tem-se grande mercado, mais economia de escala, eficiência produtiva, menor custo médio de produção, preços menores, atraindo consumidores. Tendo mais economias de escala, obtém-se maior produtividade, salários maiores, maior concentração de trabalhadores, ocasionando maior demanda, atraindo empresas. Por outro lado, há uma maior competição entre empresas e no mercado de trabalho, o que favorece a desconcentração espacial. Os pontos de equilíbrios são determinados por estas várias forças centrípetas e centrífugas.

Estudos foram realizados para compreender os elementos que favoreciam a competitividade das regiões, destacando-se os modelos de crescimento endógeno. Nestes

modelos, a criação e a propagação de conhecimento é o elemento central para o crescimento e desenvolvimento. Romer (1990) postula o desenvolvimento do conhecimento através dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), incorporado no capital físico, já Lucas (1988), considera o conhecimento como o resultado da educação, sendo incorporado na população trabalhadora (capital humano). A ideia dos modelos de crescimento endógeno é que o conhecimento, o capital humano e a inovação favorecem o aumento da produtividade, com efeito positivo no crescimento econômico.

A relevância da presença de capital humano é corroborada por estudos recentes, Hanushek e Kimko (2000), Barro (2000) e Barro e Lee (2001), em particular, a qualidade do capital humano oferecido na localidade. Com efeito, estabelecimentos que ofertam serviços superiores, intensivos em conhecimento e ou tecnologia, buscam estar próximos dos agentes formadores de mão de obra qualificada, favorecendo o intercâmbio de informação e conhecimento. O que corrobora a importância da questão espacial, a qual traz um efeito significativo no custo de produção. Quanto mais distante da informação (conhecimento e comunicação necessários para a produção), maior o custo de sua produção. O inverso também é verdadeiro. O modelo proposto por Coffey e Polèse (1988), permite observar este fenômeno. De forma simplificada, o modelo sugere que o custo de produção total de uma unidade é resultado essencialmente do custo unitário da comunicação, da informação necessária à produção, custo unitário dos insumos, custo da profissionais especializados, custo do recrutamento de trabalhadores especializados.

Observa-se que para minimizar os custos de produção, é preciso compreender a sensibilidade espacial dos custos envolvidos. Os autores postulam que a mão de obra especializada e a informação são os dois principais recursos escassos que orientam as decisões de localização das atividades intensivas de conhecimento. Nota-se, no entanto, um contraste em relação ao modelo weberiano sobre a abordagem de minimização de custos, pois neste modelo de Coffey e Polèse, a escolha do espaço geográfico é sensível apenas aos custos do insumo, os quais podem variar de um ponto do espaço para outro, enquanto no modelo weberiano a minimização dos custos considera o acesso ao mercado e à distribuição espacial da demanda (teoria dos lugares centrais).

Com base neste modelo simplificado de Coffey e Polèse, pode-se notar que a composição dos parques científicos e tecnológicos, conjugando universidades, institutos de pesquisa e empresas de uso intensivo de conhecimento visam justamente atuar na

minimização dos seus principais insumos: mão de obra especializada e troca de informação. A proximidade e a sinergia destes agentes ratificam o modelo. Não obstante, verifica-se que a não padronização da demanda dos insumos pode implicar em análises de possibilidades de substituições entre mão de obra especializada e informação, afetando a decisão de localização das empresas. A hipótese de que os parques científicos e tecnológicos favorecem a padronização destes insumos não está confirmada e ultrapassa o escopo deste trabalho.

Todavia, cabe avaliar que os parques científicos e tecnológicos oferecem em seu ecossistema algumas externalidades, vantagens obtidas por ter os agentes organizados no mesmo espaço. Destaca-se a infraestrutura decorrente do ecossistema, atraindo profissionais, empresas, universidades e institutos de pesquisa.

Adicionalmente, observa-se também o efeito de economias de aglomeração. Segundo Hoover (1937, 1948) e Ohlin (1933), estes conjuntos de externalidades são desencadeadas quando se tem uma concentração relevante de habitantes e empresas em um determinado lugar, em uma cidade. Intuitivamente, espera-se que uma maior concentração de habitantes pode favorecer uma maior oferta de profissionais qualificados e, conseqüentemente, beneficiar ganhos de produtividade do trabalho. Entretanto, esta afirmação causal não é necessariamente tautológica, pois é preciso considerar o desenvolvimento técnico para favorecer a produtividade, por exemplo. De qualquer forma, os conceitos propostos pelos autores são significativos para a análise de escolha de localização do parque científicos e tecnológico, principalmente pela disponibilidade de capital humano, para reduzir custos de recrutamento e para aproximar a troca de informação.

Visando explorar e desenvolver competências que promovam o desenvolvimento regional, incentivos e políticas públicas são criadas, estimulando a sinergia de agentes econômicos em estruturas denominadas parques científicos e tecnológicos. A próxima sessão traz um conjunto de conceitos que fundamentam a sua relevância.

3.2 Parques Científicos e Tecnológicos

Segundo o MCTI (2021), parques científicos e tecnológicos podem ser compreendidos como organizações que orquestram o relacionamento de universidades, governo e indústria, buscando a promoção do desenvolvimento regional. Estas

organizações são, por sua vez, denominadas de sistemas nacionais de inovação (ANPROTEC, 2008) e são categorizados em grupos de acordo com as funções que desempenham: (i) centros de inovação tecnológica, compostos por incubadoras, aceleradoras e (ii) parques tecnológicos, cuja missão é promover fluxos de conhecimento entre empresas e institutos de pesquisa e instituições tecnológicas, ambas visando o desenvolvimento econômico e tecnológico. O sistema nacional de inovação, doravante tratado como parques científicos e tecnológicos, é entendido como um arranjo institucional que envolve universidades, institutos de pesquisa, empresas, governo, abrangendo agências de fomento, sistemas financeiros e instituições coordenadoras. Todas essas instituições articulam e produzem uma rede de cooperação para geração, absorção e transmissão de conhecimento (Freeman; Soete; 2008).

A literatura sobre PCTs situa-se em duas grandes áreas de estudo (Francis et al, 2014), a primeira diz respeito a “perspectiva institucional”, que enfatiza questões como o funcionamento das incubadoras e o grau de *spin-offs*, com ênfase nas possíveis vantagens competitivas oferecidas pelos PCTs às empresas inquilinas, bem como os efeitos de repercussões positivas para as empresas localizadas nas suas imediações. A segunda área de estudo está associada a “distritos tecnológicos”, que se origina da geografia econômica. Essa perspectiva enfatiza os PCTs e sua região circundante como uma entidade que consiste em uma estrutura evolutiva de ligações entre centros acadêmicos e firmas, com efeitos de aglomeração. A outra perspectiva examina o papel e a contribuição dos parques científicos no contexto do desenvolvimento regional (Markusen, 1996; ESCAP, 2019; UNIDO, 2021). Em suma, os PCTs são estabelecidos visando elevar o nível de sofisticação tecnológica das indústrias locais, através da promoção de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento).

Assume-se que as empresas residentes nestes parques são mais competitivas e inovadoras do que as empresas localizadas fora destas estruturas. Assim, confirma-se a análise dos parques científicos e tecnológicos como foco deste estudo, uma vez que são promotoras de inovação e inovação é a estrutura basilar para fomentar o desenvolvimento econômico (Schumpeter, 1912; Solow, 1956; Romer, 1986). Esse aspecto corrobora a questão da proximidade física e geográfica entre as entidades presentes nos PCTs.

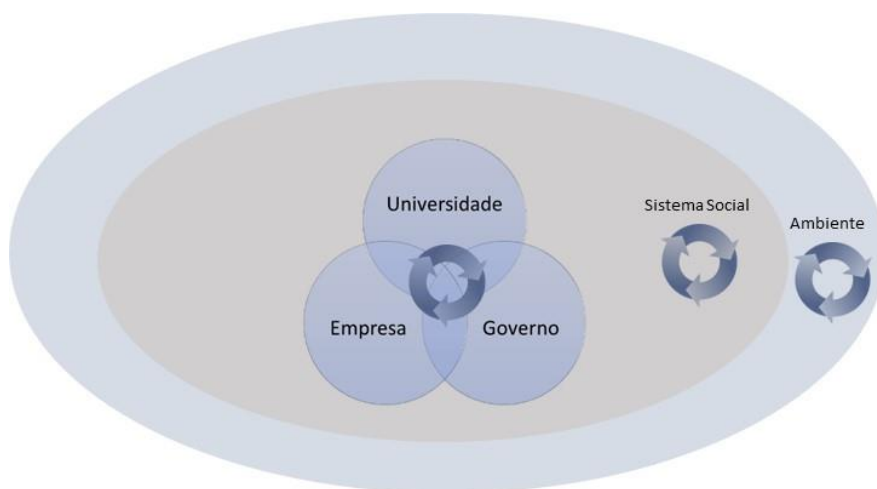
Segundo Audretsch (1998), o custo marginal de transmissão da informação tem um comportamento côncavo, inverso à evolução das tecnologias e o custo marginal de transmissão do conhecimento, principalmente o tácito, aumenta com a distância. Nota-se

que a informação pode ser facilmente codificada, padronizada e transmitida, enquanto o conhecimento nem sempre é codificável. Portanto, a proximidade física pode ser um imperativo para o fluxo do conhecimento. Adicionalmente, segundo Vilà e Pagès (2008), espera-se que os parques científicos e tecnológicos promovam o desenvolvimento regional.

Nessa linha, o setor público assume a missão de promover o arranjo institucional entre universidades e empresas, acabando também por exercer um papel de financiador. A universidade oferece treinamento, transferência de conhecimento e tecnologia, estimulando a qualificação e oferta da mão de obra e, por fim, as empresas atuam como transformadoras, convertendo conhecimento em produtos e valor econômico.

A partir disso, surgiram outras propostas para a estruturação conceitual da relação entre os agentes, em especial, o modelo de hélice quádrupla, que mantém a relação universidade-governo-empresa, porém, amplia o modelo de forma mais abrangente, trazendo elementos como o sistema social e o meio ambiente (Carayannis, Campbell, 2017). Com isso, a influência do local pode ser percebida como parte da promoção do processo de inovação, adicionalmente, as particularidades do sistema social local. A análise dos parques científicos e tecnológicos em estudo considera o modelo da quinta hélice como representativo para o projeto, dando o contexto das externalidades como fatores a serem considerados. A Figura 1 representa essas relações do modelo da quinta hélice.

Figura 1 - Modelo da Quádrupla Hélice



Fonte: Adaptado de Carayannis e Campbell

Nesta figura, pode-se observar a representação nuclear do modelo de tripla hélice (Etzkowitz; Leydesdorff, 1995), porém, acrescido o aspecto do sistema social ao qual estão inseridas as empresas, universidades e governo e, todos estes agentes, por sua vez, circunscritos no ambiente onde operam. Segundo os autores, a quarta hélice retrata o fluxo de conhecimento que permeia a sociedade e a economia, ampliando o ecossistema de inter-relações. Para Campbell (2019), a influência social, como um ambiente de democracia, pode ser um facilitador para a inovação. A quinta hélice traz o caráter de sustentabilidade, uma visão de longo prazo para o efeito da inovação.

A análise dos parques científicos e tecnológicos em estudo considera o modelo da quinta hélice como representativo para o projeto, dando o contexto das externalidades como fatores a serem considerados.

3.3 Parques Científicos e Tecnológicos no Brasil

O Brasil tem investido na constituição de ambientes de inovação, caracterizados pela Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) desde o início de 1991, quando lançou a Lei de Informática (Lei nº 8.248/91) para estimular a inovação e os investimentos em P&D no país. Posteriormente, promoveu ampliações no âmbito da lei e apoiou a criação de arranjos tecnológicos, especificamente parques científicos e tecnológicos, conforme Portaria 6.762, de 17/12/2019, do MCTI. Esta portaria visa estimular o surgimento e consolidação de ecossistemas de inovação e mecanismos de geração de empreendimentos inovadores no país, consubstanciando assim a criação, atração, aceleração e desenvolvimento de empresas inovadoras em todo o território nacional.

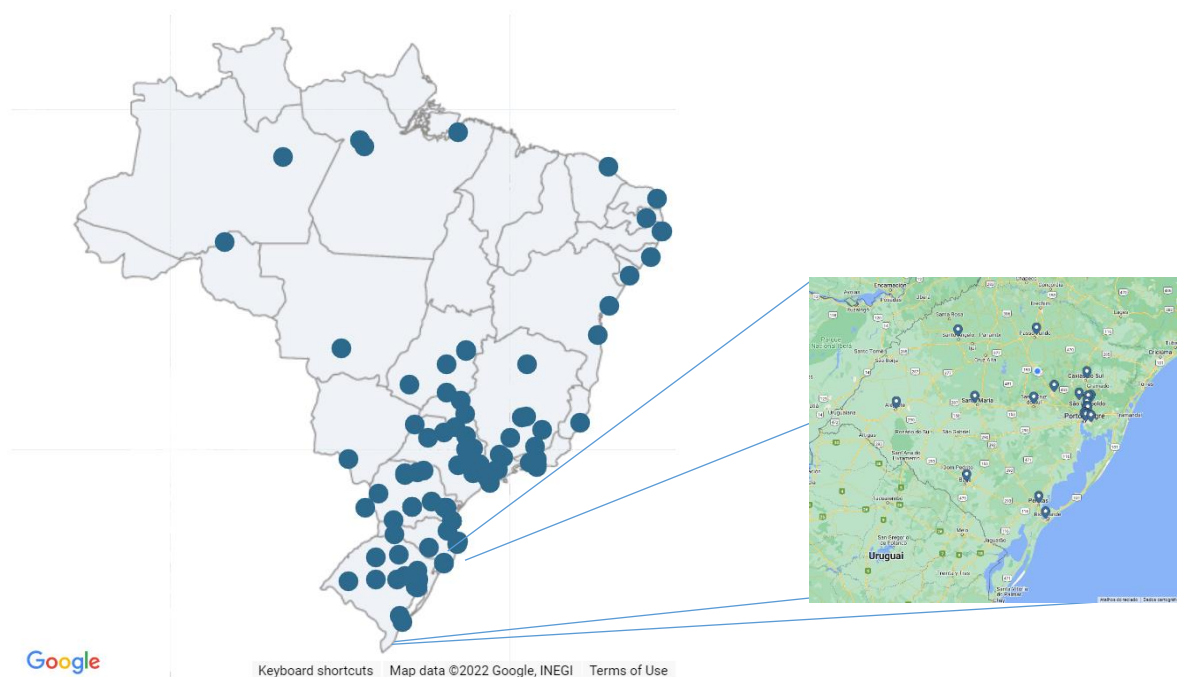
De acordo com o MCTI, espera-se que os investimentos em inovação possibilitem a produção de produtos e serviços de alto valor agregado, não só promovendo a inovação tecnológica nas empresas existentes, mas também a criação de novas empresas de base tecnológica. Espera-se também, que os parques científicos e tecnológicos sejam instrumentos de políticas públicas de tecnologia e inovação para promover o desenvolvimento regional. De fato, há uma oferta crescente de parques científicos e tecnológicos no país.

Atualmente, existem 76 iniciativas de PCTs conhecidas (MCTIC, 2023). Apesar de uma maior concentração nas regiões Sul e Sudeste, já existem PCTs em operação em

todas as regiões brasileiras, envolvendo iniciativas em 20 estados e no Distrito Federal. Dessas iniciativas, 6 estão em estágio de projeto, 13 em implantação e 57 em operação, envolvendo mais de 1300 empresas, que juntas, geram aproximadamente 32 mil postos de trabalho. Ademais, os investimentos realizados ao longo do tempo são estimados em 6,3 bilhões de reais. Embora o governo federal tenha sido o principal financiador dos PCTs no passado, os recursos provindos da iniciativa privada já correspondem a 47,3% do total, indicando a confiança de grandes empresas em investimentos nesses habitats de inovação (MCTIC, 2019).

Dada a extensão territorial do Brasil e as distintas vocações regionais, os PCTs têm áreas de atuação diversas como, Agronegócio, Energia, Biotecnologia, Tecnologia de Informação, Telecomunicações, Petróleo e Gás Natural, Automação, Economia Criativa, entre outras. A Figura 1 ilustra a distribuição desses parques no país, com destaque para o estado do Rio Grande do Sul.

Figura 2 - Parques Tecnológicos no Brasil - 2022



Fonte: <https://www.inovadatabr.com.br/>

Ao observar a configuração dos PCTs no país, verifica-se que estes são em sua maioria parques jovens, com uma média de 20% dos parques com mais de 14 anos de operação, e 65% dos parques com menos de 10 anos de operação. Em relação ao escopo de atuação, 94% dos parques tecnológicos focam em Tecnologia da Informação. No

entanto, há um foco crescente nas áreas de Biotecnologia (de 59% em 2014 para 80% em 2021), Economia Criativa (de 9% em 2014 para 42% em 2021), Agronegócio (de 25% em 2014 para 55% em 2021), indicando que os parques estão se abrindo para novas formas de empreendedorismo de base tecnológica, gerando demandas por empregos em ocupações intensivas de conhecimento em diversos setores. O Estado de Rio Grande do Sul (em destaque na Figura 2), conta atualmente com 16 PCTs em operação, o que corresponde a quase 30% dos parques instalados no Brasil, estando distribuídos em 20 locais por diferentes regiões do Estado.

Alguns estudos já confirmaram o impacto dos arranjos tecnológicos, principalmente os parques científicos e tecnológicos na economia regional. O trabalho de Mello, Schapiro & Marconi (2020) sobre o impacto do parque científico e tecnológico de São José dos Campos (STP-SJC), referência na área aeroespacial, é significativo para a região e adjacências. Cria uma sinergia de ciclo de investimento. Característica cíclica já observada por Marshall (1890) muito antes das configurações desses arranjos tecnológicos, no seu trabalho conhecido como tríada marshalliana (beneficiar-se da mão de obra qualificada disponível no local, acesso a insumos especializados e beneficiar-se do fluxo de informações entre as empresas e pessoas) e, segundo Krugman (1998), reforçam o ciclo de retroalimentação positivo onde a concentração de firmas atrai trabalhadores qualificados e outras instituições, estimulando a concentração de empresas na região.

Outros estudos empíricos também retratam o papel das universidades na consolidação de setores baseados no conhecimento, que compartilham a mesma configuração peculiar dos parques científicos e tecnológicos. O trabalho realizado por Horváth e Berbegal-Mirabent (2020) analisa o número de universidades em uma região e os efeitos espaciais que são gerados, incluindo a formação de mão de obra altamente qualificada e a concentração de empresas atraídas por esse insumo. O estudo revela que as universidades se tornaram um dos motores mais importantes para o desenvolvimento econômico regional, também revela que as regiões próximas aos centros educacionais são igualmente beneficiadas por essa configuração universidade-empresa.

Observa-se, portanto, que a literatura e os estudos dessas configurações são relevantes, contundentes para a compreensão do desenvolvimento regional e servem de base para a manutenção e expansão da atividade econômica.

3.4 Ocupações de Alta Complexidade

Um dos aspectos citados na literatura é a necessidade de mão de obra qualificada como insumo para promover a inovação. De acordo com a CBO – Classificação Brasileira de Ocupações, o termo mão de obra qualificada é descrito como empregos de alta complexidade e compreendem os grupos, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Ocupações de Alta Complexidade

| Grupo | Classe | Descrição |
|-------|---|---|
| GG 2 | <i>Profissionais das ciências e das artes</i> | Atividades principais requerem para seu desempenho conhecimentos profissionais de alto nível e experiência em matéria de ciências físicas, biológicas, sociais e humanas. Também está incluído neste grande grupo pessoal das artes e desportos, cujo exercício profissional requer alto nível de competência como, por exemplo maestros, músicos, dentre outros. Este grande grupo compreende: Pesquisadores e profissionais poli científicos; profissionais das ciências exatas, físicas e da engenharia; profissionais das ciências biológicas, da saúde e afins; profissionais do ensino; profissionais das ciências jurídicas; profissionais das ciências sociais e humanas; comunicadores, artistas e religiosos. |
| GG 3 | <i>Técnicos de nível médio</i> | atividades principais requerem, para seu desempenho, conhecimentos técnicos e experiência de uma ou várias disciplinas das ciências físicas e biológicas ou das ciências sociais e humanas. Este grande grupo compreende: técnicos polivalentes; técnicos de nível médio das ciências físicas, químicas, engenharia e afins; técnicos de nível médio das ciências biológicas, bioquímicas, da saúde e afins; professores leigos e de nível médio; técnicos de nível médio em serviços de transportes; técnicos de nível médio nas ciências administrativas; técnicos de nível médio dos serviços culturais, das comunicações e dos desportos |

Fonte: Elaboração própria

As ocupações de alta complexidade são consumidas e demandadas por setores especializados e, de acordo com estudos de Glaeser et al (1992) e Combes (2000), é esperado que um elevado grau de especialização da indústria na região potencialize o seu crescimento.

A presença de parques científicos e tecnológicos estimula a criação de empregos de alta complexidade no município em que se encontra e nas regiões próximas. Boschma

(2005) argumenta que a proximidade geográfica tem efeito na capacidade de inovação e na transferência de conhecimento, elementos basilares para o desenvolvimento regional. Os trabalhos de Horváth e Berbegal-Mirabent (2021) indicam que a presença de parques científicos e tecnológicos estimulam a presença de universidades na região para atender a demanda por trabalhos intensivos de conhecimento. Calcagnini et al (2016) confirmaram que a presença de capital humano influencia nas decisões de localização das *startups*, confirmando a preferência por geografias abastecidas por universidades e empresas demandantes por utilização de conhecimento intensivo.

Audy e Piqué (2016) constatam que a base da economia e da sociedade do conhecimento está diretamente ligada entre a atração de pessoas qualificadas e o potencial de desenvolvimento econômico e social de uma região ou cidade, gerando novas tecnologias e as novas oportunidades de crescimento, conseqüentemente, provocando a melhoria de qualidade de vida das cidades.

Torna-se plausível, portanto, questionar se há um efeito na geração de empregos de demanda intensiva de conhecimento em regiões que hospedam estes arranjos.

4. METODOLOGIA

4.1 Amostragem

A amostra é constituída pelos 496 municípios do estado do Rio Grande do Sul, compreendendo o período 2013-2019. Dessa forma, os dados foram organizados em dados em painel. Os dados em painel são caracterizados por observações repetidas (geralmente anuais) nas mesmas unidades políticas fixas (geralmente estados, países ou municípios) (Grier, Tullock, 1989). Dessa forma, os dados utilizados nessa pesquisa incluem 3968 observações, cobrindo os 496 municípios do Estado por 8 anos.

4.2 Descrição das variáveis

A Tabela 2 apresenta as variáveis utilizadas na pesquisa, os dados foram extraídos do departamento de economia e estatística do estado do Rio Grande do Sul (DEE), da relação anual de informações sociais (RAIS) e da Secretaria de Inovação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (SICT).

Tabela 2 - Descrição das variáveis de Pesquisa

| cod | Variável | Descrição |
|------------|---|---|
| <i>y</i> | <i>Número de empregos em ocupações de alta complexidade</i> | Observar o crescimento de empregos de alta complexidade é uma informação relevante para validar o efeito da tripla hélice, ratificando as ações de colaboração universidade-governo-mercado. |
| <i>x1</i> | <i>Complexidade</i> | Agrega o número de empregos determinados como de alta complexidade, em particular, observando-se a relação do número de doutores, mestres, profissionais com ensino superior completo, incompleto e profissionais de ensino técnico na população do município. |
| <i>x2</i> | <i>Presença de parques científicos e tecnológicos</i> | <i>dummy</i> . Caracteriza com 1 os municípios que apresentam parques científicos e tecnológicos e com 0 a sua ausência. |
| <i>x3</i> | <i>Proporção de Empresas da Indústria</i> | Relação do total de empresas da indústria sobre o total de empresas do município, visa capturar os efeitos da demanda usual por trabalhos especializados, objetivando reduzir os efeitos residuais nas observações. |
| <i>x4</i> | <i>Proporção de Empresas de Serviços</i> | Busca-se observar os mesmos efeitos da variável anterior, porém, observando os efeitos nas empresas de serviços. |
| <i>x5</i> | <i>Renda apropriada</i> | A observação dos padrões de vida de uma população é um indicador importante e usual em pesquisas por capturar o bem-estar apropriado pelas famílias (Sen, 2000). A apropriação de renda faz parte do IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), sendo capturada pelos municípios através do Censo Demográfico, com informações disponíveis no período de interesse deste estudo. |

Fonte: Elaboração própria

Os dados foram tratados e analisados por meio de linguagem de programação estatística R, sendo utilizado o software livre *R-Studio*.

4.3 Análise dos Dados

A verificação de correlação entre as variáveis através de métodos estatísticos descritivos torna-se útil para revelar o grau de associação entre as variáveis observáveis. A correlação entre duas variáveis pode ser obtida pelos métodos de Kendall, Pearson ou Spearman (Dodge, 2008; Akritas, 2016), apresentados como segue:

Correlação de Kendall: a correlação de Kendall oferece uma medida de associação para variáveis ordinais, fornecendo uma medida de grau de associação para duas variáveis:

$$\tau = \frac{X - Y}{\frac{n(n - 1)}{2}}$$

Sendo, X a quantidade de pares concordantes, e Y a quantidade de pares discordantes. Observando o resultado de τ verifica-se:

$\tau = 1$: indica uma correlação positiva muito forte entre as variáveis.

$\tau = 0$: indica que não há correlação.

$\tau = -1$: indica uma correlação negativa muito forte entre as variáveis.

Correlação de Pearson: a correlação de Pearson mensura a associação linear entre variáveis contínuas, onde ρ expressa o quanto a relação entre as variáveis pode ser medida em uma reta:

$$\rho_{X,Y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Sendo, X e Y o par de variáveis em análise, σ_X o desvio padrão de X e σ_Y o desvio padrão de Y , μ_X o valor esperado da variável aleatória X com densidade $f(x)$ e μ_Y o valor esperado da variável aleatória Y com densidade $f(y)$. Por se tratar de variáveis contínuas, σ e μ são expressos, respectivamente para X .

Desvio Padrão:

$$\sigma_X \equiv \sqrt{E[(X - \mu_X)^2]} = \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu_X)^2 f(x) dx}$$

Valor esperado (média):

$$\mu_X \equiv E[X] = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$

O resultado da correlação de Pearson ρ oferece:

$\rho = 1$: indica uma correlação positiva muito forte.

$\rho = 0$: indica que não há correlação.

$\rho = -1$: indica uma correlação negativa muito forte.

Correlação de Spearman: a correlação de Spearman mensura a intensidade da relação com o uso de uma função monótona entre duas variáveis (uma função entre dois conjuntos ordenados é monótona quando ela preserva ou inverte a relação de ordem).

Diferente do método de Pearson, as variáveis podem ser lineares ou não, podendo ser contínuas ou ordinais.:

$$\rho_R = 1 - \frac{\sum_i d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Sendo, d a distância de alcance do elemento n , n o número de observações. Observando o resultado de ρ_R verifica-se:

$\rho_R = 1$: indica uma correlação positiva muito forte.

$\rho_R = 0$: indica que não há correlação.

$\rho_R = -1$: indica uma correlação negativa muito forte.

4.4 Procedimentos Econométricos

4.4.1 Matriz de Ponderação Espacial

O fenômeno em estudo compreende a utilização de dados espaciais para se observar os efeitos na região de análise e vizinhanças. De modo geral, é esperado um efeito espacial nos dados, pois de acordo com Tobler (1970), em sua primeira lei da geografia "Todas as coisas estão relacionadas com todas as outras, mas coisas próximas estão mais relacionadas do que coisas distantes". Esta lei destaca o papel da proximidade para o surgimento da interação espacial com efeitos nos fenômenos observados.

Odland (1988) define interação espacial como o movimento de bens, pessoas ou informação através do espaço, indicando que eventos que ocorrem num lugar podem afetar as condições em outros lugares. Devido a esta componente espacial nos dados, segundo Almeida (2012), é preciso verificar a hipótese de que os dados espaciais sejam distribuídos aleatoriamente, ou seja, que os valores de um atributo numa região não dependam dos valores deste atributo nas regiões vizinhas.

A estatística I de Moran (Índice de Moran) permite avaliar este efeito de autocorrelação, requerendo a adoção de uma matriz de pesos espaciais. A utilização de uma matriz de pesos, também referenciada como matriz de proximidade geográfica, é portanto, o primeiro passo para a análise econométrica espacial. Esta é uma matriz quadrada de dimensão n por n , contendo pesos espaciais w_{ij} que representam o grau de conexão entre as regiões de proximidade, de forma a caracterizar a influência da região j

sobre a região i . A matriz de pesos espaciais do tipo *queen* mostra-se eficiente para capturar os efeitos espaciais. Esta matriz considera os pesos espaciais binários de forma:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ são contíguos} \\ 0 & \text{se } i \text{ e } j \text{ não são contíguos} \end{cases}$$

Assumindo $w_{ii} = 0$, de forma a não se considerar a região vizinha de si própria, o que implica em uma diagonal principal composta por valores nulos.

4.4.2 Teste de Correlação Espacial: I de Moran

A estatística I de Moran fornece as correlações espaciais globais dos níveis de empregos em ocupações de alta complexidade nos municípios do estado do Rio Grande do Sul. Esta estatística oferece o coeficiente de autocorrelação espacial I usando a medida de autocovariância na forma de produto cruzado, conforme a expressão (Bivand et al, 2008):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}$$

Onde, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ e $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$, n é o número de municípios, y_i representa os valores da variável de interesse no município i , w_{ij} é o peso espacial entre os municípios i e j .

O I de Moran fornece três tipos de informação (Almeida, 2012): (i) o nível de significância indicando se os dados estão distribuídos aleatoriamente ou não; (ii) o sinal positivo da estatística I de Moran, se significativo, indica que os dados estão concentrados através das regiões e sinal negativo indica a dispersão de dados e; (iii) a magnitude da estatística fornece a força da autocorrelação espacial no intervalo $[-1; 1]$. Um valor maior que zero sinaliza que o comportamento da variável observada está espacialmente correlacionado positivamente, e regiões com atributos semelhantes estão significativamente agrupadas no espaço; um valor abaixo de zero sugere uma correlação espacial negativa entre comportamentos da variável de análise vizinhos. Quanto mais próximo de um, mais forte é a concentração e quando mais próximo de -1, mais dispersos encontram-se os dados.

4.4.3 Modelos Autorregressivos Espaciais

O estudo compreende a utilização de dados em painéis espaciais balanceados. Modelos de dados em painel são adequados para se observar o comportamento das unidades de corte transversal no tempo. Ou seja, se referem a dados contendo duas dimensões diferentes: (i) dimensão transversal, e; (ii) dimensão temporal (série temporal). Observa-se também que painéis do tipo balanceados oferecem maior grau de conectividade entre as regiões observadas na linha do tempo, evitando que a ausência de observações gere inconsistências de análise. Não obstante, evidencia-se em painel espacial a dependência espacial entre as unidades observacionais, o que pode ser um dos fatores causadores de heterogeneidade espacial a ser observado pelos modelos econométricos espaciais.

De forma geral, os modelos de econometria espacial não podem ser estimados por MQO (Mínimos Quadrados Ordinários) devido as conexões entre as variáveis exógenas e os resíduos, introduzidas pela matriz de pesos espaciais e pelas defasagens espaciais (variável que faz a média dos valores vizinhos de um local). O operador de defasagem deixa de ser independente, pois fica correlacionado com o termo de erro (podendo variar com a proximidade das regiões). Devido a isto, os modelos são estimados pelo método da Máxima Verossimilhança. De acordo com Elhorst (2010), os modelos básicos de dados em painel espacial usualmente utilizados são: SAR (Spatial Autoregressive Model), SEM (Spatial Error Model), SAC (Spatial Autoregressive Confused), SDM (Spatial Durbin Model) e SDEM (Spatial Durbin Error Model).

SAR – Modelo Autorregressivo Espacial

O modelo autorregressivo espacial (SAR) assume que o valor da variável dependente em um local é (parcialmente) determinado por um valor médio espacialmente ponderado daquele nas regiões vizinhas (Zhao et al, 2014). Este modelo é especificado como (Elhorst, 2014):

$$Y = \rho WY + \alpha \iota_N + X\beta + \varepsilon$$

Onde, Y é a variável dependente consistindo em uma observação para cada unidade na amostra ($i = 1, \dots, N$), representando o número de empregos relacionados às ocupações de alta complexidade num determinado município, ι_N é um vetor identidade associado ao parâmetro de termo constante α a ser estimado, X é a matriz com as variáveis

explicativas e de controle do modelo: complexidade (proporção de profissionais especializados no município), renda apropriada, proporção de empresas da indústria, proporção de empresas de serviços e presença de parques científicos e tecnológicos.

O coeficiente β corresponde à matriz de coeficientes a serem estimados, ρ representa o coeficiente de autorregressão espacial, sendo $-1 < \rho < 1$. Observa-se que se ρ for positivo, indica que existe uma autocorrelação espacial global positiva, ou seja, um alto valor de Y nas regiões vizinhas aumenta o valor de Y na região i . Similarmente, um baixo valor de Y nas regiões vizinhas diminui o valor de Y na região i . No entanto, se ρ for negativo, indica que existe uma autocorrelação espacial global negativa, ou seja, um alto valor de Y nas regiões vizinhas diminui o valor de Y na região i . Similarmente, um baixo valor de Y nas regiões vizinhas aumenta o valor de Y na região i . Se o parâmetro não for estatisticamente significativo, o coeficiente pode ser considerado como zero, o que indica evidências de ausência de autocorrelação espacial.

O alcance de um choque é global porque se propaga por todo espaço, sendo o choque mais intenso no epicentro de ocorrência e à medida que se distancia, sua intensidade perde força. Por fim, ε é o termo de erro. Por se tratar de um modelo espacial em painel, W representa a matriz de pesos espaciais. Simplificadamente, este modelo considera a defasagem espacial na variável dependente (WY).

SEM – Modelo de Erro Espacial

O modelo de erro espacial considera que os erros de qualquer observação estão correlacionados com os erros de outras regiões. O modelo é especificado como (Elhorst, 2014):

$$Y = \alpha \iota_N + X\beta + u$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon$$

Este modelo inclui um termo de erro autorregressivo espacial u e o coeficiente de autocorrelação espacial λ , também identificado como intensidade de contágio. Os erros associados com qualquer observação são uma média dos erros nas regiões vizinhas mais um componente de erro aleatório. Observa-se que se $|\lambda| < 1$, tem-se que cada região é auto correlacionada com todas as outras, mas de forma que a intensidade da autocorrelação decresce dado que $|\lambda| < 1$. Isto significa dizer que, o alcance de um

choque é global porque se propaga por todo o espaço. Os demais parâmetros da expressão são mantidos conforme descrito anteriormente.

Observa-se também que o alcance de um choque é global porque se propaga por todo espaço, sendo o choque mais intenso no epicentro de ocorrência e à medida que se distancia, sua intensidade perde força.

De forma simplificada, este modelo considera a defasagem espacial nos termos de erros ($W\varepsilon$).

SAC – Modelo de Defasagem Espacial com Erro Autorregressivo Espacial

O modelo autorregressivo SAC, também conhecido como modelo de Kelejian-Prucha, contém na sua especificação a defasagem espacial da variável dependente e nos erros auto correlacionados espacialmente (Elhorst, 2014):

$$Y = \rho WY + \alpha \iota_N + X\beta + u$$
$$u = \lambda Wu + \varepsilon$$

Observa-se neste modelo que há um efeito de alcance global, com efeitos de intensidade λ nas variáveis não modeladas. As restrições sobre os parâmetros espaciais exigem que $|\rho| < 1$ e $|\lambda| < 1$.

SDM – Modelo Autorregressivo Durbin

O modelo autorregressivo Durbin contém na sua especificação a defasagem espacial da variável dependente e as defasagens espaciais das variáveis explicativas (Elhorst, 2014):

$$Y = \rho WY + \alpha \iota_N + X\beta + WX\theta + \varepsilon$$

Verifica-se na especificação coeficiente de autocorrelação das variáveis independentes θ . O coeficiente θ pode ser entendido como o vetor unitário de parâmetros desconhecidos, desta forma, $WX\theta$ representa o efeito de interação exógena. Demais parâmetros permanecem como previamente descritos.

Uma forma simples de compreender este modelo é: Durbin considera a defasagem espacial na variável dependente (WY) e nas variáveis explicativas (WX). Este modelo espacial tem tanto um alcance global (ρWY) quanto um alcance localizado ($WX\theta$).

SDEM – Modelo Autorregressivo Durbin de Erro Espacial

Este modelo considera a defasagem espacial nas variáveis dependentes e nos resíduos (Elhorst, 2014):

$$Y = X\beta + WX\theta + u$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon$$

O modelo SDEM pode ser considerado se for assumido que não há influência da variável explicada e que a ênfase é colocada nas externalidades da vizinhança.

4.4.4 Escolha dos Modelos e Estimação

A escolha do modelo que melhor se adequa ao tema investigado deve considerar a heterogeneidade não observada. Podem existir fatores que influenciam a variável dependente que não estão sendo considerados no conjunto de variáveis explicativas do modelo (por não serem diretamente observáveis ou mensuráveis). Portanto, além de observar qual método autorregressivo usar, é preciso verificar se a utilização de métodos com efeitos fixos ou efeitos aleatórios.

Para Almeida (2012), os efeitos não observáveis podem ser modelados considerando-se os efeitos fixos ou efeitos aleatórios.

Nos modelos de efeitos fixos a heterogeneidade não observável se manifesta nos interceptos e é recomendado para estudos cuja análise de regressão limita-se a um conjunto definido de regiões. Já nos modelos de efeitos aleatórios, a heterogeneidade não observável se manifesta no componente de erro e é adequada para estudos que se tem um certo número de regiões aleatoriamente sorteados de uma população. Todavia, em situações em que os valores de uma unidade de corte transversal têm pouca variabilidade entre os períodos, os modelos de efeitos fixos produzirão estimativas pouco precisas.

A verificação de adoção entre modelos de efeitos fixos e aleatórios é obtida pelo teste de especificação de Hausman, cujo objetivo do teste é comparar as estimativas de efeitos aleatórios com as de efeitos fixos. Diferenças significativas entre elas sugerem a inconsistência dos estimadores de efeitos aleatórios, ou seja, se a hipótese nula for rejeitada, conclui-se que o modelo de efeitos aleatórios não é apropriado, pois os efeitos individuais provavelmente estão correlacionados com um ou mais regressores, indicando-se, portanto, a adoção de modelo de efeitos fixos.

Algebricamente, o teste de Hausman é especificado como (Baltagi, 2005):

Hipótese nula: $H_0: \hat{\beta}^{EA} = \hat{\beta}^{EF}$, ou seja, testa-se a ortogonalidade entre os efeitos individuais e as variáveis exógenas, podendo ser expresso por: $H_0: E(a|X) = 0$, onde a representa os efeitos individuais e X as variáveis exógenas.

O teste desta hipótese é feito com a seguinte estatística teste:

$$W = (\hat{\beta}^{EA} - \hat{\beta}^{EF})' [Var(\hat{\beta}^{EA}) - Var(\hat{\beta}^{EF})]^{-1} (\hat{\beta}^{EA} - \hat{\beta}^{EF})$$

Sendo $W \sim \chi^2_{(k)}$, a distribuição de W tem distribuição de probabilidade qui-quadrado considerando k , os graus de liberdade de dimensão da matriz $(\hat{\beta}^{EA} - \hat{\beta}^{EF})$.

Os resultados compreendem:

Se H_0 não for rejeitado, então tem-se que $E(a|X) = 0$. Nesse caso tem-se $\hat{\beta}^{EA}$ (efeitos aleatórios) consistentes e assintoticamente eficiente (média e variância seguem um comportamento normal) e $\hat{\beta}^{EF}$ (efeitos fixos) apenas consistentes. Neste caso, escolhe-se o estimador de efeitos aleatórios.

Se H_0 for rejeitado, então tem-se que $E(a|X) \neq 0$. Nesse caso tem-se $\hat{\beta}^{EA}$ (efeitos aleatórios) inconsistente. Logo, escolhe-se o estimador de efeitos fixos.

Para testar a robustez dos modelos, verifica-se a existência de dependência espacial com a aplicação do teste de Breusch-Pagan, baseado no Multiplicador de Lagrange. Para Almeida (2012), os resultados do teste do Multiplicador de Lagrange são suficientes para identificar se a dependência espacial ocorre na defasagem ou nos erros. São aplicados os testes Lagrange Multiplier e seus testes de robustez para detectar efeitos espaciais que podem ser ignorados pelos modelos de painel não espacial.

Algebricamente, tem-se (Almeida, 2012):

Teste ML_ρ : teste do tipo multiplicador de Lagrange para detectar a defasagem espacial da variável dependente, expresso por:

$$ML_\rho = \frac{\left(\frac{e'WY}{s^2}\right)^2}{\left[\frac{(WX\hat{\beta})'MWX\hat{\beta}}{s^2} + tr[W'W + W^2]\right]}$$

Onde, s^2 é a estimativa para a variância do erro (σ^2) e $\hat{\beta}$ o vetor com as estimativas dos coeficientes MQO (Mínimos Quadrados Ordinários).

Hipótese nula $H_0: \rho = 0$, assumindo $\lambda = 0$.

Hipótese alternativa $H_1: \rho \neq 0$.

Este é um teste forte contra erros não normais, igualmente robusto na presença de heterocedasticidade.

Teste ML_λ : teste do tipo multiplicador de Lagrange para detectar autocorrelação espacial na forma do modelo SEM, expresso por:

$$ML_\lambda = \frac{\left(\frac{e'We}{s^2}\right)^2}{tr[W'W + W^2]}$$

Hipótese nula $H_0: \lambda = 0$, assumindo $\rho = 0$.

Hipótese alternativa $H_1: \lambda \neq 0$.

Este teste oferece discriminação do tipo de autocorrelação espacial.

Teste $ML_{\lambda\rho}$: teste do tipo multiplicador de Lagrange para autocorrelação espacial na forma do modelo SAC, considerando a defasagem e o erro autorregressivo espacial, expresso por:

$$ML_{\lambda\rho} = \frac{\left(\frac{e'WY}{\sigma^2} - \frac{e'We}{\sigma^2}\right)^2}{\frac{(WX\beta)'M(WX\beta)}{\sigma^2}} + \frac{\left(\frac{e'We}{s^2}\right)^2}{tr[W'W + WW]}$$

Hipótese nula $H_0: \lambda = 0$ ou $\rho = 0$.

Hipótese alternativa $H_1: \lambda \neq 0$ ou $\rho \neq 0$.

Os testes robustos são similares aos testes apresentados, no entanto, incorporam um fator de correção para considerar más especificações.

Teste Robusto ML_λ^* :

$$ML_\lambda^* = \frac{[d_\lambda - T\sigma^2 C^{-1}d_\rho]^2}{[T(1 - T\sigma^2 C)]}$$

Onde, d_λ e d_ρ são os escores para o erro e a defasagem, respectivamente.

Este teste corrige o teste ML_λ para a presença de $\rho \neq 0$ por meio de d_ρ e através da incorporação da covariância entre d_λ e d_ρ .

Teste Robusto ML_ρ^* :

O teste ML_ρ^* utiliza como fator de correção para a má especificação, o escore d_λ e a covariância entre d_λ e d_ρ :

$$ML_\rho^* = \frac{[d_\rho - d_\lambda]^2}{\left[\frac{C}{\sigma^2} - T\right]}$$

Um teste complementar para ajudar a escolher o modelo espacial adequado é o teste de Akaike (AIC – *Akaike Information Criterion*). Conforme Almeida (2012), na presença de erros esféricos (autocorrelacionados e ou heterocedásticos), o coeficiente de determinação R^2 deixa de ser um indicador de qualidade de ajuste de regressão apropriado. Desta forma, o autor recomenda a utilização do teste de Akaike, que estima a quantidade relativa de informação perdida por um determinado modelo: quanto menos informações um modelo perde, maior a qualidade desse modelo e menor a pontuação AIC.

O teste é expresso por (Almeida, 2012):

$$AIC = -2LIK + 2k$$

Onde k é o número de parâmetros do modelo e LIK o valor máximo da função de log-verossimilhança.

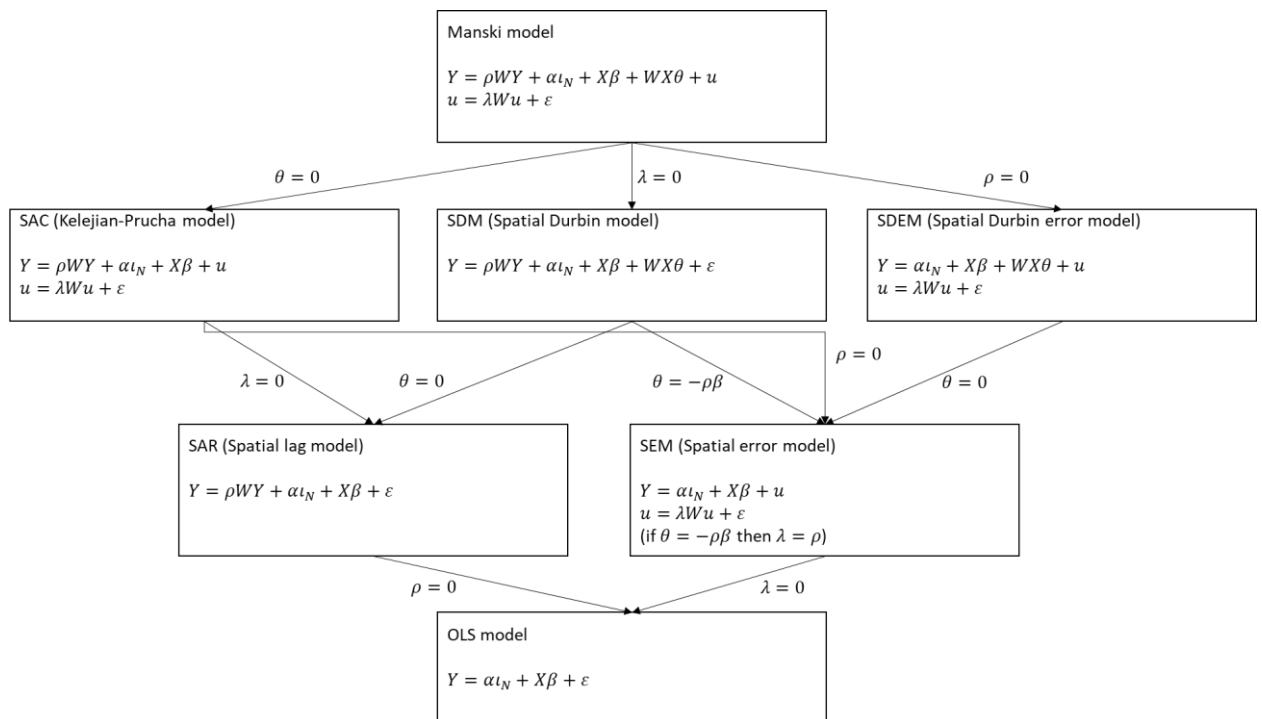
A pesquisa considera o procedimento de especificação proposto por Elhorst (2010, 2014) e detalhada por Almeida (2012), compreendendo três etapas:

- i) Verificar se a inclusão dos efeitos não observados é apropriada ao modelo espacial. A realização do teste Breusch-Pagan permite verificar a presença dos efeitos não observados antes de estimar o modelo espacial.
- ii) Identificar qual o modelo mais adequado para tratar a heterogeneidade espacial não observável. Para tanto, executa-se o teste de Hausman para averiguar o modelo mais apropriado observando-se os efeitos fixos versus efeitos aleatórios.

- iii) Escolher o tipo de dependência espacial que deve ser modelado. Segundo o autor, busca-se o modelo que corrige o problema da autocorrelação espacial nos resíduos e, subsequentemente, atinge o menor critério de informação, conforme testes de Akaike.

A escolha de tipo dependência espacial a ser modelada pode ser ilustrada conforme Figura 3, onde parte-se de um modelo genérico (Manski) que contém todas as componentes a serem validadas e, de acordo com as restrições aplicadas, seleciona-se os modelos que satisfaçam estas restrições.

Figura 3 - As relações entre os diferentes modelos de dependência espacial para dados em painel



Fonte: adaptado de Elhorst 2014

5. RESULTADOS

5.1 Análise Descritiva dos Dados

É possível constatar, com base na Tabela 3 que os municípios que hospedam parques científicos e tecnológicos apresentam um número médio de empregos em ocupações de alta complexidade significativamente maior do que nos demais municípios

do estado. Não obstante, esta análise simplificada não é suficiente para justificar uma relação estatística entre PCTs e ocupações de alta complexidade, pois os parques científicos e tecnológicos concentram-se em regiões com maior densidade populacional, com presença de universidades e empresas de serviços. Similarmente, a renda apropriada média também é maior nestes municípios. Intuitivamente, é razoável compreender que em profissões de maior demanda de qualificação ocorra uma maior capacidade de remuneração, favorecendo a retenção da renda pelas famílias.

Tabela 3 - Dados Agrupados – médias anuais para municípios brasileiros

| Ano | y | y (s/PCTs) | x_5 | x_5 (s/PCTs) | x_4 | x_4 (s/PCTs) | x_3 | x_3 (s/PCTs) |
|------|--------|-----------------|-------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|
| 2013 | 11.268 | 4.778 | 0.768 | 0.662 | 35.814 | 26.672 | 15.564 | 14.305 |
| 2014 | 10.919 | 4.968 | 0.772 | 0.675 | 32.337 | 27.003 | 13.743 | 14.396 |
| 2015 | 10.875 | 5.107 | 0.765 | 0.679 | 33.278 | 27.299 | 13.88 | 14.319 |
| 2016 | 10.582 | 5.062 | 0.754 | 0.681 | 35.082 | 27.545 | 14.035 | 14.222 |
| 2017 | 10.81 | 5.354 | 0.765 | 0.699 | 35.638 | 27.843 | 13.756 | 14.233 |
| 2018 | 10.672 | 5.681 | 0.765 | 0.704 | 36.77 | 28.311 | 12.736 | 14.146 |
| 2019 | 10.583 | 5.817 | 0.783 | 0.725 | 37.793 | 28.787 | 12.61 | 14.07 |
| 2020 | 10.402 | 5.741 | 0.748 | 0.697 | 37.614 | 28.706 | 12.865 | 14.069 |

Fonte: Da pesquisa, 2023

Analogamente, observa-se que o número médio de empresas de serviços nestes municípios também é maior, efeito que pode ser explicado pela teoria da aglomeração destacado por Hoover (1937, 1948) e Ohlin (1933). Verifica-se que em municípios que hospedam parques científicos e tecnológicos possuem uma menor quantidade de indústrias do que os municípios contemplados com os parques.

Os resultados dos testes de correlação entre as variáveis pelos métodos Kendall, Pearson e Spearman, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Testes de Correlação

| Variáveis | Kendall | Pearson | Spearman |
|-----------------|---------|---------|----------|
| $Cor(x_1, x_5)$ | 0.341 | 0.441 | 0.492 |
| $Cor(x_1, x_4)$ | 0.159 | 0.268 | 0.231 |
| $Cor(x_4, x_5)$ | 0.134 | 0.177 | 0.197 |
| $Cor(x_3, x_5)$ | 0.269 | 0.338 | 0.397 |

Fonte: Da pesquisa, 2023.

A utilização dos três métodos de correlação permite verificar diferentes informações a respeito da associação entre as variáveis. A correlação de Kendall permite

observar se há padrões comuns entre as variáveis observadas, a correlação de Pearson permite verificar linearidade, ou seja, se há variação proporcional entre elas e, por fim, a correlação de Spearman permite examinar se as variáveis variam simultaneamente.

É possível constatar pelos métodos de correlação aplicados que há uma correlação positiva moderada entre as variáveis empregos em ocupações de alta complexidade (x_1) e renda apropriada (x_5). O método de correlação de Spearman retrata uma nuance interessante de associação entre estas variáveis, indicando que quando os empregos em ocupações de alta complexidade crescem, há crescimento associado com a renda apropriada. Algumas pesquisas (DIEESE, 2007; OECD, 2020) demonstram que a especialização do trabalho é recompensada com maior apropriação de renda, ratificando os trabalhos seminais de Mincer (1947, 1958).

A correlação entre empregos em ocupações de alta complexidade (x_1) e proporção de empresas de serviços (x_4) é positiva e fraca. Por fim, A correlação entre empregos em ocupações de alta complexidade (x_1) e proporção de empresas da indústria é também positiva e fraca (x_3).

5.2 Estatística de Moran

Na Tabela 5 são apresentados os resultados do Índice de Moran, bem como o *z-valor*, desvio padrão e probabilidade (*p-valor*) para ocupações de alta complexidade para os anos de 2013 e 2020. Com base nos resultados, observa-se que, tanto o índice de Moran, quanto o *z-valor* apresentam valores positivos, indicando a existência de autocorrelação espacial positiva para todas as matrizes utilizadas, ou seja, nota-se uma similaridade pelas vizinhanças. Os valores de *p* ($p < 0.05$) indicam que as matrizes são estatisticamente significantes.

Tabela 5 - Is de Moran

| Ano | I de Moran | <i>z-valor</i> | Ano | I de Moran | <i>z-valor</i> |
|------|------------|----------------|------|------------|----------------|
| 2013 | 0.201*** | 7.390 | 2017 | 0.154*** | 5.703 |
| 2014 | 0.204*** | 7.508 | 2018 | 0.161*** | 5.945 |
| 2015 | 0.167*** | 6.153 | 2019 | 0.130*** | 4.832 |
| 2016 | 0.132*** | 4.887 | 2020 | 0.157*** | 5.801 |

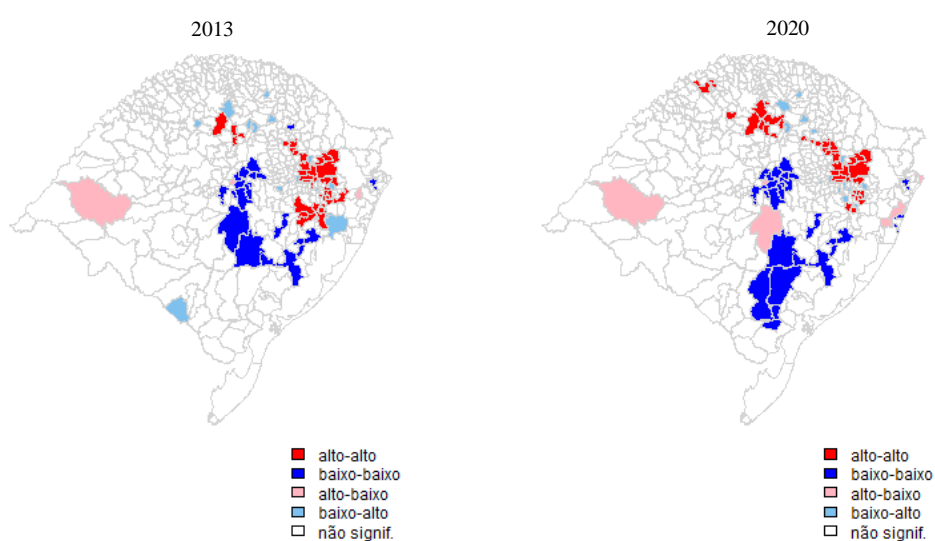
Fonte: Da pesquisa, 2023

Os mapas com a distribuição geográfica dos empregos de alta complexidade dos municípios do Rio Grande do Sul foram gerados através da função *ggplot()* do pacote gráfico *ggplot2* (R-Studio).

O resultado do teste de Moran local é um mapa temático composto por cinco cores distintas (Figura 4): Vermelho, Azul (escuro), Rosa, Azul (claro) e Branco. Destaca-se que a maior parte dos municípios são insignificantes (cor branca), não havendo comportamento padronizado em relação a escolaridade como indicador de empregos em ocupações de alta complexidade. Dos municípios significantes (vermelho), observa-se um pequeno aumento e deslocamento de clusters. Em 2013 observa-se uma concentração em torno da capital, com ligeiro deslocamento do cluster para a regiões noroeste do estado em 2020.

A configuração de municípios hospedando parques científicos e tecnológicos criados até 2013 era Porto Alegre, São Leopoldo, Campo Bom, Lajeado, Novo Hamburgo, Canoas e Alegrete. É possível verificar a identificação de agrupamentos (clusters) com diferentes graus de significância, demonstrando efeitos *spillovers* nos municípios adjacentes. Em 2020, houve uma maior proliferação destes arranjos, compreendendo os seguintes municípios: Santa Maria, Santa Cruz do Sul, Viamão, Passo Fundo, Pelotas, Caxias do Sul, São Sebastião do Caí, Rio Grande e Santo Ângelo. O ligeiro deslocamento pode ser explicado por esta proliferação.

Figura 4 - Clusters de Complexidade



Fonte: Da pesquisa, 2023

Destaca-se que é esperado a presença da dependência espacial entre as unidades de corte transversal. Posteriormente, são aplicados os testes estatísticos formais para confirmação da dependência espacial (testes baseados nos multiplicadores de Lagrange).

5.3 Resultados das Estimativas

Conforme as etapas de validação dos modelos regressores proposto por Elhorst (2014) e apresentadas na Figura 4, os modelos não espaciais são primeiro estimados para verificar se há correlação espacial entre as unidades espaciais, posteriormente aplicam-se os testes e impõem-se as restrições para validar os demais modelos espaciais. A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos pelo modelo OLS (Mínimos Quadrados Ordinários), considerando os métodos *Pooling*, Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios.

Tabela 6 - Resultados da Estimativa do Modelo de Dados em Painel Não Espacial

| Variáveis | OLS Pooled | OLS Efeitos Fixos | OLS Efeitos Aleatórios |
|--|----------------------|----------------------|------------------------|
| (Intercepto) | 2.994*** (0.055) | | 3.022*** (0.056) |
| Complexidade (x_1) | 0.018*** (0.003) | 0.017*** (0.003) | 0.017*** (0.003) |
| Dummy PCT (x_2) | -0.032 (0.053) | -0.028 (0.053) | -0.03 (0.053) |
| Proporção de Empresas da Indústria (x_3) | -0.014*** (0.001) | -0.014*** (0.001) | -0.014*** (0.001) |
| Proporção de Empresas dos Serviços (x_4) | 0.004*** (0.001) | 0.004*** (0.001) | 0.004*** (0.001) |
| Renda apropriada (x_5) | -0.602*** (0.083) | -0.660*** (0.083) | -0.634*** (0.083) |
| R^2 | 0.085 | 0.085 | 0.084 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

Notas: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; . $p < 0.1$

Os resultados R^2 (coeficiente de determinação) sugerem que o modelo explica bem os resultados, no entanto, analisando os coeficientes, seria esperado que a presença de parques científicos e tecnológicos (x_2) impactasse positivamente a variável endógena, bem como a renda apropriada (x_5). Portanto, é preciso verificar se há dependência espacial impactando os resultados, conforme já indicado pelo teste de I de Moran. Desta forma, a próxima etapa consiste em testar a presença de dependência espacial. O uso de testes estatísticos formais baseados nos multiplicadores de Lagrange (LM e testes LM robustos) são utilizados para este fim. Os testes com base nos multiplicadores de

Lagrange são aplicados quando a função em análise está sujeita a restrições, neste caso ao coeficiente de defasagem espacial nos resíduos (λ) e ao coeficiente de defasagem espacial na variável endógena (ρ).

Conforme resultados apresentados na Tabela 7, os testes constataam que há dependência espacial presente nos dados, indicando presença de dependência espacial na variável endógena e nos resíduos. Conclui-se, portanto, que modelos de dados em painel espacial devem ser considerados.

Tabela 7- Resultados Testes Multiplicadores de Lagrange

| Testes | OLS | OLS Efeitos | OLS Efeitos |
|--|-----------|-------------|-------------|
| | Pooled | Fixos | Aleatórios |
| LM – Dependência de erro espacial | 66.502*** | 8.608** | 25.182*** |
| LM – Dependência de defasagem espacial | 76.753*** | 7.875** | 31.143*** |
| LM - Robusto dependência de erro espacial | 1.943* | 0.813* | 0.377* |
| LM - Robusto dependência de defasagem espacial | 12.191*** | 0.08* | 6.338** |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

Notas: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; . $p < 0.1$

Com a indicação de utilização de modelos espaciais para tratar as dependências espaciais nas variáveis e nos resíduos, são executadas as regressões espaciais com os modelos abaixo para verificar qual melhor se adapta:

- SAC: defasagem espacial nas variáveis dependentes e nos resíduos
- SDM: defasagem espacial na variável endógena e nas explicativas
- SEM: defasagem espacial nos resíduos
- SDEM: defasagem espacial nas variáveis explicativas e nos resíduos
- SAR: defasagem espacial na variável endógena

Para cada modelo de regressão são aplicados os métodos Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios. O método *Pooling*, por desconsiderar as dimensões tempo e espaço, foi preterido pelos métodos de efeitos fixos e aleatórios. Adicionalmente, são acrescentados no final da tabela os testes de AIC (*Akaike Information Criteria*) e o coeficiente de determinação R^2 . A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 8 - Resultados da Estimativa do Modelo de Dados em Painel Espacial

| Variáveis | SAC EF | SAC EA | SDM EF | SDM EA | SDEM EF | SDEM EA | SAR EF | SAR EA | SEM EF | SEM EA |
|------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| ρ | 0.137* (0.061) | 0.371*** (0.058) | 0.078** (0.024) | 0.112*** (0.023) | | | 0.063** (0.023) | 0.112*** (0.022) | | |
| λ | -0.059 (0.060) | -0.335*** (0.082) | | | -0.064** (0.024) | 0.105*** (0.025) | | | 0.076** (0.025) | 0.115*** (0.025) |
| ϕ | | 13.465*** (0.995) | | 13.904*** (1.004) | | 13.880*** (1.005) | | 14.252 (1.023) | | 14.410*** (1.034) |
| Intercepto | | 1.410*** (0.055) | | 2.252*** (0.095) | | 2.517*** (0.102) | | 1.875*** (0.065) | | 2.091*** (0.067) |
| x_1 | 0.089*** (0.004) | 0.070*** (0.003) | 0.090*** (0.004) | 0.081*** (0.004) | 0.091*** (0.004) | 0.081*** (0.004) | 0.088*** (0.004) | 0.078*** (0.003) | 0.089*** (0.003) | 0.080*** (0.004) |
| x_2 | 0.128*** (0.037) | 0.103** (0.037) | 0.146*** (0.037) | 0.103** (0.038) | 0.144*** (0.037) | 0.102** (0.038) | 0.135*** (0.037) | 0.101** (0.039) | 0.131*** (0.037) | 0.095* (0.039) |
| x_3 | -0.002* (0.001) | -0.007*** (0.001) | -0.002. (0.001) | -0.004*** (0.001) | -0.002. (0.001) | -0.003*** (0.001) | -0.003* (0.001) | -0.006*** (0.001) | -0.002* (0.001) | -0.006*** (0.001) |
| x_4 | 0.001 (0.001) | 0.001 (0.001) | 0.001. (0.001) | 0.001 (0.001) | 0.001* (0.001) | 0.001. (0.001) | 0.001 (0.001) | 0.001 (0.001) | 0.001 (0.001) | 0.001 (0.001) |
| x_5 | 0.412*** (0.107) | -0.118 (0.081) | 0.821*** (0.119) | 0.582*** (0.116) | 0.806*** (0.118) | 0.513*** (0.115) | 0.271** (0.094) | 0.099 (0.091) | 0.347*** (0.094) | 0.188* (0.094) |
| Wx_1 | | | 0.005 (0.007) | -0.002 (0.007) | 0.011 (0.007) | 0.005 (0.007) | | | | |
| Wx_2 | | | 0.019*** (0.056) | 0.154 (0.007) | 0.187*** (0.056) | 0.154* (0.060) | | | | |
| Wx_3 | | | 0.004 (0.003) | -0.014*** (0.002) | -0.004 (0.002) | -0.015*** (0.002) | | | | |
| Wx_4 | | | 0.006** (0.002) | 0.006** (0.002) | 0.006** (0.002) | 0.006** (0.002) | | | | |
| Wx_5 | | | -1.426*** (0.178) | -0.987*** (0.176) | -1.421*** (0.181) | -0.996*** (0.180) | | | | |
| AIC | | | -3825.265 | | 17796.74 | | -3743.76 | | 17873.34 | |
| R^2 | 0.936 | -3.404 | 0.939 | -0.382 | 0.934 | -0.083 | 0.937 | -0.436 | 0.937 | -0.154 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Notas: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; . $p < 0.1$

Os testes de especificação permitem verificar qual o melhor método a ser considerado, observando os métodos Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios. Para tanto, é utilizado o Teste de Hausman. A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 9 - Teste de Hausman

| Verificações | χ^2 | GL | p-valor |
|---------------------|----------|----|---------|
| SAC EF vs. SAC EA | 466.24 | 5 | < 0.000 |
| SDM EF vs. SDM EA | 1867.2 | 10 | < 0.000 |
| SDEM EF vs. SDEM EA | 688.11 | 11 | < 0.000 |
| SAR EF vs. SAR EA | 624.24 | 5 | < 0.000 |
| SEM EF vs. SEM EA | 351.72 | 5 | < 0.000 |

Fonte: Da pesquisa, 2023

Pelos resultados dos testes de especificação de Hausman, observa-se que os modelos de Efeitos Fixos são mais adequados que os modelos de Efeitos Aleatórios.

Verifica-se também que entre os modelos de regressão espaciais de efeitos fixos, o R^2 (coeficiente de determinação) do modelo espacial SDM EF (Durbin) é mais

relevante que o os demais modelos e o teste de Akaike (AIC) corrobora com a escolha deste modelo. Os testes estatísticos formais (LM e LM robustos) já indicavam defasagem espacial na variável endógena e nos resíduos, reiterando a utilização do modelo SDM EF (Durbin) por tratar estas situações em sua especificação.

As estimativas sugerem que a presença de PCTs (x_2) apresenta efeitos positivos significantes em relação ao número de empregos em ocupações de alta complexidade (y). Esse resultado corrobora a hipótese de pesquisa, sugerindo que a presença de parques científicos e tecnológicos estimula a criação de empregos em ocupações de alta complexidade no município em que se encontra e nas regiões próximas. O efeito de defasagem espacial na variável que indica a presença de parques científicos e tecnológicos (Wx_2) indica a presença de transbordamento significativo na demanda por empregos em ocupações de alta complexidade nas vizinhanças. Esta evidência confirma o efeito de forças centrípetas já identificadas nos trabalhos de Perroux (1955) e Krugman (1998).

Além da presença de PCTs, as variáveis renda apropriada (x_5) e complexidade (x_1) também apresentaram efeitos positivos significantes em relação a variável dependente, corroborando a ideia de que a presença de PCTs estimula a cooperação entre empresas e universidades, gerando novas oportunidades de negócios, favorecendo o crescimento econômico e a oferta de empregos (Benko,1996). Nota-se ainda que a variável x_1 espacializada (Wx_1) gera efeito nas vizinhanças, indicando demanda por especialização de profissionais nos municípios vizinhos.

A variável proporção das empresas de serviços (x_4) também apresentou efeitos positivos, porém, não significantes ($p > 0.05$), enquanto o efeito negativo observado em relação a variável proporção de empresas da indústria (x_3), pode estar refletindo a perda de capacidade industrial do país nas últimas décadas.

Constata-se, portanto, que o modelo Durbin de Efeitos Fixos representa bem o comportamento dos dados investigados. Os coeficientes ajudam a explicar os efeitos na demanda por número de empregos em ocupações de alta complexidade nos municípios e vizinhança em conformidade com o comportamento dos fatores que são esperados pela literatura, em particular a configuração das hélices, validando a hipótese de pesquisa. Observa-se também uma contribuição direta e positiva na proporção das empresas de serviços em municípios adjacentes.

6. CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a presença de parques científicos e tecnológicos colabora positivamente com a demanda por empregos em ocupações de alta complexidade no município que o hospeda, demandando 14,6% por empregos em ocupações de uso intensivo do conhecimento. Desta forma, é possível caracterizar que o objetivo geral da pesquisa foi alcançado. Os objetivos específicos foram igualmente atendidos, pois o modelo econométrico proposto mostrou-se robusto e permitiu compreender o fenômeno em estudo, observando o comportamento das variáveis e seus efeitos.

Sobre o alcance dos resultados, adicionalmente ao exposto, observa-se que os efeitos de transbordamento são significativos nos municípios adjacentes. Uma explicação possível é que não é suficiente o abastecimento local de profissionais qualificados, uma vez que as empresas que atuam na configuração de parques científicos e tecnológicos são de base tecnológica, fortemente vocacionadas à inovação e, portanto, demandantes de capital humano. Outra consideração é o efeito já postulado por Krugman (1998), onde regiões de maior população tendem a atrair mais empresas e mais profissionais, consumindo a disponibilidade de profissionais qualificados localmente e, eventualmente, com força de atração nas regiões próximas. Esta observação sugere que *clusters* de parques científicos e tecnológicos geram efeitos nas redondezas, contribuindo com empregos em ocupações altamente qualificadas entre as localidades.

O modelo oferece uma forte evidência na apropriação de renda pelas famílias envolvidas em empregos em ocupações de alta complexidade. 82% da renda apropriada tem efeito direto na região. Constata-se os efeitos esperados pelo modelo da hélice-quíntupla, confirmando a contribuição dos ecossistemas de inovação, entre eles os parques científicos e tecnológicos, para a sociedade.

Confirma-se também que a apropriação de renda pela sociedade, em particular, as famílias, têm efeito positivo na geração de valor para a região, pois famílias abastecidas financeiramente contribuem para o desenvolvimento regional, demandando por presença de fornecedores e serviços especializados, postulados pela teoria de aglomeração (Marshall, 1890; Hoover, 1948; Krugman, 1998). Para Audy e Piqué (2016), além do desenvolvimento econômico e social, observa-se melhoria da qualidade de vida e revitalização de áreas urbanas.

Esta pesquisa contribui para evidenciar a participação positiva que os parques científicos e tecnológicos promovem nas regiões, em especial no estado do Rio Grande do Sul. As contribuições destes ecossistemas já foram confirmadas em diversas localidades. Na Inglaterra, a consolidação da implementação de PCTs nas universidades foi consolidada em 1980, com o intuito de transferir tecnologia para a sociedade, gerar postos de trabalho e absorver recursos humanos altamente qualificados (Vedovello et al, 2000). Além dos Estados Unidos, pioneiros neste modelo, desde os anos 2000, Portugal, Espanha e países asiáticos seguem a receita e os aprendizados destes ecossistemas, mantendo o eixo central universidades-empresas-governo como principais articuladores.

A presença dos PCTs e suas contribuições têm sido objeto de estudos por acadêmicos e agentes governamentais em diversos países. São muitas as perspectivas de análises que podem ser empreendidas, compreendendo efeitos na geração de empregos em ocupações de alta complexidade, rendas e suas derivações, número de patentes, impactos específicos nas universidades como promotora de desenvolvimento de profissionais qualificados, efeitos em exportação de serviços especializados, efeitos nos índices de qualidade de vida, entre outros, além dos efeitos espaciais diretos e indiretos. Adicionalmente, novas configurações estão se apresentando (Distritos de Inovação, Cidades Inteligentes) e novos modelos entre os agentes podem surgir. Compreender estes fenômenos, suas associações e correlações trarão elementos concretos para ajustar decisões que potencializem o desenvolvimento econômico e social da região.

Há um fenômeno que se mantém em expansão relacionado ao surgimento de diversas iniciativas denominadas *startups*. De acordo com Blank (2013), uma *startup* é uma organização em um estágio inicial, ainda buscando uma fundamentação para sua edificação. Para Ries (2011), são empresas em situações de extrema incerteza, ainda não consolidadas.

Estas organizações são de base altamente tecnológicas e são demandantes de profissionais qualificados, o que pode colaborar na explicação da demanda por profissionais especializados nas redondezas. Segundo a Associação Brasileira de Startups, a estimativa é que há 62 mil empreendedores e 6 mil startups no Brasil, sem considerar as empresas sem cadastro jurídico (Abstartups, 2022).

Um aspecto interessante é que muitas *startups* fazem parte do ecossistema dos parques científicos e tecnológicos. Porém, poucos estudos econométricos consideram

estas organizações e seus efeitos nos PCTs, desta forma, caracterizando uma oportunidade de pesquisa futura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial e ANPROTEC – **Associação Nacional de Empreendimentos Inovadores. Parques Tecnológicos no Brasil: Estudos, análises e preposições.** Brasília. 2007. Disponível em: https://anprotec.org.br/site/wp-content/uploads/2020/06/estudo-parques_pdf_16.pdf.

Acesso em: 02 de abril de 2022.

ABERNATHY, W. J., CLARK, K. B., **Innovation: Mapping the winds of creative destruction**, Research Policy, Volume 14, Issue 1, 1985. Pages 3-22, ISSN 0048-7333, [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(85\)90021-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(85)90021-6). Acesso em: 02 de abril de 2022.

ABSTARTUPS. Associação Brasileira de Startups. **Report TIC, Telecom e Entretenimento.** 2023.

AKRITAS, G. Michael. **Probability & Statistics with R for engineers and scientists.** Pennsylvania: Pearson Education. 2016.

ALBAHARI, A., BARGE-GIL, A., PÉREZ-CANTO, S. et al. **The effect of science and technology parks on tenant firms: a literature review.** J Technol Transf. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10961-022-09949-7>. Acesso em 04 de abril de 2022.

ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada.** Editora Alínea, Campinas, São Paulo. 2012.

ANPROTEC. Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas. **Parques Tecnológicos do Brasil.** Disponível em: <https://anprotec.org.br/site/wp-content/uploads/2022/01/ParquesTecnologicosBrasil-2021-Final-vr.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models.** Kluwer Academic, Boston. 1988.

ANSELIN, L. **Local Indicators of Spatial Association – LISA.** In: Geographical Analysis, Vol. 27, No. 2. 1995.

ANSELIN, L, FLORAX, R. J. G. M. e REY, S. J. **Advances in spatial econometrics.** Springer-Verlag, Berlim. 2004.

ARROW, K. **The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social.** Princeton University Press. 1962. Disponível em: <https://www.nber.org/system/files/chapters/c2144/c2144.pdf>. Acesso em 01 de dezembro de 2021.

AUDY, J.; PIQUÉ, J. **Dos Parques Científicos e Tecnológicos aos Ecossistemas de Inovação. Desenvolvimento social e econômico na sociedade do conhecimento.** ANPROTEC. Brasília, DF. 2016. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/684044bd-5e6b-4413-9a86-463e49c79d2a/parquescientificos.pdf>. Acesso em 30 de abril de 2023.

- AUDRETSCH, D. B. **Agglomeration and the location of innovative activity**. Oxford Review of Economic Policy, Oxford, v. 14. 1998.
- AUDRETSCH, D.B.; LEHMANN, E.E.; WARNING S. **University spillovers and new firm location**. Res Pol, 34 (7), pp. 1113-1122. 2005.
- BALTAGI, B.H. **Econometric Analysis of Panel Data**. 3^a Edition. Wiley & Sons, Incorporated, John. 2005.
- BARRO, R.J. **Inequality and Growth in a Panel of Countries**. Journal of Economic Growth 5, 5–32. 2000. <https://doi.org/10.1023/A:1009850119329>.
- BARRO, R.J.; LEE, J. **Schooling quality in a cross-section of countries**. Economica 68, no. 272. 2001.
- BENKO, G. **Economia, Espaço e Globalização: na aurora do Século XXI**. São Paulo: Hucitec. 1996.
- BERG, M., CLIFFORD, H. **Consumers and Luxury: Consumer Culture in Europe, 1650-1850**, Manchester: Manchester University Press. 1999.
- BERKUN, S. **The Myths of Innovation**. O'Reilly Media. Revisado ed. Edição. 2010.
- BERNARDINI, R. et al. **Aspectos metodológicos do Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (Idese)**. Porto Alegre: FEE. 2017.
- BIVAND, R., Pebesma, E., Gomez-Rubio, V. **Applied Spatial Data Analysis with R**. Springer. 2008.
- BLANK, S. **The Four Steps to the Epiphany: The Four Steps to the Epiphany: Successful Strategies for Products that Win**. K&S Ranch. 2nd edition. 2013.
- BRASIL. Lei nº 8.958 de 20 de Dezembro de 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18958.htm . Acesso em 04 de abril de 2022.
- BOSCHMA, R. **Proximity and Innovation: a critical assessment**. Red Stud. 2005.
- BUCKINGHAM, W.; et al. **O Livro da Filosofia**. Editora Globo. São Paulo. 2011.
- CALCAGNINI, G.; FAVARETOO, I.; GIOMBINI, G.; PERUGINI, F.; ROMBALDONI, R. **The role of universities in the location of innovative start-ups**. The Journal of Technology Transfer, Springer, vol. 41. August. 2016.
- CAMPBELL, D. F. J. **Global Quality of Democracy as Innovation Enabler: Measuring Democracy for Success**. Cham: Palgrave Macmillan. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72529-1>. Acesso em: 06 de junho de 2022.
- CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. **Quadruple and Quintuple Helix Innovation Systems and Mode 3 Knowledge Production**. In Handbook of Cyber-Development, Cyber-Democracy, and Cyber-Defense, eds. Elias G. Carayannis, David F. J. Campbell, and Marios Panagiotis Efthymiopoulos, Cham: Springer. 2017.

CBO. **Classificação Brasileira de Ocupações. Ministério do Trabalho e Emprego.** Disponível em: <http://cbo.maisemprego.mte.gov.br/cbosite/pages/informacoesGerais.jsf>. Acesso em: 04 de maio de 2022.

CHRISTALLER, W. **Central places in Southern Germany.** Prentice-Hall/Englewood Cliffs, 1966. 230p.

CHRISTENSEN, C. **The Innovator's Dilemma.** Cambridge, MA: Harvard Business School Press. 1997.

CINGANO, F. **Trends in Income Inequality and its Impact on Economic Growth”, OECD Social, Employment and Migration Working Papers.** 2014. No. 163, OECD Publishing. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/5jxrjncwxv6j-en>. Acesso em 12 de julho de 2022.

COFFEY, W. J.; POLÈSE, M. **Locational shifts in Canadian employment, 1971–1981: decentralization versus decongestion.** The Canadian Geographer 32: 248–56. 1988.

COMBES, Pierre-Phillipe. **Economic structure and local growth: France, 1984-1993.** Journal of Urban Economics, v. 47, p. 329- -355. 2000.

DIEESE. **Anuário dos trabalhadores: 2007.** 8.ed. / Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. -- São Paulo: DIEESE. 2007.

DODGE, Yadolah. **The Concise Encyclopedia of Statistics.** German: JSpringer Science+Business Media. 2008.

DRUCKER, P. **Innovation and Entrepreneurship.** HarperCollins Publishers; Reprint edição. 2006.

EL-HAGGAR, S. **Sustainability and innovation: The next global industrial revolution.** Oxford University Press. 2015.

ELHORST, J.P. **Spatial Panel Data Models. Handbook of Applied Spatial.** 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-03647-7_19. Acesso em: 12 de abril de 2022.

ELHORST, J.P. **Spatial Econometrics. From Cross-sectional data to spatial panels.** Springer. 2014.

ESCAP, **Establishing Science and Technology Parks: A Reference Guidebook for Policymakers in Asia and the Pacific.** 2019.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. **The Triple helix university, industry-government relations: a laboratory for knowledge-based economic development.** EASST Review, v. 14, n. 1, p. 14-19. 1995.

FRANCIS, C. C., WINSTON, T. H., & TSCHANG, F. T. **An analytical framework for Science parks and technology districts with an application to Singapore.** Journal of

Business Venturing. Volume 20, Issue 2, March 2005, Pages 217-239. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2003.12.002>. Acesso em: 10 de janeiro de 2022.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas: Editora Unicamp. 2008.

GLAESER, Eduard L. et al. **Growth in cities**. *Journal of Political Economy*, v.100, n. 6, p. 1126-1152. 1992.

GRIER, K. B.; TULLOCK, G. **An Empirical Analysis of Cross-National Economic Growth, 1951-1980**. *Journal of Monetary Economics*, 24, 259-276. 1989. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90006-8](http://dx.doi.org/10.1016/0304-3932(89)90006-8). Acesso em: 22 de dezembro de 2021.

HANUSHEK, E.A.; KIMKO, D.D. **Schooling, Labor-force Quality, and the Growth of Nations**. *American Economic Review*, 90, 1184-1208. 2000. <https://doi.org/10.1257/aer.90.5.1184>.

HENRIQUES, I. C., SOBREIRO, V. A., & KIMURA, H. **Science and technology park: Future challenges**. *Technology in Society*. Volume 53, Pages 144-160. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.01.009>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2021.

HIRSCHMAN, A. O. **The strategy of economic development**. Yale University Press New Haven. 1958.

HOOVER, E. M. **Location Theory and the Shoe and Leather Industries**. Harvard University Press, Cambridge. 1937.

HOOVER, E. M. **The Location of Economic Activity**. McGraw Hill, New York. 1948.

HORVÁTH, K, BERBEGAL-MIRABENT, J. **The role of universities on the consolidation of knowledge-based sectors: A spatial econometric analysis of KIBS formation rates in Spanish regions**. *Socio-Economic Planning Sciences*. Elsevier. 2021.

HOTELLING, H. **Stability in Competition**, *Economic Journal*, 39 (153): 41–57, doi:10.2307/2224214. 1929.

JACOBS, Jane. **The Economy of Cities**. Random House, 1969.

KRUGMAN, P. **Geography and Trade**. Cambridge: MIT Press, 1991a. "Space: The Final Frontier." *Journal of Economic Perspectives* XII. 1998.

LESAGE, J.; PACE, K.R. **Introduction to Spatial Econometrics**. Chapman and Hall/CRC, London. - References - Scientific Research Publishing. 2009.

LÖFSTEN, H.; LINDELÖF, P. **Science parks in Sweden—industrial renewal and development?** *R & D Management*, 31(3), 309–322. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1467-9310.00219/abstract>. Acesso em: 30 de abril de 2023.

LÖFSTEN, H.; LINDELÖF, P. **Science Parks and the growth of new technology-based firms—Academic-industry links, innovation and markets**. *Research Policy*,

31(6), 859–876. 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00153-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00153-6). Acesso em: 30 de abril de 2023.

LÖFSTEN, H.; LINDELÖF, P. **Determinants for an entrepreneurial milieu: Science Parks and business policy in growing firms.** *Technovation*, 23(1), 51–64. 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(01\)00086-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(01)00086-4). Acesso em: 30 de abril de 2023.

LÖSCH, August. **Teoria Económica espacial.** Buenos Aires, El Ateneo. 1957.
LUCAS, R. **On the mechanics of economic development.** *Journal of Monetary Economics*, V. 22, p. 3 42. 1988.

MARKUSEN, A. **Sticky places in slippery places: A typology of industrial districts.** *Economic Geography*, 72 (3), 283-313. 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/144402>. Acesso em: 12 de Janeiro de 2023.

MARSHALL, A. **Principles of Economics.** (8th ed.). Macmillan. 1890.

MCTIC - **Estudo de Projetos de Alta Complexidade (2019). Indicadores de Parques Tecnológicos / Coordenação-Geral de Estímulo ao Desenvolvimento de Negócios Inovadores.** Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico. - Brasília: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (UnB). 2019. MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. 2020. Disponível em: <https://anprotec.org.br/site/wp-content/uploads/2022/01/ParquesTecnologicosBrasil-2021-Final-vr.pdf>. Acesso em: 06 de abril 2022.

MELLO, P. A. S.; SCHAPIRO, M. G.; MARCONI, N. **Targeting economic development with science and technology parks and gateway cities: Schumpeterian possibilities of new developmental states in fostering local and global development.** *Brazilian Journal of Political Economy*. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-31572020-3114>. Acesso em 10 de fevereiro de 2023.

MINCER, J. **Schooling. Experience and Earnings.** New York, Columbia University Press. 1974.

MINCER, J. **Investment in Human Capital and Personal Income Distribution.** *The Journal of Political Economy*. 1958.

ODLAND, J. **Spatial autocorrelation.** Sage publications, Londres. 1988.

OECD. **Education at a Glance 2020: OECD Indicators.** OECD Publishing, Paris. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/69096873-en>. Acesso em: 10 de dezembro de 2022.

OHLIN, B. **Interregional and International Trade.** Harvard University Press, Cambridge. 1933.

PERROUX, F. **O conceito de pólo de crescimento.** In: SCHWARTZMAN, Jacques. *Economia regional.* Belo Horizonte: Cedeplar, 1977.

RIES, E. **The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses.** Currency, 2011.

ROMER, P. **Increasing Returns and Long-Run Growth.** Journal of Political Economy, 94, 1002-37. 1986.

ROMER, P. M. **Endogenous Technological Change.** Journal of Political Economy, V. 98, N. 5. 1990.

SCHUMPETER, J. **Creative Destruction.** 1912. Disponível em: <https://fee.org/articles/creative-destruction>. Acesso em: 30 de novembro de 2021.

SEN, A. **Development as Freedom.** New York: Anchor Books. 2000.

SOLOW, R. A. **Contribution to the theory of economic growth.** The Quarterly Journal of Economics, v. 70, Feb. 1956.

SICT. Secretaria de Inovação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. **INOVA RS: Do desenho à implementação de uma estratégia centrada em ecossistemas regionais de inovação.** 2023. Disponível em: <https://www.inova.rs.gov.br/upload/arquivos/202212/29105439-livro-inova-rs.pdf>. Acesso em: 24 de abril de 2023.

THÜNEN, J. H. **Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und National Ökonomie.** Hamburg, 1826.

TOBLER, W. **A computer movie simulating urban growth in the Detroit region.** Economic Geography. 1970. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20190308014451/http://pdfs.semanticscholar.org/eea5/eefe-dd4fa34b7de7448c0c8e0822e9fdf956.pdf>. Acesso em: 13 de abril de 2022.

UNCTAD. **World Investment Report 2019: Investment and New Industrial Policies.** 2019.

UNIDO. **A new generation of science and technology parks - UNIDO's strategic approach to fostering innovation and technology for Inclusive and Sustainable Industrial Development.** 2021. Disponível em: https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/Publication_%20New%20Generati-on%20of%20STI%20parks_2021.pdf. Acesso em: 1 de maio de 2023.

VEDOVELLO, C. et al. **Revisão crítica às abordagens a parques tecnológicos: alternativas interpretativas às experiências brasileiras recentes.** INMR - Innovation & Management Review, 3(2), 103-118. 2000. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79066>. Acesso em: 1 de maio de 2023.

VILÀ, P. C.; PAGÈS, J. L. **Science and technology parks: creating new environments favorable to innovation. Paradigms.** May. 2008. Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/Paradigmes/article/viewFile/226082/307655>. Acesso em: 04 abril 2022.

WEBER, A. **A Localização da Indústria.** 1909.

ZHAO, H.; CAO, X.; MA, T. **A spatial econometric empirical research on the impact of industrial agglomeration on haze pollution in China.** Air Qual. Atmos. Health. 2020.

8. Apêndice I – Quadro resumo do referencial teórico

Figura 5 - Quadro resumo do referencial teórico - Desenvolvimento Regional

| Teorias de Localização | | | Economias de Aglomeração | | |
|---|---|---|--|---|--|
| | | | | | |
| Teoria da renda da terra | Teoria localização industrial | Teoria dos lugares Centrais | Teoria dos polos de crescimento | Nova geografia econômica | Modelos de crescimento endógeno |
| Von Thünen (1826) | Weber (1909) | Christaller; Lösch (1933-1938) | Perroux (1955) | Krugman (1980) | Romer (1990), Lucas (1988) |
| Anéis de Thünen | Triângulo de Weber | Hierarquia de cidades e lugares centrais | Indústria motriz | Modelo de Duas-Regiões | Produtividade = conhecimento + capital humano + inovação |
| Melhor uso da terra, custo do transporte de mercadorias | Custos de transporte e trabalhistas, economias de aglomeração | Lugar central impactando uma determinada área | O crescimento da produção de um setor pode induzir o crescimento de outros setores | Atuação das forças centrípetas e das forças centrífugas | Economia baseada no conhecimento |

Fonte: elaborado pelo autor, 2023



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Av. Ipiranga, 6681 – Prédio 1 – Térreo
Porto Alegre – RS – Brasil
Fone: (51) 3320-3513
E-mail: propesq@pucrs.br
Site: www.pucrs.br