

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO URBANO E
REGIONAL**

Dissertação de Mestrado Acadêmico

**REDE ESPACIAL REGIONAL E LOCALIZAÇÃO DE EMPRESAS DE
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: um estudo configuracional para o Rio
Grande do Sul**

LETÍCIA XAVIER CORRÊA

Porto Alegre

2021

LETÍCIA XAVIER CORRÊA

**REDE ESPACIAL REGIONAL E LOCALIZAÇÃO DE EMPRESAS DE
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: um estudo configuracional para o Rio
Grande do Sul**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Planejamento Urbano e Regional, pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Clarice Maraschin

Porto Alegre

2021

CIP - Catalogação na Publicação

Corrêa, Leticia Xavier
REDE ESPACIAL REGIONAL E LOCALIZAÇÃO DE EMPRESAS DE
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: um estudo configuracional
para o Rio Grande do Sul / Leticia Xavier Corrêa. --
2021.
118 f.
Orientador: Clarice Maraschin.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa
de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional,
Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Rede espacial regional. 2. Modelos
Configuracionais. 3. Centralidade Freeman-Krafta. 4.
Empresas de TI. 5. Desenvolvimento regional. I.
Maraschin, Clarice, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico esse trabalho a todos os pesquisadores brasileiros, que mesmo com todas as dificuldades, seguem batalhando pela ciência e pesquisa feita no Brasil. Somente o conhecimento derruba mitos.

AGRADECIMENTOS

Os últimos anos foram marcados por uma série de acontecimentos que tornaram a experiência de fazer mestrado muito desafiadora. Só foi possível concluir essa jornada pois contei com apoio de muita gente boa que cruzou o meu caminho.

Agradeço a Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de realizar minha pesquisa na instituição. À Capes, agradeço a bolsa acadêmica recebida, que possibilitou minha dedicação exclusiva no início dessa trajetória.

Agradeço a minha orientadora, Prof. Clarice Maraschin, por ser uma professora tão inspiradora e generosa. Além de me orientar, tive o prazer de acompanhar um pouquinho sua atuação como professora de graduação, onde fui sua estagiária e como coordenadora do PROPUR, onde fui representante discente e posso dizer, sem dúvidas, que aprendi com ela muito mais do que somente como fazer uma pesquisa acadêmica. Sua postura, seu comprometimento e sua forma de trabalhar são raros de encontrar. A ela, toda minha gratidão.

À toda equipe do PROPUR, professores e técnicos, agradeço o ensino de qualidade recebido. Meu agradecimento especial às professoras excepcionais que tive a honra de ser aluna: Profs. Heleniza Ávila, Lívia Piccinini e Luciana Miron. Vocês fazem a diferença!

Ao grupo de pesquisa Sistemas Urbanos, agradeço por todas as trocas, discussões e contribuições, aprendi muito com todos vocês. Agradeço a Ana Luísa e ao Renato que foram essenciais na construção desse trabalho. Ao Guilherme, agradeço todo seu talento em programação, que possibilitou o desenvolvimento do Software GAUS, onde pude calcular as medidas configuracionais. Ao prof. Cleiton Taufemback agradeço por todo apoio na parte estatística.

À toda equipe do projeto de pesquisa Policentrismo, rede urbana e desenvolvimento regional no RS, liderado pela Prof. Heleniza, agradeço imensamente as discussões que fomentaram o desenvolvimento desse trabalho. Aos Profs. Rogério, Geisa e Ghissia, meu muito obrigada pela disponibilidade e todas as contribuições.

Aos colegas que viraram grandes amigos da turma M19 do PROPUR, não tenho palavras para agradecer tudo que passamos nesses últimos anos. Foi muito difícil chegar até aqui, mas com vocês ficou muito mais leve. Meu muito obrigada à Cauana e ao Gian por serem meus grandes parceiros nessa jornada, levo nossa

amizade no coração. À Bruna e Clarissa, minhas companheiras de outros carnavais, agradeço por nossa amizade e os momentos de desabafo. À Lina, que é uma inspiração, obrigada por todas as trocas. À Bruna, agradeço pelas conversas profundas e conhecimentos místicos. Aos meninos Diego, Eduardo e João, obrigada pela parceria e pelos momentos de descontração.

Aos professores, que durante minha formação, me incentivaram a seguir sempre me qualificando e indo atrás dos meus sonhos. Ao prof. Adalberto Heck, obrigada por todas as orientações profissionais, e principalmente por sempre torcer por mim. A prof. Izabele Colusso, obrigada pelo incentivo, apoio e disponibilidade de sempre. A prof. Débora Becker, que além de minha professora, foi minha colega no PROPUR, agradeço a parceria e amizade.

Por fim, agradeço minha família por ser a base que eu preciso para todos os momentos. Meus pais Beatriz e Wagner, meus irmãos Renata e Luiz, minha tia Marilú, minha querida Sisi: se eu tenho uma certeza nesse mundo é que eu sempre posso contar com vocês. Ao meu amor Alessandro, agradeço por sempre me apoiar e dividir a vida comigo, sem você nada disso seria possível. Agradeço todos os dias por ter vocês na minha vida.

RESUMO

A estrutura espacial de cidades e regiões vem se tornando mais complexa, sendo que as interações socioespaciais que ocorrem em redes de cidades parecem ter um papel importante no desenvolvimento das regiões. O objetivo deste trabalho é propor um método para representar a localização das empresas de tecnologia de informação (TI) na escala regional, considerando, simultaneamente, os fatores de localização relevantes para esse tipo de empresa e a centralidade da rede regional, com suporte em modelagem configuracional. Os objetivos específicos são: a) identificar os fatores relevantes para a localização das empresas de TI na escala regional; b) modelar a centralidade configuracional da rede de municípios do RS ponderada com esses fatores e c) comparar os resultados do modelo com dados reais de empresas de TI, validando a modelagem proposta através de análise estatística. A investigação se insere no campo dos estudos configuracionais urbanos e adota um enfoque sistêmico e quantitativo a partir de modelagem urbana. Toma-se como estudo empírico a rede de cidades no Rio Grande do Sul. O modelo da rede espacial (grafo) é constituído pelos municípios (nós) e pelas rodovias (ligações). Por meio de análise estatística, foram selecionados os atributos municipais de PIB, população e densidade populacional como fatores de localização das empresas de TI, constituindo a ponderação do modelo de centralidade. Os resultados indicam uma correlação positiva moderada com os dados da quantidade de vínculos empregatícios das empresas de TI em cada município. As conclusões procuram discutir as potencialidades e limitações da abordagem utilizada para a compreensão da distribuição regional das empresas de TI e da estrutura espacial regional.

Palavras-chave: Rede espacial regional. Modelos Configuracionais. Centralidade Freeman-Krafta. Empresas de TI. Desenvolvimento regional.

ABSTRACT

The spatial structure of cities and regions is becoming more complex, and the socio-spatial interactions that occur in city networks seem to play an important role in the development of regions. The objective of this work is to propose a method to represent the location of information technology (IT) companies on a regional scale, considering, simultaneously, the location factors relevant to this type of company and the centrality of the regional network, with the support of configurational modelling. The specific objectives are: a) to identify the relevant factors for the location of IT companies on a regional scale; b) to model the configurational centrality of Rio Grande do Sul's city network weighted with these factors and c) to compare model results with real data from IT companies, validating the proposed model through statistical analysis. The investigation is inserted in the field of urban configurational studies and adopts a systemic and quantitative approach based on urban modelling. The network of cities in Rio Grande do Sul is taken as an empirical study. The model of the spatial network (graph) consists of municipalities (nodes) and highways (connections). Through statistical analysis, the municipal attributes of GDP, population and population density were selected as factors for the location of IT companies, constituting the weighting of the centrality model. The results indicate a moderate positive correlation with data on the quantity of employment bonds of IT companies in each municipality. The conclusions seek to discuss the potential and limitations of the approach, used to comprehend regional distribution of IT companies and regional spatial structure.

Key-words: Regional Spatial Network. Configurational Model. Freeman-Krafta Centrality. IT Companies. Regional Development.

SUMÁRIO

1.1	TEMA.....	9
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.3	OBJETIVOS	12
1.3.1	Objetivo Geral.....	12
1.3.2	Objetivos Específicos	12
1.4	JUSTIFICATIVA	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	DESENVOLVIMENTO REGIONAL.....	16
2.1.1	Principais teorias sobre Desenvolvimento Regional	18
2.1.2	Economias de Aglomeração e externalidades	28
2.1.3	Corredores de Desenvolvimento e Localização de Empresas	30
2.2	EMPRESAS INTENSIVAS EM TECNOLOGIA E O ESPAÇO	32
2.2.1	Economia baseada em conhecimento.....	35
2.2.1	Empresas intensivas em tecnologia e processos de inovação	37
2.2.2	Fatores de localização das empresas intensivas em tecnologia	38
2.3	REDES ESPACIAIS E LOCALIZAÇÃO DE ATIVIDADES ECONOMICAS	41
2.3.1	Grafos e Redes Espaciais.....	44
2.3.2	Modelos e medidas configuracionais.....	47
2.3.3	Análises configuracionais e localização das atividades econômicas.....	48
2.4	SÍNTESE TEÓRICO METODOLÓGICA.....	50
3	METODOLOGIA	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
4.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DA REDE DE MUNICÍPIOS DO RS.....	72
4.2	LOCALIZAÇÃO DAS EMPRESAS DE TI NO RS.....	75
4.3	A CENTRALIDADE DA REDE DE MUNICÍPIOS DO RS.....	85
4.4	A CENTRALIDADE PONDERADA COM FATORES DE LOCALIZAÇÃO DAS EMPRESAS DE TI:	89
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
	REFERÊNCIAS.....	108

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

Por que aqui e não lá?

Essa investigação parte do anseio por compreender como as dinâmicas econômicas se comportam no espaço. Entender por que algumas regiões possuem prosperidade, oportunidades, crescem e se desenvolvem e outras permanecem estagnadas e com poucos investimentos. Obviamente, essas questões são muito complexas e dependem de uma série de fatores, porém essa temática de estudo busca revelar alguns processos espaciais que estão por trás desses fenômenos de desigualdade entre regiões.

Esse estudo tem suporte no campo da economia regional, que busca justamente teorizar e avaliar suas dinâmicas, geradoras dessas disparidades. Teorias clássicas da economia regional apontam que as aglomerações de atividades econômicas alavancadas por atividades industriais são as maiores geradoras do desenvolvimento. Sabe-se que a indústria não se localiza de forma aleatória no espaço, que fatores como distância da matéria prima, e dos centros consumidores, infraestruturas de transporte para escoamento da produção e disponibilidade de mão de obra são cruciais para sua implantação.

Portanto, a estruturação espacial regional é um processo dinâmico, que tende a gerar regiões polarizadas e desiguais. Do ponto de vista da economia regional, a polarização setorial e territorial aparece como uma tendência do crescimento econômico das regiões, gerando a concentração da renda e da riqueza (SOUZA, 2005, p.108). Economias de aglomeração e desaglomeração têm um papel fundamental na concentração e desconcentração das atividades produtivas, formando estruturas econômicas dinâmicas, com polos de diferentes hierarquias e funções. A forma de organização desses polos está diretamente relacionada com as distâncias, pois sua influência no entorno é reduzida com o aumento das distâncias. (FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 2002).

Porém, mais recentemente, a sociedade vem experimentando uma série de transformações tecnológicas, oriundas da invenção e popularização dos microcomputadores, das redes de computadores, e dos produtos baseados em

microeletrônica, gerando um novo paradigma produtivo. As novas tecnologias de informação e comunicação propiciam o contato das pessoas com qualquer lugar do mundo, “encurtam distâncias”, e possibilitam a difusão de modos de produção e consumo. Essa nova economia globalizada faz com que os processos produtivos se organizem em escala global, e acirra a concorrência entre empresas. Novas infraestruturas de comunicação digital e transporte vêm permitindo maior mobilidade da população, gerando novas interações socioeconômicas e alterando os processos produtivos, sintetizada na ideia da sociedade em rede (CASTELLS, 2010).

Portanto, as novas tecnologias impactam diretamente nas formas de produção, nos processos produtivos e na criação de novos produtos e serviços. Com uma economia globalizada, as empresas buscam na inovação formas de se manterem competitivas. Nesse contexto, as empresas intensivas em tecnologia aparecem na vanguarda dos processos de inovação, estando em consonância com as tendências mundiais.

Os fatores clássicos de atração de empresas ainda são levados em conta para essas empresas intensivas em tecnologia, porém novos fatores surgem como essenciais para sua implantação (BARQUETTE, 2002). A qualificação da mão de obra disponível na localidade, a presença de universidades e centros de pesquisa, redes de comunicação de alta capacidade são alguns dos fatores que aparecem na literatura como mais relevantes.

Existe uma dificuldade no delineamento do que são consideradas empresas intensivas em tecnologia. Nesse trabalho foi utilizado como critério a classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que avalia setores manufatureiros e demais setores não manufatureiros, com base no quanto os setores investem seu PIB setorial em pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Este trabalho seleciona as empresas do setor de serviços do ramo da Tecnologia da Informação, mais especificamente, as empresas de **desenvolvimento de sistemas (softwares)**, consideradas de alta intensidade tecnológica conforme a classificação da OCDE (esta definição será mais bem apresentada no item 1 do capítulo de Metodologia). Interessa aqui compreender os fatores de localização dessas empresas e analisar o papel da configuração da rede espacial regional nesse processo.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

As teorias dizem que o desenvolvimento regional é um processo dependente de vários fatores, que não ocorre em toda parte ao mesmo tempo e que tende a se concentrar espacialmente em torno de um ponto inicial. Nesse sentido, haveria um efeito de vizinhança, em que a proximidade aparece como um fator espacial relevante a condicionar a estrutura econômica das regiões.

Ao conceber uma região como um conjunto de municípios compondo uma rede espacial, verifica-se que os municípios possuem diferentes localizações, posições relativas e número de conexões com os demais. A configuração da rede espacial condiciona não apenas as distâncias entre os municípios, entendidas como a facilidade ou dificuldade de acessá-los, mas também sua capacidade de intermediar caminhos, de ser passagem de fluxos de alta hierarquia, ou ainda de se tornarem *hubs* de conexões e centralidade. As características da rede permitem que certos municípios desfrutem de vantagens locais que parecem estar associadas à atração de empresas e, mais especificamente, as empresas de tecnologia da informação.

Para que seja possível a compreensão dessa estrutura espacial regional são necessárias metodologias que possam dar conta simultaneamente dos vários aspectos envolvidos nesse processo. No âmbito dos estudos configuracionais urbanos, a análise de redes espaciais tem permitido avançar na compreensão de sistemas urbanos e regionais, pois procuram analisar cidades e regiões como sistemas espaciais e, dessa forma, permitem abordá-las dentro da teoria das redes (SEVTSUK, 2017). A abordagem configuracional propõe a representação sistêmica dos espaços (cidades, regiões), permitindo a identificação de uma diferenciação espacial, ou seja, uma hierarquia espacial que emerge da configuração regional. Alguns nós (cidades) terão privilégios locais, em termos de posição relativa e número de conexões, gerando maiores níveis de proximidade e capacidade de intermediar caminhos mínimos na rede. Ao longo do tempo, tais vantagens locais tendem a se traduzir em vantagens econômicas, retroalimentando o processo de diferenciação espacial, formação de hierarquia e centralidade (BATTY, 2018).

Assim, define-se a questão de pesquisa:

Como a configuração da rede regional de municípios contribui para entender a localização das empresas de TI?

A hipótese é que um modelo que contenha os atributos de centralidade dos municípios na rede espacial, associado aos fatores de localização presentes na literatura, é capaz de representar a localização das empresas de TI.

O trabalho propõe a adaptação de uma medida configuracional de centralidade, considerando, simultaneamente, a diferenciação espacial da rede regional e os fatores de localização mais importantes para esse ramo de empresas. O estudo empírico deste trabalho é aplicado na rede regional dos municípios no estado do Rio Grande do Sul, formada por 496 municípios.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Propor um método para representar a localização das empresas de tecnologia de informação (TI) na escala regional considerando, simultaneamente, os fatores de localização relevantes para esse tipo de empresa e a centralidade da rede regional, com suporte em modelagem configuracional.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar os fatores relevantes para a localização das empresas de TI na escala regional;
- b) Modelar a centralidade configuracional da rede de municípios do estado do Rio Grande do Sul ponderada com esses fatores;
- c) Comparar os resultados do modelo com dados reais de localização das empresas de TI, validando a modelagem proposta através de análise estatística.

1.4 JUSTIFICATIVA

Com o avanço das novas tecnologias e do processo de globalização, o conceito de economia do conhecimento aparece, sendo diretamente ligado com a

série de mudanças que a sociedade e a economia mundial vêm sofrendo com o advento da Era da Informação. Como consequência desse fenômeno, cresce a importância do capital intelectual e de seus efeitos no processo de inovação e pesquisa, sendo esses responsáveis por processos de hierarquização e concentração de pessoas, fluxos, riqueza, poder etc. Nessa perspectiva, as regiões ou localidades tornam-se pontos de criação de conhecimento e aprendizado. Portanto, as regiões devem se preparar para promover infraestruturas específicas que possam facilitar o fluxo do conhecimento, ideias e aprendizado. Como o processo de inovação possui fortes componentes tácitos, cumulativos e localizados, os atributos regionais tornam-se decisivos.

Nesse sentido, este trabalho busca contribuir para o melhor conhecimento dos processos espaciais envolvidos na localização das empresas intensivas em tecnologia, mais especificamente das empresas de TI, podendo subsidiar o planejamento e as políticas públicas que visam atrair esse tipo de empresas.

Em termos metodológicos, as análises de localizações empresariais muitas vezes avaliam concentrações e dispersões de setores de forma “a-espacial”, considerando as unidades analisadas como espacialmente independentes, tratando, por exemplo, da mesma forma vizinhos próximos e vizinhos distantes. Quando questões espaciais são consideradas, elas aparecem somente como distância ou proximidade. Utilizando metodologias de sistemas configuracionais outras propriedades podem ser consideradas, como o número de conexões, a posição relativa, a capacidade de intermediar caminhos, entre outras, dessa forma podendo compreender melhor o conjunto da rede regional.

Importante ressaltar que no decorrer da elaboração desse trabalho a autora participou do projeto de pesquisa intitulado Policentrismo, rede urbana e desenvolvimento regional no RS: uma análise a partir de aglomerações urbanas selecionadas, financiado pela FAPERGS, coordenado pela Prof. Dra. Heleniza Ávila Campos, entre 2018-2021. Muitas das discussões teóricas metodológicas elaboradas na pesquisa em questão serviram de base para elaboração da presente dissertação.

O trabalho está organizado em quatro capítulos, além da presente introdução. No segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica, onde são revisados os conceitos de desenvolvimento regional, as empresas intensivas em tecnologia e a abordagem metodológica dos estudos configuracionais. O terceiro capítulo versa

sobre a abordagem metodológica proposta. Na sequência são apresentados os resultados e discussões. Por fim, as considerações finais procuram discutir as potencialidades e limitações da abordagem utilizada para a compreensão da distribuição regional das empresas de TI e da estrutura espacial regional.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo será dividido em três grandes temáticas que se entrelaçam e se complementam, com o intuito de fornecer subsídios teóricos e metodológicos para a presente pesquisa. Inicialmente é revisado o conceito do Desenvolvimento Regional, quais são as principais teorias e abordagens adotadas. Em segundo lugar, são tratadas mais especificamente das empresas intensivas em tecnologia, mais especificamente as empresas do ramo da tecnologia da informação, o contexto de economia globalizada e baseada em conhecimento, a relevância dessas empresas para os processos de inovação, bem como quais os fatores para sua localização. A última parte versa sobre a abordagem metodológica, contemplando a questão dos sistemas urbanos e análises espaciais baseadas em modelos configuracionais. A figura 1 apresenta uma síntese das áreas de conhecimento que são utilizadas para a construção desse referencial teórico.

Figura 1 – Esquema síntese do referencial teórico



Fonte: autora

2.1 DESENVOLVIMENTO REGIONAL

O termo desenvolvimento econômico não apresenta na literatura uma definição amplamente aceita. Segundo Souza (2012), entre os economistas existem duas correntes distintas: a primeira, de base mais teórica, considera o desenvolvimento econômico como um sinônimo de crescimento econômico; já a segunda, com base mais empírica, concebe que o crescimento é indispensável para o desenvolvimento, mas não condição suficiente. Para essa segunda corrente, o crescimento pode ser encarado como “uma simples variação quantitativa do produto, enquanto o desenvolvimento envolve mudanças qualitativas no modo de vida das pessoas, das instituições e das estruturas produtivas”. (SOUZA, 2012, p.6).

Segundo essa segunda corrente de economistas, o desenvolvimento econômico pode ser caracterizado pela **mudança de estruturas** econômicas, sociais, políticas e institucionais, com a melhoria da produtividade e da renda da população. É marcado pela transformação de uma economia arcaica em uma economia moderna, mais eficiente, juntamente com a melhoria do nível de vida da população. (SOUZA, 2012, p.6). Esta será a corrente de pensamento que utilizaremos para conceituar o desenvolvimento nesse trabalho.

Ainda conforme Souza (2012, p.7), “com o desenvolvimento, a economia adquire maior estabilidade e diversificação; o progresso tecnológico e a formação de capital tornam-se progressivamente fatores endógenos”, isto é, gerados predominantemente no interior do país ou localidade. As economias subdesenvolvidas, por sua vez, caracterizam-se, “pela instabilidade e pela dependência econômica, tecnológica e financeira em relação aos países desenvolvidos”. (SOUZA, 2012, p. 12).

Entendendo o desenvolvimento econômico como um processo de transformação estrutural das economias, Focchezatto (2010) aponta que, de forma simplificada, pode-se dizer que “a partir de uma economia baseada em atividades primárias, as transformações traduzem-se, inicialmente, em um crescimento relativamente maior do Setor Secundário e, posteriormente, do Setor Terciário.” (FOCHEZATTO, 2010). No centro dessas transformações, estão as demandas por novos produtos, as novas tecnologias de produção e os novos fluxos comerciais com o exterior. “À medida que a economia se desenvolve, a magnitude das

transformações passa a ser cada vez menor e tende a alcançar uma estrutura produtiva mais estável.” (FOCHEZATTO, 2010).

O autor ainda aponta que essas dinâmicas de transformação econômica variam de intensidade, ritmo e direção nos espaços regionais. No caso brasileiro, essas podem ser explicadas a partir de três fatores principais:

- a) **Políticas públicas, de incentivos fiscais, investimentos produtivos e em infraestrutura.** No Brasil, a partir da década de 70, se iniciou um processo de desconcentração espacial, visando minimizar a concentração econômica existente na região de São Paulo, sendo este processo alavancado por políticas públicas, de incentivo fiscal e de investimentos produtivos e em infraestrutura. “Com isso, a tendência histórica de concentração econômica com especializações regionais passou gradativamente a ser substituída por outra mais dispersa espacialmente e mais diversificada setorialmente”. (FOCHEZATTO, 2010).
- b) **Difusão das novas tecnologias de produção baseadas na microeletrônica e a consequente reestruturação dos processos produtivos.** As novas tecnologias ocasionam uma série de mudanças estruturais em diversos aspectos, entre elas a maior flexibilidade e a alteração dos modos de produção e organização de empresas, descentralização da gestão e o aumento da interação das empresas com outras empresas e instituições. Juntamente com as melhorias da infraestrutura energética, de transporte e de comunicação, pode-se dizer que as novas tecnologias aumentam a mobilidade espacial do capital produtivo, alterando o padrão espacial da economia. (FOCHEZATTO, 2010).
- c) **Mudanças na composição da demanda final decorrentes das mudanças da renda per capita e da abertura comercial.** A partir dos anos 90, no Brasil tivemos um aumento da renda per capita da população e abertura comercial para o exterior (alavancado ainda mais pelas novas tecnologias), gerando novas demandas para as economias regionais. (FOCHEZATTO, 2010).

Em resumo, essas transformações estruturais tiveram importantes reflexos na composição setorial da economia, onde temos a diminuição da importância relativa do primeiro e segundo setores e o aumento do terceiro; e na distribuição espacial da

produção que tende a ser cada vez mais descentralizada, com maior mobilidade espacial, provocada principalmente pelas novas tecnologias e o aumento das demandas internas e externas. (FOCHEZATTO, 2010).

Importante destacar que utilizaremos neste trabalho o conceito de desenvolvimento regional como o desenvolvimento econômico espacializado. Segundo Costa (2005, apud FOCHEZATTO, 2010), o componente espacial é fator essencial para o desenvolvimento, sem o qual esse não se efetiva.

“Não há decisão — seja ela do tipo global ou setorial — cuja implementação não imponha a sua tradução no espaço, [...] o desenvolvimento passa pelo desenvolvimento regional ou, como na realidade tem de ser visto, desenvolvimento e desenvolvimento regional são apenas uma e a mesma coisa: todo o desenvolvimento tem de ser desenvolvimento regional.” (COSTA, 2005; p. 477, apud FOCHEZATTO, 2010).

2.1.1 Principais teorias sobre Desenvolvimento Regional

A temática do desenvolvimento regional é alvo de investigação de muitos pesquisadores, incluindo economistas, geógrafos e planejadores regionais, sendo que, com abordagens distintas, ao longo dos anos foram propostas diversas teorias. Conforme proposto por Fochezatto (2010), é possível dividir essas teorias em três períodos distintos. A tabela 1 apresenta de forma resumida esse conjunto de teorias.

Tabela 1 – Resumo das Abordagens Teóricas sobre Desenvolvimento Regional

Grupo	Temas Principais	Teorias e Autores	Referencial Teórico
Primeiro Período	Distância e área Custos de transporte	O Estado Isolado (Von Thünen, 1826);	Escritores do século
		Teoria da Localização de Indústrias (Weber, 1909);	XVII: Cantillon, Stuart, Smith (no período
		Os Lugares Centrais (Christaller, 1933);	1800-1950 a teoria
		Ordem Espacial da Economia (Lösch, 1940); Localização e Economia Espacial (Isard, 1956);	econômica deixou de lado as dimensões espaciais)
Segundo Período	Interligações setoriais Economias de aglomeração	Pólos de Crescimento (Perroux, 1955);	Marshall (1982)
		Causação Circular Cumulativa (Myrdal, 1956);	CEPAL (Teorias do Desenvolvimento)
		Efeitos Para Frente e Para Trás (Hirschman, 1958)	Schumpeter (1911) Keynes (1936) Leontief (1941)
Terceiro Período	Externalidades dinâmicas	Nova Geografia Econômica (Krugman 1991, Venables, 1996, Fujita e	Teorias clássicas da localização (primeiro

Tecnologia e inovação Competitividade	Thisse 2002) Escola da Especialização Flexível (Brusco 1982, Piore and Sable 1984, Scott 1988, Storper 1995) Sistemas de Inovação Regional (Lundval 1992, Cooke e Morgan 1998, Malmberg e Maskell 2002) Teoria da Competitividade de Porter (Porter 1990) Teorias de Crescimento Endógeno (Romer 1986, Lucas 1988, Glaeser et al. 1992. Henderson et al.1995)	grupo) Marshall (1982) Schumpeter (1911)
---	--	--

FONTE: Adaptado de Fochezzato (2010) e Bekele e Jackson (2006)

O **primeiro período** vai até aproximadamente a metade do século passado e é composto pelas teorias tradicionais de localização agrícola e industrial, sendo os primeiros esforços de atrelar aspectos econômicos a questões espaciais. Neste grupo se destacam o trabalho de Von Thünen, e a sua teoria do Estado Isolado (1826), de Weber e a teoria da Localização de Indústrias (1909), de Christaller e a teoria dos Lugares Centrais (1933), de Lösch e a teoria da Ordem Espacial da Economia (1940) e de Isard e a teoria da Localização e Economia Espacial (1956). (FOCHEZZATTO, 2010).

O modelo do economista alemão Von Thünen, proposto em 1826, é considerado um modelo pioneiro de localização em agricultura. O modelo trata dos padrões de cultivo que se formariam no entorno das cidades, sendo esta uma área plana e de solo fértil homogêneo, entendendo que a produção da área agrícola seria consumida pelos habitantes do núcleo central (mercado). Tendo como pressupostos que os custos de transporte são uniformes por tipo de produto, variando em função da distância, e que a cidade pagaria preços uniformes por tipos de produto, ele concluiu que renda da terra (*land rent*) tem uma relação inversa com a distância do mercado. (MESQUITA, 1978). Cada fazendeiro enfrentaria um ponto de compensação entre a renda da terra e os custos de transporte; como os custos de transporte e o rendimento diferem entre as plantações, o resultado seria um padrão de anéis concêntricos de produção. (FUJITA, KRUGMAN E VENABLES, 2002, p. 32).

O trabalho de Von Thünen elenca importantes fatores para economia regional, como distância, área e custos de transporte. Atualmente o modelo pode

parecer simples e bastante óbvio, porém para época é análise engenhosa e bem aprofundada. Ele anuncia o surgimento de um padrão espontâneo de anéis concêntricos, através da atitude individual dos fazendeiros, sendo um ótimo exemplo de como a “mão invisível” no mercado funciona. (FUJITA, KRUGMAN E VENABLES, 2002, p.33). Contudo o modelo de Von Thünen não considera a interação entre cidades, o que torna o modelo bastante limitado.

A teoria do geógrafo alemão Walter Christaller, proposta em 1933, avança no aspecto de interações entre cidades, e busca entender como funcionam a rede de cidades nas áreas rurais. A chamada Teoria do Lugar Central, tem como objetivo principal explicar a organização espacial dos povoados e de suas áreas de influência, de acordo com suas localizações e dimensões. (BRAFORDE; KENT, 1987)

No trabalho de Christaller, as grandes, médias e pequenas cidades, todas são consideradas lugares centrais, dotados de funções centrais, sendo estas exercidas para sua zona de influência. A centralidade de um núcleo se refere ao grau de importância a partir das suas funções centrais, ou seja, quanto mais funções, maior a região de influência, maior a população atendida e maior sua centralidade. Com isto, o conjunto de cidades assume um padrão hierárquico e acumulativo de funções centrais. (CORRÊA, 1989). Lösch em 1940, complementou a teoria de Christaller, e propôs que se o intuito é minimizar custos de transporte para determinadas densidades de áreas centrais, as zonas de influência deveriam assumir o formato hexagonal. Sendo assim, a teoria do Lugar Central é representada até os dias atuais, como um sistema de cidades centrais no qual a hierarquia é representada por um conjunto de hexágonos aninhados. (FUJITA, KRUGMAN E VENABLES, 2002, p. 42).

Para Fujita, Krugman e Venables (2002, p. 43), a teoria do Lugar Central não se sustenta como um modelo econômico, pois apesar de revelar uma estrutura hierárquica, ela não considera como as ações individuais são capazes de produzir esta hierarquia. Sendo assim, ela deve ser encarada mais como um esquema de classificação, ou uma descrição, do que uma explicação da estrutura espacial da economia. (FUJITA, KRUGMAN E VENABLES, 2002, p. 43).

Apesar dessas teorias datarem do século XIX e do início do século XX, foram publicadas somente em seu idioma de origem, o alemão. Apenas no ano de 1956, com o trabalho de Walter Isard, intitulado Localização e Economia Espacial, essas teorias ganharam uma dimensão mundial. Em seu trabalho, Isard, percebendo a

necessidade de incorporação de novas disciplinas à análise, cunha o termo “ciência regional”. (FUJITA, KRUGMAN E VENABLES, 2002, p. 25). “Uma vez constituída, diversos autores dedicaram-se a tentativas de confrontar aquilo que poderia ter sido previsto por meio dessas teorias e a propor novos fatores de localização objetivando aumentar o seu grau de adequação à realidade”. (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011, p. 63)

Segundo Focchezatto (2010), essas teorias clássicas têm como objetivos básicos definir modelos de localização da produção, visando à minimização dos custos de transporte. “São teorias estáticas e se limitam a quantificar os custos e os lucros na determinação da localização ótima da firma numa determinada região”. (FOCCHZATTO, 2010). Aspectos como concentração e aglomeração estão presentes, porém, não descrevem a complexidade dos processos concretos da concentração econômica territoriais. Tal se deve por não considerar mecanismos dinâmicos de autorreforço endógeno ocasionados pelas economias externas, decorrentes da aglomeração industrial. (KRUGMAN, 1995, apud FOCCHZATTO, 2010).

A partir da década de 1950 surgiram teorias de desenvolvimento regional que destacavam o papel das externalidades associadas à aglomeração industrial como um mecanismo dinâmico de autorreforço. Diversos autores apontam que o trabalho de Alfred Marshall foi um dos pioneiros a abordar a questão da aglomeração de atividades como um fator de localização de novas atividades e, como consequência, de crescimento e desenvolvimento. Em seu trabalho, Marshall (1890) aborda não somente as economias de escala internas à firma, mas também das externalidades que decorrem das relações que se estabelecem entre firmas que se localizam próximas umas das outras, considerando externalidades pecuniárias e de natureza tecnológica. (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011, p. 63-64)

De fato, os benefícios decorrentes da aglomeração resultariam: i) da possibilidade oferecida por um grande mercado local de viabilizar a existência de fornecedores de insumos com eficiência de escala; ii) das vantagens decorrentes de uma oferta abundante de mão de obra; e iii) da troca de informações que ocorre quando empresas do mesmo setor situam-se próximas umas das outras. (KRUGMAN, 1998, p. 50, apud MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011, p. 64)

Apesar de os benefícios da aglomeração de atividades econômicas serem conhecidos desde o final do século XIX, foi somente na década de 1950 que o

conceito de aglomeração passou a ser utilizado de forma sistemática na interpretação dos movimentos de crescimento e desenvolvimento regional. (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011, p. 64)

Essas teorias baseadas na aglomeração industrial compõem o **segundo período** de teorias do desenvolvimento regional, que vai até meados dos anos 80, sendo destacado os trabalhos de Perroux e a teoria dos Polos de Crescimento (1955); Myrdal e a teoria da Causação Circular Cumulativa (1957) e a Hirschman e a teoria dos Efeitos de Encadeamento para trás e para frente (1958) (FOCHEZATTO, 2010).

Em seu trabalho, publicado em 1955, o economista francês, François Perroux, define espaço econômico como espaço polarizado, um campo de forças ou de relações funcionais, sendo que essa noção de espaço econômico polarizado embasa sua teoria da polarização. O crescimento é visto por ele como um processo que se propaga através de impulsos econômicos desequilibrados entre as unidades produtivas. (RIPPEL; LIMA, 2009). Para Perroux, o crescimento não surge em todos os lugares ao mesmo tempo. O conceito de polo de crescimento tem uma forte identificação geográfica, pois é produto das economias de aglomeração geradas pelos complexos industriais, liderados por indústrias motrizes. Essas indústrias motrizes são capazes de provocar um “efeito em cascata”, gerando complexos industriais com um conjunto de atividades ligadas por relações de insumo-produto. (RIPPEL; LIMA, 2009).

Assim, usando Paris como exemplo, Perroux buscou demonstrar que a indústria que contemple um progresso técnico, é a maior motivadora do crescimento e desenvolvimento econômico, pois emprega diversos fatores de mão-de-obra e estimula investimentos em máquinas e equipamento. O modelo de desenvolvimento de Perroux se baseia essencialmente, portanto, no desenvolvimento da indústria, na geração de emprego com o estímulo ao aumento das rendas e conseqüentemente o bem-estar social e o desenvolvimento da economia. (LIMA; SIMÕES, 2010).

Os movimentos de expansão da atividade produtiva proporcionados pela unidade motriz levam ao incremento econômico, afetando a estrutura da população através da expansão da renda regional. A indústria motriz acaba fortalecendo todas as relações de uma cadeia produtiva, desenvolvida em torno dela, não atuando, portanto, individualmente, mas sim coletivamente (CIMA; AMORIM, 2007). Cabe ressaltar a diferença na conceituação trazida por Perroux entre polo de crescimento

e polo de desenvolvimento. O polo de crescimento geraria apenas aumento do produto global e, conseqüentemente, da renda per capita, já o polo de desenvolvimento combina mudanças sociais e mentais de uma população, tornando-a apta a crescer de forma duradora e contínua. (CIMA; AMORIM, 2007).

Outro autor que contribuiu para o pensamento sobre a dinâmica regional foi o economista sueco Gunnar Myrdal (1957). Myrdal utiliza a noção de ciclo vicioso para explicar como o processo de desenvolvimento pode ser encarado de forma circular e acumulativa. De acordo com o autor, um fator negativo ao mesmo tempo é causa e efeito de outros fatores negativos e um fator positivo também é causa e efeito de outros fatores positivos. Portanto, se esses processos não forem regulados, eles tendem a aumentar as desigualdades entre regiões. Myrdal defende a ideia de que o processo de *causação circular cumulativa* reflete de maneira mais realista as mudanças ocorridas na sociedade quando comparado à hipótese clássica do equilíbrio estável, pois não há uma tendência automática das forças econômicas em direção a um ponto de equilíbrio no sistema social. (LIMA; SIMÕES, 2010, p.12).

Myrdal ainda ressalta outras formas de que a desigualdade regional seria reforçada. Nas regiões desenvolvidas, os serviços públicos de educação e saúde seriam de melhor qualidade, melhorando e ampliando o que seria chamado de “capital humano”. Nas regiões subdesenvolvidas os valores culturais dominantes pré-modernos seriam mantidos intocados. Com isto, as regiões modernas seguiriam sua trajetória de modernização cultural, que as tornaria ainda mais atraente para novos investimentos. (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011, p. 69). O autor inclui em sua análise aspectos como a qualificação da mão de obra, a comunicação, a consciência de crescimento, a vizinhança e o espírito empreendedor, fatores que, mais tarde, ganhariam destaque na produção teórica em economia regional. (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011, p. 69)

Myrdal denomina “efeitos de retroação” (*backwash effects*) os resultados perversos que o desenvolvimento de uma região gera sobre as demais. Em sentido oposto, registra os “efeitos difusão” (*spread effects*), centrífugos, que levariam ao transbordamento do impulso de desenvolvimento para as regiões atrasadas. Essas forças contrabalançariam, em parte, os efeitos de retroação, mas não seriam, por si só, capazes de garantir um desenvolvimento regional mais equilibrado. (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011, p. 69)

Outro trabalho clássico proposto neste segundo período de teorias é o estudo elaborado pelo economista alemão Albert Hirschman (1958). O estudo tinha como objetivo analisar o processo de desenvolvimento econômico e como o mesmo pode ser transmitido de uma região para outra. Para o autor, as teorias sobre o crescimento econômico elaboradas até então não conseguem explicar as várias inter-relações do processo, que segundo ele possuem uma dinâmica que pode ser explicada por ciclos viciosos de extrema complexidade. Hirschman desenvolve sua teoria focada na dinâmica do progresso de desenvolvimento econômico, considerando que este não ocorre em toda parte ao mesmo tempo e que tende a se concentrar espacialmente em torno do ponto inicial, sendo isto fundamental para uma análise estratégica do processo. Para ele, deve-se considerar o planejamento do desenvolvimento, sendo imprescindível a adoção de estratégias sequenciais, considerando que a utilização dos recursos tem impactos diferentes sobre os estoques existentes, conduzindo a formação de capital complementar em outras atividades de acordo com a capacidade de aprendizado local. (LIMA; SIMÕES, 2010, p. 16).

O autor aborda a questão regional através dos conceitos de efeitos para frente (*forward linkages*) e para trás (*backward linkages*). Esses conceitos tratam da questão das economias de escala necessárias à viabilização de atividades econômicas em regiões determinadas. Os efeitos para trás expressam as externalidades decorrentes da implantação de indústrias, que, ao aumentarem a demanda de insumos no setor, viabilizariam suas escalas mínimas de produção em determinada região. Por sua vez, os efeitos para frente, resultariam da oferta de insumos, que tornaria viáveis os setores que se localizassem próximos. (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011, p. 71)

Este conjunto de teorias (Perroux, Myrdal e Hirschman) ressaltam as interdependências setoriais como fator de localização das firmas e do desenvolvimento da região. Em relação ao primeiro grupo de teorias, esses autores passam a incorporar o conceito de economias externas e, portanto, de mecanismos dinâmicos de autorreforço endógeno. Buscam entender a região em seu conjunto, as estruturas produtivas e suas conexões comerciais e tecnológicas, ao invés de se preocuparem com a localização individual das empresas. (FOCHEZATTO, 2010).

Por fim, a partir dos anos 80, um **terceiro grupo** de teorias e modelos começou a ser elaborado, e entre eles existe uma grande variedade de visões.

Segundo Fochezzato e Tartaruga (2015), uma forma de sistematização dessas novas teorias foi elaborada por Bekele e Jackson (2006), sendo proposta a seguinte classificação de abordagens: a Nova Geografia Econômica; a Escola da Especialização Flexível; os Sistemas de Inovação Regional; a Teoria da Competitividade de Porter; e as Teorias de Crescimento Endógeno. (FOCHEZZATTO, 2015). A tabela 2 apresenta de forma resumida esse conjunto de teorias.

Tabela 2 – Resumo das Abordagens Teóricas do terceiro período

Abordagem Teórica	Pontos-Chave	Referências principais
Nova Geografia Econômica	<ul style="list-style-type: none"> • Externalidades pecuniárias • Economias de aglomeração e deseconomias de aglomeração • Aglomeração e distribuição regional de renda e riqueza • Retornos crescentes e concorrência imperfeita 	Krugman (1991), Venables (1996), Fujita and Thisse (2002)
Escola da Especialização Flexível	<ul style="list-style-type: none"> • Das economias de escala à forma flexível de organização industrial • Interdependência não comercializada • Incorporando o econômico ao social, estruturas culturais e institucionais • Organização industrial e cultura empresarial 	Brusco (1982), Piore e Sable (1984), Scott (1988), Storper (1995)
Sistemas de Inovação Regional	<ul style="list-style-type: none"> • Nova economia do conhecimento • Conhecimento e aprendizado coletivo <ul style="list-style-type: none"> ○ Conhecimento tácito vs. codificado ○ Padrões localizados de criação, compartilhamento, aprendizagem e inovação 	Lundval (1992), Cooke e Morgan (1998), Malmberg e Maskell (2002)
Teoria da Competitividade de Porter	<ul style="list-style-type: none"> • Clusters e vantagem competitiva regional • Cooperação e rivalidade • Parcerias com instituições • Recursos e infraestrutura regionais 	Porter (1990)
Teorias de Crescimento Endógeno	<ul style="list-style-type: none"> • Transbordamentos de conhecimento e teoria do crescimento endógeno • Ideias, educação, pesquisa e instituições • Especialização vs. diversidade, monopólio vs. concorrência, e proximidade geográfica 	Romer (1986), Lucas (1988), Glaeser et al. (1992), Henderson et al. (1995)

FONTE: Adaptado de Bekele e Jackson (2006)

A abordagem da **Nova Geografia Econômica** aponta que a configuração espacial observada das atividades econômicas é a resultado do processo de duas

forças opostas: as forças centrípetas, que tendem a concentrar, e as forças centrífugas, que tendem a dispersar. As forças centrípetas são as externalidades de Marshall que resultam no aglomerado de atividades econômicas, refletindo no mercado de trabalho, no uso de tecnologias, no fornecimento intermediário de mercadorias e no tamanho do mercado. As forças centrífugas incluem imobilidade do trabalho, aumento dos aluguéis de terras e deseconomias, como congestionamentos e problemas ambientais que se desenvolvem com aumento da concentração. (BEKELE E JACKSON, 2006)

Uma contribuição importante desses autores para a teoria da aglomeração é a introdução de modelos envolvendo concorrência monopolística e retornos crescentes. O desenvolvimento de tais modelos tem sido considerado um grande avanço na literatura sobre aglomeração, porque o modelo de concorrência constante de retornos perfeitos é incapaz de explicar o surgimento e crescimento de aglomerações econômicas em particular e da localização das atividades econômicas em geral. (BEKELE E JACKSON, 2006).

A **Escola da Especialização Flexível** busca o entendimento das transformações ocorridas no âmbito produtivo com o declínio do modelo fordista de produção e a implantação de novas tecnologias a partir da década de 1980. Discute as repercussões dessas transformações nas economias regionais e como essas regiões podem tirar proveito delas para o seu desenvolvimento. Dessa corrente, surgiu o conceito de distritos industriais, caracterizado por muitas firmas envolvidas em vários estágios da produção de um determinado produto, sendo estas empresas de pequeno e médio portes. Com essa forma de organização, ao invés de grandes empresas com estruturas verticais típicas do modelo fordista, cria-se uma organização horizontal onde convivem a concorrência e a cooperação. (FOCHEZZATO; TARTARUGA, 2015).

Desde os anos 90, autores vêm argumentando que o capitalismo entrou em uma nova era na qual o conhecimento é o recurso mais importante e o aprendizado é o processo mais importante. Com o surgimento da economia baseada no conhecimento, a relação entre aglomeração industrial e competitividade é cada vez mais explicada em termos de conhecimento local e do aprendizado coletivo, e não por meio de economias externas de escala e vantagens naturais. A corrente dos **Sistemas de Inovação Regional** tem, por tanto, como argumento principal, que os principais recursos para a competitividade na economia global de hoje são os

padrões de localização de criação de conhecimento, compartilhamento de conhecimento, inovação e aprendizado. (BEKELE E JACKSON, 2006).

Segundo os autores desta corrente, competição, cooperação e interação são os princípios gerais para que haja a criação de um ambiente inovador. A constituição de redes de cooperação, parcerias entre os setores produtivos e institutos de pesquisas e as universidades costumam ser pontos chave para possibilitar os Sistemas de Inovação Regional. (FOCHEZATTO; TARTARUGA, 2015).

A **Teoria da Competitividade de Porter** é baseada no trabalho de Porter (1990) e tem como principal contribuição o estudo das relações entre aglomeração industrial e desenvolvimento econômico regional, através da competitividade dos clusters industriais. A ideia principal do conceito de cluster, apresentada por Porter, é a noção de que a competitividade de uma nação ou região depende da competitividade das indústrias e outras empresas que formam os clusters industriais. Clusters regionais de indústrias relacionadas são consideradas as fontes de emprego, renda, crescimento das exportações e inovação. Posteriormente, uma política de cluster bem-sucedida é vista como uma chave para o desenvolvimento econômico regional. (BEKELE E JACKSON, 2006).

Por fim, a **Teoria do Crescimento Endógeno** possui como característica principal a endogenização do progresso tecnológico, com isto, destacam a importância das externalidades relacionadas aos *spillovers* (transbordamentos) de conhecimento sobre o crescimento econômico. Tem como conceito principal que a aglomeração tem significativo impacto sobre a inovação e na transferência do conhecimento, gerando, dessa forma, um mecanismo de autorreforço. (FOCHEZATTO; TARTARUGA, 2015).

2.1.2 Economias de Aglomeração e externalidades

Conforme exposto no apanhado de teorias revisadas no item anterior, a aglomeração de atividades econômicas é considerada condição necessária para o processo de desenvolvimento regional. As teorias atuais destacam o papel das economias de escala externa como fatores determinantes para a aglomeração, portanto, nesse item, iremos abordar seus aspectos fundamentais.

As economias de escala são geradas a partir da estrutura produtiva da empresa, levando em conta a forma com que ela aloca os seus fatores de produção, sua estrutura de custos, entre outros. Essas economias podem ser de escala interna, representando vantagens de custos das grandes empresas sobre as pequenas, implicando uma estrutura de mercado de concorrência imperfeita. As economias de escala podem ser externas à firma, sendo chamadas de economias de escala externa, ou economias de aglomeração. (FOCHEZZATO, 2010).

As economias de escala externas, semelhantemente ao que ocorre com as internas, estão associadas a um aumento no nível de produtividade da firma, na sua forma estática, e a um aumento na taxa de crescimento da produtividade da firma, na sua forma dinâmica. (FOCHEZZATO, 2010). As economias de escala externas se dividem em dois tipos:

- a) **Economias de localização**, ou seja, economias de escala externas às firmas, mas internas a um setor de atividade em uma determinada região, sendo essas ligadas a **especialização**;
- b) **Economias de urbanização**, que são economias de escala externas às firmas e externas ao setor, sendo essas ligadas a **diversidade setorial**.

As **economias de localização**, ligadas ao processo de aglomeração por especialização de empresas, têm como referencial teórico os trabalhos originalmente desenvolvidos por Marshall (1890) e posteriormente formalizados por Arrow (1962) e Romer (1986) como modelo Marshall-Arrow-Romer (MAR). Esses autores concentram suas argumentações de que os transbordamentos (*spillovers*) de conhecimento, entre empresas do mesmo setor, são os que mais alavancam o desenvolvimento dessa indústria e, por consequência, da cidade, pois o conhecimento pode ser considerado específico do setor. (BEKELE E JACKSON, 2006).

Através da espionagem, imitação e movimento rápido de mão de obra altamente qualificada entre empresas, as ideias são rapidamente disseminadas entre as empresas vizinhas. A teoria MAR também prevê que o monopólio local é melhor para o crescimento do que a concorrência local, porque monopólio local restringe o fluxo de ideias com empresas externas e assim permite que as externalidades sejam internalizadas pelas empresas daquele agrupamento. Quando as externalidades são internalizadas, a inovação e o crescimento aceleram. (GLAESER et al, 1992, p. 4).

Porter (1990), como MAR, argumenta que as repercussões do conhecimento em indústrias especializadas concentradas geograficamente estimulam o desenvolvimento. Ele insiste, no entanto, que a concorrência local, em oposição ao monopólio local, promove a busca e a rápida adoção da inovação. Ele apresenta exemplos de indústrias italianas de cerâmica e de joias de ouro, nas quais centenas de empresas estão localizadas juntas e competem ferozmente para inovar, já que a alternativa à inovação é o desaparecimento. As externalidades de Porter são maximizadas em cidades com indústrias competitivas geograficamente especializadas. (GLAESER et al, 1992, p. 4).

As **economias de urbanização** têm como principal referencial teórico as proposições de Jacobs (1969), que, ao contrário do modelo MAR e Porter, acredita que as mais importantes transferências de conhecimento vêm de fora do ramo principal. Segundo a autora, a variedade e a diversidade de empresas geograficamente próximas, em vez da especialização geográfica, promovem inovação e crescimento. Jacobs também favorece a concorrência local porque, como Porter, ela acredita que acelera a adoção da tecnologia. (GLAESER et al, 1992, p. 4).

Segundo Storper e Venables (2005), Jacobs propôs que as cidades possuem uma grande vantagem econômica em função da diversidade, sendo que essa diversidade, por estar concentrada em espaços limitados, permite os contatos casuais entre pessoas. Isso pode ser encarado como o ponto chave para a melhor e mais variada circulação de informações entre os inovadores, “o que os torna mais eficientes na formulação das perguntas certas, em novas combinações de o conhecimento existente e, portanto, propiciando melhores métodos de fazer as coisas.” (STORPER; VENABLES, 2005, p. 30). Ainda segundo os autores, a comunicação dessas informações complexas utilizadas pelos inovadores possui um

componente tácito, de difícil esquematização, e por isso difícil de ser transmitido à distância, necessitando do contato direto entre as pessoas. (STORPER; VENABLES, 2005, p. 30).

Conforme Glaeser et al (1992), essas teorias de externalidades dinâmicas são extremamente atraentes porque tentam explicar simultaneamente como as cidades se formam e por que se desenvolvem. As teorias dos modelos MAR e de Porter, preveem que as indústrias devem se especializar geograficamente, para absorver o conhecimento que transborda entre as empresas. Além disso, eles apontam que as indústrias especializadas regionalmente conseguem se desenvolver mais rapidamente porque as empresas vizinhas podem aprender umas com as outras muito mais do que as empresas geograficamente isoladas. Em contraste, a teoria de Jacobs prevê que as indústrias localizadas em áreas industrialmente diversificadas conseguem se desenvolver mais rapidamente. (GLAESER et al, 1992, p. 4).

Bekele e Jackson (2006) apontam que existem evidências conflitantes sobre se a diversidade regional ou a especialização regional é o mais relevante em um contexto de desenvolvimento regional. Os resultados do estudo empírico de Glaeser et al. (1992) apoiam o argumento de Jacobs de que a aglomeração baseada na diversidade setorial promove o crescimento do emprego industrial. Henderson et al. (1995) encontrou evidências consistentes tanto para as externalidades MAR e como para as proposições de Jacobs, dependendo do tipo de indústrias consideradas no estudo e do estágio de desenvolvimento do produto. Eles sugerem que ambas as externalidades são importantes para novas indústrias de alta tecnologia, mas apenas as externalidades do modelo MAR trazem benefícios para as indústrias maduras de bens de capital. Glaeser et al. (1992) e Jaffe et al. (1993) também sugerem que os benefícios das economias de localização podem ser importantes em estágios do ciclo de vida de uma indústria, mas podem desaparecer com o tempo. (BEKELE E JACKSON, 2006).

2.1.3 Corredores de Desenvolvimento e Localização de Empresas

Conforme exposto nos itens anteriores, o desenvolvimento está ligado a existências de pólos. Seu sentido está ligado à noção de existência de uma relação de dependência, de concentração, de presença de um centro. A estes centros,

ligam-se vários espaços que gravitam em torno de sua influência econômica e política. (Colling e Piffer, 2016)

Desta maneira, o espaço formado por polos, ou polarizado, é heterogêneo, uma vez que as cidades centrais e as periféricas não possuem as mesmas exatas características, e que cada uma cumpre um papel específico no espaço, na divisão territorial do trabalho e na produção de bens e serviços. Considerando que os polos se situam a considerável distância uns dos outros, é necessário que existam vias de conexão entre eles. Estas vias podem ser caracterizadas como corredores de desenvolvimento ou eixos de desenvolvimento, podendo os pontos (cidades) existentes ao longo de tais vias se beneficiar justamente pela sua localização nestes eixos. (Colling e Piffer, 2016)

Conforme destacam Colling e Piffer (2016), a concepção de “corredores de desenvolvimento” não é muito difundida no Brasil, havendo maior estudo e discussão a respeito em autores estrangeiros, a exemplo de países da Europa, América do Norte, Ásia e África do Sul. Para Kleynhans (2001), a ideia de corredor de desenvolvimento está ligada a uma faixa de desenvolvimento, de natureza linear, com limites específicos em suas laterais, permitindo que o movimento e a atividade econômica se concentrem em seu interior.

O conceito também aparece em Campbell e Meades (2008), que conceituam os corredores de desenvolvimento como uma área de ligação entre dois pólos, de modo que a sua evolução pode ser elevada em razão de sua localização, evidenciando um enfoque mais estratégico do que físico.

Destaca-se, também, a definição encontrada em Geyer (1988), que refere quatro elementos necessários para a caracterização dos corredores de desenvolvimento, sejam eles: dois centros de comunicação que se ligam por meio de um corredor de comunicação; estes centros, ou polos, são mutuamente dependentes; essa dependência fornece o potencial necessário para o desenvolvimento da região; o corredor deve crescer econômica e fisicamente. Estes elementos evidenciam que um corredor de desenvolvimento abrange aspectos econômicos, geográficos e políticos (Kleynhans, 2001).

Ainda, refere-se que, conforme Colling e Piffer (2016), os corredores de desenvolvimento são consequência de uma demanda de mobilidade, na medida em que esta é uma resposta direta ao desenvolvimento econômico e social de uma

área. Para eles, a demanda de mobilidade é que determina a localização de empresas, moradias e serviços, por exemplo.

Ainda com base em Colling e Piffer (2016), ressalta-se que os corredores de desenvolvimento não podem ser considerados como “fenômenos” homogêneos, na medida em que cada um atende às diferentes particularidades da região em que se localizam, fato que, na concepção dos referidos autores, dificulta a elaboração de uma “teoria ou de um manual próprio para o trabalho de desenvolvimento e planejamento de corredores de maneira geral” (Colling e Piffer, 2016, p. 111).

2.2 EMPRESAS INTENSIVAS EM TECNOLOGIA E O ESPAÇO

Muitos são os nomes dados para o momento vivido atualmente pela humanidade: Era de Informação, Era Digital ou Era Tecnológica. Esses nomes se referem ao período vivido a partir da década de 1980, após a Era Industrial, e advêm da invenção do microcomputador, da rede de computadores, da fibra ótica, entre outros. Através dessas novas tecnologias, a sociedade está experimentando grandes avanços e mudanças, gerando uma nova estrutura social.

Porém, contrariando as expectativas, não estamos testemunhando o fim das cidades ou a aniquilação da distância. Em vez disso, estamos no meio da maior onda de urbanização da história humana. (CASTELLS, 2010). Esse fenômeno, que é experienciado em todas as partes do mundo, também ocorre no Brasil, onde temos uma taxa média de urbanização de 84%, sendo esta maior em alguns estados, como o Rio de Janeiro (96%), São Paulo (95%) e no Rio Grande do Sul (85%) (SECRETARIA, 2019).

Decorrente deste processo de urbanização intensivo, existe o surgimento de uma nova forma espacial: as metrópoles ou regiões metropolitanas. Estas têm como característica a policentralidade, e decorrem do processo de descentralização estendida de grandes cidades para seus entornos e da interconexão com outras cidades, tornando-se integradas através de redes de transporte e fluxos de comunicações, de pessoas, bens, serviços e informações. Para propiciar esta integração, as infraestruturas de transporte e comunicação funcionam como o “sistema nervoso” das metrópoles. (CASTELLS, 2010)

Apesar de serem policêntricas, e de serem formadas pela articulação de vários centros urbanos, estas regiões metropolitanas ainda possuem sua centralidade em algum núcleo principal. Ou seja, a estrutura espacial é simultaneamente policêntrica e hierárquica. Mesmo com a difusão das tecnologias de informação e desta expressiva conectividade, alguns pontos do território persistem em possuir maior importância (CASTELLS, 2010).

Segundo Castells, a chamada Economia do Conhecimento é a chave para entendermos este processo de hierarquização e concentração. Conforme o autor, os serviços avançados ligados à tecnologia e inovação são os geradores do crescimento urbano, das riquezas e do poder, e esses serviços são organizados globalmente. Esses exigem alguns atributos específicos de suas localizações, como boas conexões de transportes e telecomunicações, bases sólidas de conhecimento para geração de tecnologias de ponta e mão de obra profissional. Por tanto a globalização desses serviços avançados é responsável pela criação de alguns “nós” centrais da sociedade em rede, sendo esses os pontos de conexão entre o global e o local (CASTELLS, 2010).

Nesta mesma linha de pensamento, Sassen (2010, p.93) afirma que “não existe nenhuma empresa ou indústria totalmente desmaterializada”. Segundo a autora, as avançadas indústrias da informação, como as financeiras, ou mesmo as indústrias que produzem produtos digitais, como as empresas de softwares, são instaladas somente parcialmente no espaço eletrônico. Essas empresas têm seu processo de produção em parte ligado ao lugar, pois necessitam de uma combinação de recursos e de infraestrutura que os processos exigem (SASSEN, 2010, p. 93).

Outro ponto importante exposto por Sassen (2010, p.93), é que “a massiva dispersão espacial de atividades econômicas nos níveis metropolitanos, nacional e global, que associamos à globalização, na verdade contribuiu para novas formas de centralização territorial das operações de gestão e controle”. Segundo a autora, essa dispersão ocorre preservando a concentração do controle, da propriedade e da apropriação dos lucros corporativos em pontos específicos, ou seja, organizações globais necessitam de locais centrais onde o trabalho da globalização é executado. (SASSEN, 2010, p. 93). A autora sugere que a ascensão de empresas de alta tecnologia e o crescimento de uma economia global são condicionantes para uma

“nova geografia de centros e margens”, dividindo o mundo entre aqueles que participam ativamente desses processos, e os que não.

Por tanto, neste cenário, não seria irrealista esperar que os indicadores de desempenho econômico e bem estar fossem idênticos em todo espaço? Como expõe Martin (2015):

Sempre haverá diferenças locais e regionais na estrutura econômica, tipos de negócios, habilidades dos trabalhadores, tecnologia e afins, então nunca podemos esperar igualdade perfeita de salários, renda per capita, produtividade e assim por diante entre regiões ou cidades. O fluxo constante da economia moderna, impulsionado pelas 'leis da competição coercitiva' (HARVEY, 2006) e pelos novos conhecimentos e tecnologias, impulsiona um perene vendaval de 'destruição criativa' (SCHUMPETER, 1942) que é altamente improvável ser espacialmente neutro em seus impactos enquanto, ao mesmo tempo, as barreiras e atritos aos movimentos para o trabalho, capital e conhecimento, impedem os ajustes autocorretivos instantâneos amados pela economia de livre mercado. Nesse sentido, o equilíbrio espacial 'perfeito' é uma meta inatingível e, na melhor das hipóteses, um 'ponto de referência' ideal ou abstrato. Mas quando o grau ou nível de desequilíbrio econômico espacial se torna grande e persistente, ou aumenta ao longo do tempo, torna-se uma fonte de preocupação e levanta questões sobre o uso de recursos humanos e físicos, tendem a enfatizar a eficiência econômica ou a equidade social. (TRADUÇÃO NOSSA, MARTIN, 2015, p. 244)

De acordo com Martin (2015), pela visão da equidade social, estes desequilíbrios regionais persistentes prejudicam o estado ou a nação como um todo, visto que algumas regiões são economicamente ineficientes, “uma vez que a subutilização e o baixo desempenho dos trabalhadores e da capacidade produtiva em regiões “atrasadas” significam que a riqueza nacional é menor do que poderia ser.” (TRADUÇÃO NOSSA, MARTIN, 2015, p. 244). Por tanto, nesta visão, as políticas que elevam a produtividade dos recursos humanos e de capital nessas regiões “atrasadas” sem afetar as regiões “líderes”, aumentarão não somente o desempenho das regiões atrasadas, mas de toda a economia.

Porém, como também explica Martin (2015),

Pode-se argumentar que a persistência de condições sociais e econômicas desfavoráveis em uma região deve encorajar as pessoas a se deslocarem para onde tais condições sejam mais favoráveis. Mas há muitas evidências para indicar que a tendência não é de que os desempregados, com baixa qualificação e mal pagos são os que prontamente empreendem ou são capazes de fazer tais movimentos, e sim, são os trabalhadores mais qualificados e empreendedores que se deslocam. Se mantido durante longos períodos de tempo, o êxodo de tais trabalhadores de regiões de crescimento mais lento para os de crescimento mais rápido podem beneficiar o último, mas também esgotar a base de capital humano no primeiro. Ao mesmo tempo, porém, a persistência do movimento de mão de

obra para as regiões mais prósperas e de maior crescimento pode criar pressões sobre os mercados imobiliários, serviços públicos, infra-estruturas e afins em tais áreas, cujas pressões podem exigir gastos públicos adicionais nessas áreas e regiões, a fim de evitar o aumento dos custos e do congestionamento. (TRADUÇÃO NOSSA, MARTIN, 2015, p. 245)

Por tanto, a busca por um maior equilíbrio econômico espacial pode não somente ajudar no desenvolvimento geral de um estado ou nação, mas também assegurar a coesão social e cidadania, reduzir os gastos em medidas de apoio ao bem-estar, bem como servem para evitar pressões inflacionárias que surgem nas “regiões-núcleo”. Em essência, os argumentos de eficiência econômica e de equidade social podem ser vistos como sendo complementares e mutuamente benéficos, e uma justificativa conjunta para buscar um maior equilíbrio espacial na economia. (MARTIN, 2015, p. 245)

2.2.1 Economia baseada em conhecimento

O termo *conhecimento* tem origem na teoria do conhecimento em epistemologia (RYLE, 1949, apud ZERTUCHE; DAVIS, 2019), e tem como fundamento o processo de interação entre indivíduos, organizações e sociedade relacionado com as ações humanas. Segundo Zetuche e Davis, o conhecimento é o entendimento de informações estruturadas e organizadas que são adquiridas por aprendizado, experiência ou habilidades, sendo este de difícil mensuração, interpretação ou codificação. “Generalizando pode ser entendido como uma forma de interação ou transferência de informações de uma pessoa para outra, na qual ambas as partes precisam calibrar sua interpretação do que está sendo comunicado entre si”. (ZERTUCHE; DAVIS, 2019, tradução nossa¹).

A noção do conhecimento como algo que só se efetiva ao ser compartilhado entre pessoas, tem ressonância na chamada economia do conhecimento. Essa se baseia no fato de que o desenvolvimento de cidades e regiões está diretamente ligado com a produção, distribuição e uso do conhecimento e da tecnologia. Por ser baseada principalmente nessas interações, a economia do conhecimento é, portanto, essencialmente uma economia em rede. (ZERTUCHE; DAVIS, 2019).

¹ No original: “Loosely speaking, knowledge can be understood as a form of interaction or transfer of information from one person to another in which both parties need to calibrate their explanation and interpretation of what is being communicated with each other.”

O conceito de desenvolvimento baseado no conhecimento tem como referencial a teoria clássica do autor Schumpeter, formulada em 1911. A teoria schumpeteriana relaciona fundamentalmente o desenvolvimento econômico com os processos de inovação e as suas consequências na organização dos sistemas produtivos (SOUZA, 2012). Dessa forma, enquanto houver inovações, novos produtos e processos forem gerados, a economia estará crescendo. Os investimentos em inovação dinamizam o crescimento, gerando efeitos em cadeia sobre a produção, o emprego, a renda e os salários. Ele caracteriza que o desenvolvimento de uma região é, portanto, uma mudança qualitativa mais ou menos intensa na forma de organização desse sistema, gerada em decorrência de uma inovação suficientemente original para romper com o seu movimento regular e ordenado (PIVOTO, CARUSO e NIEDERLE, 2016).

A economia do conhecimento está diretamente ligada com a série de mudanças que a sociedade e a economia mundial vêm sofrendo com o advento da Era da Informação. Como consequência desse fenômeno, cresce a importância do capital intelectual e de seus efeitos no processo de inovação e pesquisa. Concomitante a isso temos o processo de globalização, gerando o conceito de economia ou sociedade em rede, que buscam a integração de setores de forma intensa, generalizada e difusa. (DINIZ; GONÇALVES, 2005, p.131-132).

Segundo Diniz e Gonçalves (2005, p.133), este processo é um grande paradoxo, pois “ao invés de reduzir as distâncias econômicas e sociais entre países e localidades, a sociedade do conhecimento e um de seus braços, o processo de globalização, aumentam as diferenças”. Segundo os autores, este processo subordina o desenvolvimento de países emergentes, visto que sua capacidade de investimento em pesquisa é consideravelmente inferior, o que gera um efeito de retroalimentação difícil de ser superado. Os autores ainda apontam que este tipo de situação também ocorre em nível intranacional, e intrarregional, como no caso do Brasil, onde os ativos intelectuais estão fortemente concentrados na região Centro-Sul. (DINIZ; GONÇALVES, 2005, p.133).

“Esta é a ironia da globalização: amplia e integra o mercado, mas ao mesmo tempo, o processo de inovação continua baseado em regiões ou localidades, as quais se tornam fator chave e estratégico na competição.” (DINIZ; GONÇALVES, 2005, p.133). Nessa perspectiva, as regiões ou localidades tornam-se pontos de criação de conhecimento e aprendizado. Portanto, as regiões devem se preparar

para promover infraestruturas específicas que possam facilitar o fluxo do conhecimento, ideias e aprendizado e que, ao mesmo tempo, tenham capacidade de governança local. Como o processo de inovação possui fortes componentes tácitos, cumulativos e localizados, os atributos regionais se tornam decisivos. (DINIZ; GONÇALVES, 2005, p. 137)

2.2.1 Empresas intensivas em tecnologia e processos de inovação

No contexto de economia globalizada e baseada em conhecimento, o investimento das empresas em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) se tornam cruciais para melhoria da competitividade das firmas e para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Mas o que podem ser consideradas empresas intensivas em tecnologia? Para responder a essa pergunta, recorreu-se à classificação proposta pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). A OCDE é uma organização econômica intergovernamental, composta por 38 países, entre eles o Brasil, que avalia setores manufatureiros e demais setores não-manufatureiros, com base no quanto os setores investem seu PIB setorial em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Segundo essa classificação, somente cinco setores podem ser considerados de alta intensidade tecnológica, sendo entre os manufatureiros os fabricantes de Aeronaves e componentes, fabricantes de equipamentos de Informática, Eletrônicos e Produtos Ópticos e a Indústria Farmacêutica. Entre os não-manufatureiros estão o setor de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e o setor de Desenvolvimento de Sistemas (softwares). (MORCEIRO, 2019).

Nesse sentido, as empresas intensivas em tecnologia ganham importância devido à maior capacidade relativa para gerar novos conhecimentos, permitindo dinamizar a economia através de ganhos em termos quantitativos e qualitativos. Para que esses processos ocorram, o veículo é a introdução de inovações tecnológicas, definidas como sendo o desenvolvimento de conhecimentos teóricos e práticos incorporados em novos produtos, novos processos de produção e novas formas de organização (ZANIN, COSTA e FEIX, 2013, p. 35-36).

Os processos de pesquisa e desenvolvimento de inovações podem ocorrer em todos os setores, como forma de melhorar processos e propor novos produtos.

Porém, nos ramos intensivos em tecnologia, esses processos tendem a acontecer com maior força e frequência, se comparado aos demais setores.

Segundo Zanin, Costa e Feix (2013), isso se deve às maiores janelas de oportunidade para evoluções futuras existentes nos setores de alta intensidade tecnológica. Nos setores mais tradicionais, o conhecimento já é bastante difundido e explorado o que ocasiona menores possibilidades de evoluções adicionais. Em decorrência desses processos de inovação, os setores intensivos em tecnologia tendem a possuir maiores taxas de crescimento, de lucro, de investimentos, além de melhores níveis salariais. São setores de maior dinamismo e criam demanda para outros setores, gerando um importante efeito multiplicador sobre a atividade econômica (ZANIN, COSTA e FEIX, 2013, p. 35-36).

Além disso, conforme já exposto nas teorias de desenvolvimento regional, tais setores criam uma espécie de sinergia com os aglomerados produtivos através da difusão de novidades em termos de produtos, processos e formas de organização para outros setores de atividade. Seja de forma direta, através das relações insumo-produto de sua cadeia produtiva, ou de forma indireta, através dos transbordamentos tecnológicos (*spillovers*) para outros setores, desde que estes consigam adaptar e incorporar os conhecimentos e as inovações para promover sua melhoria competitiva. Portanto, os setores intensivos em tecnologia são estratégicos para a promoção do desenvolvimento regional (ZANIN, COSTA e FEIX, 2013, p. 35-36).

2.2.2 Fatores de localização das empresas intensivas em tecnologia

Detecta-se na literatura o entendimento que o espaço, visto como a proximidade entre agentes econômicos, com a sua potencial sinergia derivada, bem como a “herança” dos territórios que concentram e transmitem são essenciais aos processos de aprendizagem e inovação. O conhecimento tácito torna-se um elemento fundamental para esses processos, como explica Lins (2007):

O conhecimento codificado (entre cujas ilustrações está aquele transmitido por patentes e por máquinas e equipamentos) é de difusão e acesso mais fáceis, e, em virtude disso, não representa aspecto realmente diferenciador de posições na concorrência envolvendo firmas ou estruturas econômicas regionais. Já o conhecimento tácito, impregnado nos ambientes produtivos empresas ou grupos de agentes e "fixado" em localizações específicas, constitui pilar fundamental da competitividade tendo em vista as

"rugosidades" que se interpõem à sua propagação em escala ampla. Ao mesmo tempo, e por conta dessa característica, essa modalidade de conhecimento é um importante fator de diferenciação do espaço. (LINS, 2004, p. 130)

Por tanto, o processo de implantação das empresas intensivas em tecnologia segue uma lógica espacial que inclui elementos antes não considerados pelas tradicionais teorias da localização industrial. A convergência local de elementos favoráveis ao desenvolvimento dessas empresas pode se denominar, conforme Castells (1989, apud BARQUETTE, 2002, p.102), por meio inovador.

Sem a existência de um meio inovador, o surgimento de indústrias de alta tecnologia poderá contribuir para a reindustrialização de uma nação ou para reforçar as políticas de desenvolvimento regional, porém sua eficácia no estabelecimento de um espaço inovador a longo prazo ficará circunscrita aos fortes limites impostos pelos ciclos econômicos típicos desse setor, cuja natureza é essencialmente volátil. Em outros termos, não se constrói, em um local destituído de certos elementos locacionais, uma sociedade verdadeiramente inovadora, capaz de reproduzir e sustentar autonomamente a nova dinâmica do espaço. (BARQUETTE, 2002, p.102).

Segundo a autora, os elementos clássicos das teorias de localização ainda são importantes para localização dessas empresas mais tecnológicas, como a distância ao mercado consumidor, distância aos insumos, disponibilidade de mão de obra, aglomeração de empresas, porém outros fatores surgem como essenciais para instalação desse tipo de empresas. Em relação à existência de mão de obra, pelo fato das empresas intensivas em tecnologia se basearem intensamente em ciência e serem largamente dependentes de inovações, um dos elementos fundamentais de localização é a presença de profissionais altamente qualificados, com conhecimentos tanto em áreas específicas dos processos produtivos quanto em áreas comuns a todos os segmentos, como informática. (BARQUETTE, 2002, p.105).

Os contatos face a face geram o "burburinho", como denominam Storper e Venables (2005), e partem do princípio de que a proximidade física entre os agentes da inovação possui grande importância. Quanto mais um setor necessita de pessoas treinadas para lidar com informações, mais essas pessoas dependem, para seu desenvolvimento, de uma relação contínua com um ambiente inovador capaz de fomentar novas ideias e novas técnicas por meio da interação de elementos espacialmente agrupados em uma rede local. As atividades de pesquisa e desenvolvimento, por exemplo, necessitam de contatos de pesquisa frequentes, de

ambientação intelectual, de relações pessoais e, portanto, de proximidade com outros pesquisadores. (BARQUETTE, 2002, p.105).

Esse conjunto de ideias gira em torno do papel que a proximidade desempenha no estímulo não apenas às trocas diretas entre as empresas (relações cliente-fornecedor), mas, mais importante, à troca de conhecimento, *know-how* e informação. Essas trocas de informações podem ser facilitadas por instituições, contatos sociais e contatos pessoais no curso de transações econômicas mais formais. No entanto, conforme apontam Polèse e Scheamur (2004, p.435), é cada vez mais evidente que este tipo de meio ou região é muitas vezes altamente dependente da proximidade, ou mesmo da localização dentro, de uma grande área metropolitana.

Segundo Polèse e Scheamur, a importância das áreas metropolitanas na estimulação dessas trocas informais de conhecimento foi enfatizada por diversos autores na literatura, como Hall (2000), Castells (1996) e Crévoisier e Camagni (2001). Estes últimos ainda enfatizam que regiões inovadoras estão associadas a cidades grandes, mesmo que nem sempre estejam dentro delas, como os casos do Vale do Silício, em São Francisco, a Rota 128 em Boston e Baden Wurttemberg em Stuttgart. (POLÈSE E SCHEAUMUR, 2004, p.435)

Nesse mesmo sentido, torna-se importante a presença local de instituições de ensino e pesquisa e da disseminação da cultura de pesquisa, capazes de sustentar o desenvolvimento baseado em inovações. A prática de relacionamentos estreitos entre universidades, cientistas e empresários, cria condições para a formação do potencial científico necessário ao surgimento e ao desenvolvimento de empresas de base tecnológica. (BARQUETTE, 2002, p.105).

A proximidade física entre iniciativas de incubação também pode contribuir para incrementar a capacidade inovadora local, ampliando as possibilidades de qualificação de pessoal e de uso compartilhado de serviços. A presença de jovens estudantes e *treinees* adiciona um espírito de “ousadia” aos negócios, o que pode ser muito positivo para o processo de inovação. (BARQUETTE, 2002, p.105).

As redes de telecomunicações e transporte também são relevantes, pois facilitam o acesso a informações e mercados, sendo que a existência próxima de um centro regional dotado desses elementos é desejável. Os recursos locais de telecomunicações assumem grande relevância, pois a produção e a disseminação de novos conhecimentos e informações baseados em ciência são elementos críticos

para a criação de oportunidades de inovação e, portanto, aspectos cruciais do meio inovador. (BARQUETTE, 2002, p.106).

A literatura ainda inclui outros aspectos mais subjetivos, como bom clima, ambiente agradável, intensa vida cultural, proximidade de amenidades urbanas e opções de lazer, ausência de poluição, conjunto urbanístico e arquitetônico harmonioso e ecologicamente integrado ao meio ambiente, como elementos capazes de atrair trabalhadores altamente capacitados, o que torna esses itens relevantes de serem analisados (BARQUETTE, 2002, p.106). Tem relevância também o perfil da comunidade, em termos de mentalidade, atitudes, cultura e vocação econômica, o que pode influenciar o comportamento empreendedor e inovador, mostrando-se mais ou menos favorável ao desenvolvimento de atividades baseadas em tecnologia. (BARQUETTE, 2002, p.107).

Por fim, a atuação de agentes em parceria, entre eles setor público, entidades de classe, grandes empresas, pessoas físicas, pode gerar condições para criação e desenvolvimento de novos produtos, processos e negócios por intermédio de financiamentos, capital de risco, apoio à comercialização, suporte gerencial, cursos, treinamento, coordenação, atividades de P&D, entre outros. (BARQUETTE, 2002, p.107).

2.3 REDES ESPACIAIS E LOCALIZAÇÃO DE ATIVIDADES ECONOMICAS

O objetivo desse item é verificar como os estudos configuracionais podem contribuir para a compreensão da localização de atividades econômicas e, mais especificamente, da localização das empresas intensivas em tecnologia. Inicialmente se apresenta a abordagem sistêmica bem como sua relação com estudos de cidades e regiões, seguida por uma breve descrição de grafos e redes espaciais, modelos e medidas, finalizando pelo levantamento dos estudos configuracionais que abordam a localização das atividades econômicas.

Denomina-se por sistema um conjunto de elementos que se inter-relacionam. A interação entre estes elementos é fundamental para o conjunto, sendo que essas seguem algumas regras. Cada elemento é importante em um sistema, por tanto ao alterar ou retirar uma destas partes, haverá reflexos, mesmo que pequenos, no conjunto inteiro. Um sistema pode ser considerado complexo quando é formado por um número muito grande de componentes interagindo localmente, de

forma simultânea, exibindo, como resultados, macroestados emergentes. Propriedades emergentes podem ser definidas como efeitos de larga escala de agentes interagindo localmente, tornando-se difícil prever os resultados, mesmo que com interações simples. Gera-se um comportamento auto-organizado, pois a organização destas dinâmicas emerge sem a presença de um líder ou controle imposto interno ou externamente.

As cidades e regiões vêm sendo tratados como sistemas complexos, pois seus componentes infraestruturais, econômicos e sociais estão fortemente inter-relacionados e, portanto, são difíceis de entender isoladamente. Possuem um número muito grande de componentes e agentes, como formas construídas, população, instituições, entre outros. Estes componentes/agentes interagem de forma local com um grupo de outros componentes, sendo que nem todos os agentes interagem com o mesmo número de outros agentes. Essas interações ocorrem de forma simultânea e vão se transformando dinamicamente ao longo do tempo. Desta forma, pode-se dizer que as cidades e conjuntos de cidades são sistemas complexos, com a emergência de uma auto-organização de baixo para cima, sendo assim um fenômeno de difícil previsibilidade. (ALLEN, 1997; PORTUGALI, 2000; BATTY, 2013)

Batty (2013) argumenta que, atualmente, para entendermos as cidades, precisamos entender os fluxos, e para entendermos os fluxos, precisamos entender as redes. As redes sugerem relações entre pessoas e lugares, portanto, as relações entre os objetos que compõem o sistema, são o foco de interesse. Para fazer isso, utiliza-se a abordagem contemporânea da teoria da complexidade, que trata os sistemas como sendo construídos de baixo para cima, de maneira hierárquica em que seus componentes básicos - funções que se relacionam com a forma, como as populações interagem entre si - determinam as redes nas quais indivíduos e grupos se envolvem por meio de trocas sociais e econômicas. (BATTY, 2013).

O autor ainda aponta que ao invés de pensar nas cidades como conjuntos de espaços, lugares ou locais, precisamos considerá-las como conjuntos de ações, interações e transações que definem sua lógica e se relacionam com a maneira como as economias de escala geram riqueza em termos sociais e econômicos. Nesse sentido, podemos pensar nas cidades como padrões de fluxos, de redes de relações, pertencentes a movimentos físico-materiais e etéreos. A aglomeração implica localização, mas, nesse contexto, os agrupamentos podem ser considerados

como densidades de *links* (conexões) em torno de nós ou *hubs*, enquanto a descentralização física pode ser retratada como a disseminação de *links* de rede pelo espaço geográfico. (BATTY, 2013).

Nesse contexto, a área de pesquisa dos Estudos Configuracionais Urbanos (HILLIER; HANSON, 1984; CRUCITTI et al, 2006; KRAFTA, 2014) trata as cidades como sistemas espaciais, analisando sua forma e estrutura em relação com os demais aspectos socioeconômicos (movimento, densidade, usos, renda, etc.). É uma abordagem quantitativa, na qual cidades e regiões são representadas através de modelos como sistemas espaciais. Esses modelos aplicam metodologias de desagregação das cidades e regiões em componentes (unidades elementares de espaço, atributos espaciais) e suas relações (descrições topológicas, adjacências, conectividade), sendo que a teoria dos grafos fornece a base analítica para o cálculo de diferentes medidas e propriedades da rede espacial.

Esses estudos configuracionais discutem o potencial da configuração espacial e do uso do solo em promover o movimento (pessoas, veículos, e etc.) e, por sua vez, a influência desse movimento na evolução dos sistemas urbanos e sua configuração. Dentre as teorias surgidas nessa linha de pesquisa, está a teoria da economia do movimento, que foi desenvolvida a partir da noção do movimento natural (HILLIER et al, 1993). Essa, surgiu de estudos que mostram que, mesmo outros fatores se mantendo iguais, os fluxos de movimento em diferentes partes de uma rede de ruas são sistematicamente influenciados pela configuração espacial da própria rede.

A teoria da economia do movimento (HILLIER, 2007) propõe um processo no qual a evolução da configuração espacial dos assentamentos gera padrões de movimento, os quais influenciam as escolhas de uso do solo, que geram um efeito multiplicador do movimento, voltando a influenciar novas escolhas de uso do solo, à medida que se adapta a um desenvolvimento mais intensivo. Tipos específicos de uso do solo, tais como as atividades comerciais e de serviços, necessitam estar expostos ao movimento. Uma vez que se implantem em determinado local, contribuem para reforçar esse movimento, devido à sua natureza de atratividade. A teoria associa esses três fatores, configuração espacial, movimento e uso do solo e como esses se relacionam na formação de centralidades. Vista dessa forma, a centralidade não é simplesmente um estado, e sim um processo que contém componentes espaciais e funcionais.

Embora a discussão de Hillier enfoque o espaço intra-urbano, esse raciocínio também pode ser aplicado ao espaço regional. Alguns nós dessa rede (cidades) dada sua posição relativa, número e distribuição de suas conexões, desfrutam de vantagens de centralidade na rede de cidades, com potencial de influenciar outros aspectos como o movimento, uso do solo, localização de funções atratoras, densidade e interações socioeconômicas. Esse processo se retroalimenta e é cumulativo, traduzindo-se numa rede heterogênea de cidades, capaz de se alterar ao longo do tempo.

Portanto, a estruturação espacial das atividades econômicas pode ser vista como um processo de sinergia entre configuração, movimento e uso do solo (HILLIER, 2007). A partir de algumas localizações iniciais com atributos de acessibilidade, as forças de aglomeração tendem a concentrar espacialmente as atividades econômicas, por meio de um mecanismo de auto reforço. Esse auto reforço envolve não apenas as empresas atraindo outras empresas (especializadas ou diversificadas), mas também movimento, população, renda e infraestrutura.

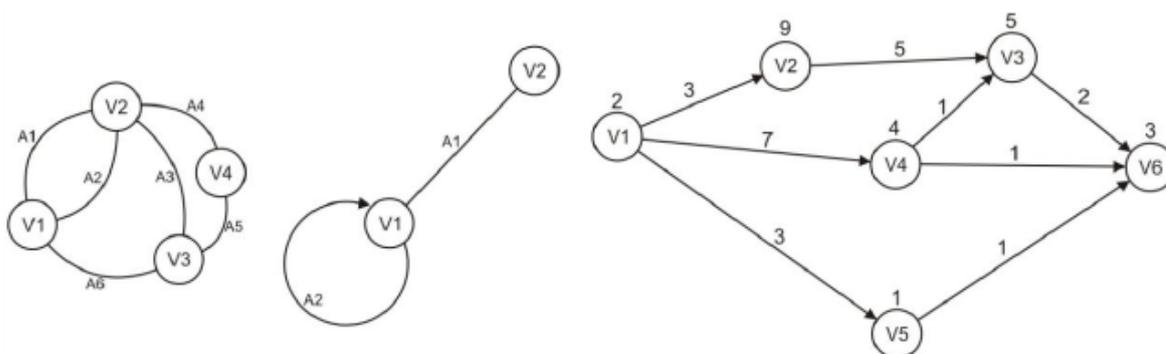
Por outro lado, municípios com localização estratégica e centralidade na interação entre os demais, são capazes de gerar forças centrífugas. Fatores como a possibilidade de redução nos custos de transporte, acesso a mercados mais distantes, disponibilidade de grandes áreas de menor custo, entre outros, podem colocar esses municípios como novas alternativas de localização de atividades econômicas. Novamente, o processo de auto-reforço tende a conduzir à concentração de atividades nestes novos pontos e, num momento posterior, forças de dispersão tornarão a agir no sentido da busca de novos pontos estratégicos.

2.3.1 Grafos e Redes Espaciais

Uma forma de representar as relações entre diversos elementos de um sistema é por meio de grafos. A Teoria dos Grafos é um ramo da Matemática que estuda as relações entre elementos participantes de conjuntos. Os grafos são estruturas composta por dois conjuntos de elementos, um conjunto de vértices ou nós, e um conjunto de relações entre estes nós, chamados de ligações ou arestas. Os nós, normalmente, são representados graficamente por pontos e as ligações são representadas por linhas ligando estes pontos. Estes grafos podem ser simples, podem ser direcionados, quando as ligações possuem um sentido de conexão, e

ainda ponderados, quando nós e arestas possuem pesos. Exemplos de grafos podem ser observados na figura 2, sendo à esquerda um grafo simples, no centro um grafo direcionado, à direita um grafo direcionado e ponderado nos vértices e arestas. (KRAFTA 2014, p. 106)

Figura 2 – Exemplos de Grafos



FONTE: KRAFTA 2014, p. 107

A teoria de grafos possui inúmeras possibilidades de aplicação, sendo possível a sua aplicação para representar inúmeros aspectos da realidade, entre eles a espacial urbana, pois deles é possível extrair por meio de operações matemáticas, características e atributos dos sistemas por eles representados. (KRAFTA 2014, p. 107). Os grafos representam as relações configuracionais fundamentais de um conjunto, por isto se desligam da geometria dos sistemas que representam. (KRAFTA 2014, p. 108)

Uma rede é um sistema que pode ser descrito por um conjunto de elementos e suas inter-relações e, portanto, pode ser representada por um grafo. Na literatura, muitas vezes os termos “grafos” e “redes” são considerados sinônimos, porém podemos entender o termo “rede” como qualquer sistema real que possa ser descrito através de um grafo, e grafo como um conjunto específico de ferramentas conceituais e quantitativas que podem ser utilizadas para descrever uma rede. (FARIA, 2010, p.34)

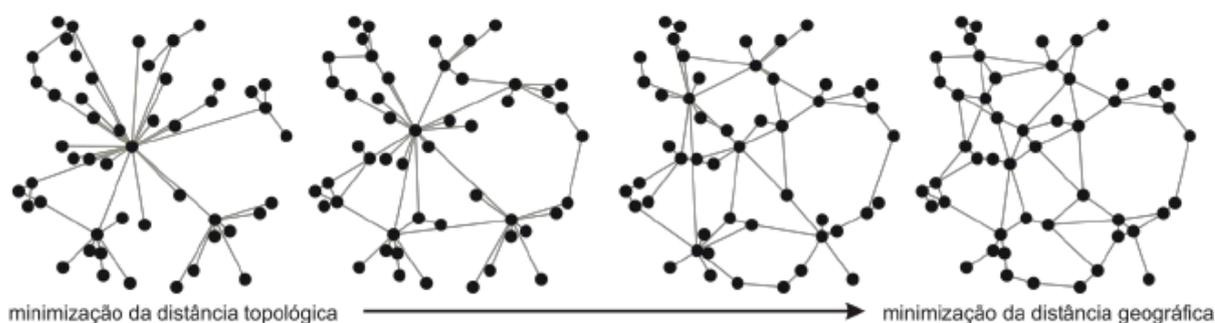
As redes podem existir em um espaço abstrato, como no caso das redes sociais, onde a posição dos vértices não possui um significado real. Porém existem redes onde sua estrutura está assentada no espaço geográfico, onde vértices e conexões representam objetos que possuem posições definidas no espaço. Muitas vezes, as conexões dessas redes representam possibilidades efetivas de

deslocamento, sendo, com isso, “navegáveis”. A espacialidade, portanto, é um componente de sua estrutura. (FARIA, 2010, p.56)

Essas redes espaciais possuem o fator espacial como forte condicionante. A localização e número de conexões de um vértice pode ser restrita por questões geográficas, como por exemplo a presença de corpo hídrico. Outra restrição freqüente é oriunda do “custo” para transposição de distâncias, tanto no que se refere a criação dessas conexões (criação de rodovias, por exemplo), como o posterior deslocamento através delas (custo de transporte, por exemplo). Isso resulta, normalmente, em conexões preferencialmente entre os elementos mais próximos, gerando conexões com comprimentos menores dentro da rede. (FARIA, 2010, p.56). Conexões de longa distância em redes espaciais não costumam ser distribuídas de forma aleatória, sendo que essas tendem a acontecer somente entre os vértices mais bem conectados. (FARIA, 2010, p.57)

“A formação das redes espaciais é o resultado da competição entre a minimização do custo ou comprimento das conexões e o estabelecimento da melhor conectividade entre os elementos da rede.” (GASTNER; NEWMAN, 2006, apud FARIA, 2010, p.58). A melhor conectividade depende do tipo de sistema, sendo que em alguns casos pode significar a menor distância física ou temporal entre elementos, em outros a menor distância topológica (mudanças de direção) entre elementos. (FARIA, 2010, p.58). A figura 03 apresenta exemplos de redes variando o critério de minimização de distâncias.

Figura 3 – Exemplos de redes



Fonte: Faria, 2010, p. 59.

As redes espaciais podem assumir diferentes configurações, dependendo da importância relativa que cada fator assume na rede. Redes como as de transporte aéreo, tendem a apresentar uma estrutura que minimiza as distâncias topológicas,

formando os chamados “hubs”, enquanto redes de sistema viário buscam minimizar distâncias físicas e ou temporais entres os elementos. (FARIA, 2010, p.59).

2.3.2 Modelos e medidas configuracionais

Por meio da representação de um sistema espacial na forma de um grafo, é possível a extração de medidas de diferenciação de sua configuração com base em propriedades espaciais, como distância relativa e posição relativa dos elementos que compõem o sistema. Essas medidas visam relevar as hierarquias do sistema espacial, e utilizam como estratégia o caminho mínimo entre os elementos, ou seja, se dois pontos podem ser conectados por diversas opções de caminhos, estas medidas levam em conta sempre o caminho mais curto.

A acessibilidade é uma medida baseada em distância relativa e pode ser entendida genericamente como a facilidade de acesso ou, conforme a definição de Ingram (1971), capacidade de um espaço ser alcançado, captando, portanto, a proximidade entre os pontos de um sistema. Em sua formulação mais básica, pode ser calculada somando as distâncias de um espaço para todos os outros, de modo que o espaço mais acessível é aquele que apresenta o menor somatório das distâncias, ou seja, é o espaço que está mais próximo de todos os demais. (GONÇALVES, 2011, p. 24).

Existem também métodos que relacionam o conceito de acessibilidade aos modelos gravitacionais utilizados para analisar e prever padrões de interação espacial. Nesse tipo de modelo as análises são centradas não apenas na localização das atividades, mas também nos fluxos entre elas. Modelos gravitacionais possuem esse nome por adotarem princípios em analogia com a lei da Gravitação Universal, formulada pelo físico inglês Isaac Newton, que afirma que a força de atração de dois corpos é proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de gravidade. Portanto, partem do princípio de que fluxos de interações enfraquecem conforme se aumentam as distâncias. (GONÇALVES, 2011, p. 25).

Outro tipo de medidas são as baseadas em posição relativa. Uma delas é a centralidade por intermediação, que capta a capacidade de um espaço recair no caminho ao ligar outros dois, sendo que os espaços mais centrais são aqueles que mais vezes aparecem nos caminhos que ligam todos os pares de células de um

sistema (Freeman, 1977). Uma variação dessa medida é a Centralidade Freeman-Krafta, é uma medida de importância relativa, com dissipação de tensão nos caminhos mínimos que conectam dois pontos. A tensão reflete a relação entre duas células expressa pelo produto de seu conteúdo e a distância entre elas refere-se à extensão do caminho mínimo entre cada par de células, sendo que à medida que a distância aumenta, a centralidade de cada célula interposta no caminho diminui (KRAFTA, 1994).

2.3.3 Análises configuracionais e localização das atividades econômicas

Esse item apresenta uma breve revisão dos estudos configuracionais que tratam da escala regional e da localização das atividades econômicas. Estudos configuracionais, em sua grande maioria, buscam entender as estruturas intraurbanas. Porém, essas metodologias podem ser aplicadas em diferentes escalas de análise. Destacamos alguns estudos configuracionais em escala regional produzidos nesse programa de pós-graduação.

Krafta (2009) analisou a Região Metropolitana de Porto Alegre, utilizando medidas de Centralidade, visando relevar sua hierarquia. O trabalho tinha como hipótese inicial verificar se a RMPA estava passando por um processo de reestruturação, caracterizada pela emergência de novos centros, através dos novos polos, como os campi universitários, distritos industriais, shoppings centers, e do crescimento desigual das cidades que compõem a região. Constatou-se que estes novos polos não foram capazes de mudar a estrutura espacial da região, que segue se organizando a partir de duas rodovias principais.

Ugalde (2013) estudou o movimento em sistemas urbanos. A pesquisa, conduzida utilizando a metodologia da Sintaxe Espacial (uma abordagem de modelos configuracionais), identificou a partir da configuração da malha viária, quais as redes de espaços públicos de circulação com maior potencialidade de abrigar o movimento de passagem na escala global da conurbação e o movimento restrito aos limites municipais da Região metropolitana de Porto Alegre. Com isto, o autor identificou duas redes distintas, a Rede metropolitana de Escolha e a Rede Municipal de Escolha. Através da sobreposição dessas redes, pode-se avaliar o grau de coincidência entre seus espaços, a hierarquia espacial emergente com base na potencial quantidade de movimento, sua distribuição geográfica e sua conectividade.

O estudo permitiu concluir que os princípios básicos detectados no processo de construção da integração espacial sintática, em especial o da centralidade e da linearidade, ficam bastante evidenciados no processo de estruturação da Região Metropolitana de Porto Alegre. (UGALDE, 2013).

Calvetti (2016) propôs uma metodologia baseada em modelos configuracionais para identificação e avaliação da hierarquia regional, através das relações entre cidades. A hipótese de pesquisa era que a abordagem configuracional possibilitaria descrever a hierarquia em um sistema de cidades, utilizando o estado do Rio Grande do Sul como estudo de caso. Através de uma representação nodal onde cada cidade era um ponto e as rodovias as conexões, o autor ponderou o sistema com dados socioeconômicos dos municípios a fim de reproduzir o fluxo entre as cidades. O autor utilizou volume médio de tráfego nas praças de pedágio do estado para comparar os resultados e calibrar o modelo. Por fim, o autor compara a hierarquia obtida através do modelo com o a hierarquia regional proposta pelo Estudo de Regiões de Influências do IBGE. Verificou-se que a metodologia proposta obteve uma descrição adequada da hierarquia regional, fazendo uso de menos dados em uma aplicação mais rápida do que as abordagens mais conhecidas. (CALVETTI, 2016).

Avaliando alguns estudos configuracionais que buscam relacionar a configuração espacial e distribuição de atividades econômicas destacamos alguns trabalhos, porém ambos na escala intraurbana.

Maraschin, Ribeiro e Dupont (2018) analisam quatro aglomerações comerciais e sua relação com acessibilidade e intermediação da rede espacial. Nesse estudo foram selecionadas quatro aglomerações comerciais relevantes na cidade de Porto Alegre. As medidas configuracionais de acessibilidade e centralidade Freeman-Krafta foram correlacionadas com um indicador de intensidade comercial em cada uma das áreas. Os resultados convergem com estudos similares e apontam a importância dos efeitos da forma urbana para a presença da atividade comercial.

Por fim destacamos o trabalho de Altafini, Braga e Maraschin (2017) que utiliza metodologias de sistemas configuracionais para avaliar a localização industrial. Utilizando a metodologia de Sintaxe Espacial em estudo intraurbano os autores verificaram a relação entre a presença de indústrias e as medidas de acessibilidade e centralidade por intermediação para o caso de Porto Alegre.

Avaliando a localização do corredor de Desenvolvimento do 4º Distrito da cidade, considerado um agrupamento de atividades produtivas, o estudo encontrou evidências que a localização industrial está relacionada com altos valores de acessibilidade e centralidade por intermediação (ALTAFINI, BRAGA E MARASCHIN, 2017).

Os autores ainda sugerem que as metodologias de sistemas configuracionais podem fornecer contribuições teóricas e práticas relevantes para as teorias locacionais econômicas, uma vez que podem descrever atributos e efeitos relacionados à lógica espacial da distribuição das atividades econômicas em contextos urbanos (ALTAFINI, BRAGA E MARASCHIN, 2017).

2.4 SÍNTESE TEÓRICO METODOLÓGICA

Desde o século passado foram produzidas inúmeras teorias sobre o desenvolvimento regional. Apesar de não existir um consenso na literatura, nesse trabalho adotamos o conceito de que o desenvolvimento econômico é um processo de transformação das estruturas econômicas, não somente ligado a aumentos quantitativos, mas a mudanças qualitativas de uma região. Pode ser considerado, portanto, um fenômeno espacializado, sendo assim, para esse processo de transformação foi adotado o termo de desenvolvimento regional.

Dessas inúmeras teorias propostas, alguns temas são recorrentes. Primeiramente, os processos de desenvolvimento das regiões estão diretamente ligados com a distribuição espacial de atividades econômicas, sendo que essas não se localizam de forma aleatória no espaço. As primeiras teorias de localização apontam que essa distribuição ocorre visando à minimização de custos de transporte, sejam estes para o transporte de insumos ou para escoamento da produção. Ou seja, a distância é um fator chave para escolha da localização.

Outro tema recorrente nas teorias é a questão das aglomerações das atividades produtivas, sendo que essas são consideradas como condição necessária para o processo de desenvolvimento regional. Esse processo de aglomeração aparece como um fenômeno que se auto reforça ao longo do tempo, fazendo que ao se instalar em uma aglomeração, além da empresa se beneficiar, o conjunto também se beneficia, pois ganha mais força. Isto tende a um ponto crítico, onde começam a surgir efeitos das deseconomias de aglomeração, como preço dos

terrenos e congestionamentos. Com isto, tenderia a se iniciar um processo de descentralização, surgindo novos centros, relativamente distantes do “ponto inicial”, e dando início a um novo processo de aglomeração.

A literatura aponta que através das aglomerações, as empresas se beneficiam das chamadas economias de escala externa, que são as vantagens que uma empresa possui por estar em uma região próxima de outras. De forma simplificada, as teorias destacam dois tipos de economias de escala externa, as que são externas à firma, mas internas à indústria, chamadas também de economias externas de localização; e as que são externas à firma e externas à indústria, chamadas de economia externas de urbanização.

As economias externas de localização estão ligadas à especialização setorial. Ou seja, várias empresas de um mesmo setor se aglomeram em uma região, e com isso esse setor se desenvolve, refletindo no desenvolvimento da região. Este grupo tem maior potencial para negociar parcerias com fornecedores, instituições e outras empresas; as empresas atraem mão de obra qualificada específica; e, através de interações (concorrência e cooperação) entre essas empresas, os métodos produtivos são difundidos entre o grupo. Alguns autores apontam que através das aglomerações por especialização é que ocorrem os maiores avanços tecnológicos. Um exemplo dessas economias de especialização setorial são os parques industriais ou tecnológicos, que concentram em uma mesma localidade o mesmo tipo de empresas.

Já as economias externas de urbanização estão ligadas a diversidade setorial. Ou seja, várias empresas de diversos segmentos aglomeradas em uma cidade ou região. Essas empresas se beneficiariam da infraestrutura existente na região, externas ao seu próprio segmento, possível de serem utilizadas por todos os setores e, com a interação entre segmentos, os processos de inovação seriam maiores e mais difundidos para o conjunto. Exemplo dessas economias de urbanização são as grandes cidades ou metrópoles, que possuem uma grande diversidade de empresas e segmentos.

Nesse sentido, essas aglomerações são criadoras de polos de desenvolvimento, concentradores de riquezas, oportunidades e infraestrutura, e que exercem influência em seu entorno. Essa noção de polos está, portanto, ligada a uma relação de dependência e de concentração. Dessa maneira, o espaço polarizado é um espaço heterogêneo, onde algumas localidades são mais centrais e

outras mais periféricas. As cidades não possuem as mesmas exatas características, sendo que cada uma cumpre seu papel no espaço, na divisão territorial do trabalho e na produção de bens e serviços.

Como esses polos exercem uma influência no seu entorno, existe, portanto, uma série de espaços que gravitam ao redor desse ponto central. Quanto maior esta centralidade, maior seu poder de influência. Dessa forma, esses polos se localizam a uma certa distância uns dos outros, sendo necessário que existam conexões entre eles. Nessas vias de conexão entre os polos, é provável que ocorra um fluxo intenso de interação, formando, no decorrer do tempo, corredores ou eixos de desenvolvimento. As cidades ou regiões localizadas nesses eixos ou corredores podem se beneficiar justamente por estar nesse “meio do caminho” entre os polos, possuindo, portanto, uma localização estratégica.

No contexto de economia globalizada e baseada em conhecimento, as teorias apontam a importância dos processos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) para a melhoria da concorrência entre as firmas e seu desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, as empresas intensivas em tecnologia aparecem na vanguarda, pois são os segmentos que mais investem em P&D. A literatura aponta que essas empresas buscam alguns fatores locais diferentes das empresas tradicionais para sua implantação. Entre esses fatores, são mencionados: disponibilidade de mão de obra altamente qualificada, proximidade a metrópoles, Universidades e Centros de Pesquisa, disponibilidade de redes de telecomunicações e transporte, disponibilidade de capital de risco, parcerias entre setor público, instituições, associações de classe, além de fatores mais subjetivos como qualidade de vida e bem-estar.

Portanto, é provável que estas empresas intensivas em tecnologia busquem se localizar nesses polos concentradores de desenvolvimento, riqueza e infraestrutura, como nas regiões metropolitanas, beneficiados pelos efeitos das economias de aglomeração, ou da localização estratégica nos corredores de desenvolvimento. A presente pesquisa busca verificar a relevância desses fatores locais no caso das empresas em estudo.

Os estudos configuracionais entendem que as cidades e conjunto de cidades devem ser encarados como sistemas. Nesse sentido, entender as partes e as relações entre elas se torna essencial para a compreensão do conjunto. Como visto na revisão, os estudos configuracionais vem avaliando regiões de forma sistêmica,

considerando a interação entre seus elementos constituintes, revelando suas hierarquias espaciais. Portanto, nesse trabalho, a questão espacial foi tratada como a configuração espacial da rede regional. O estudo de redes espaciais permite avaliar o sistema regional a partir de várias propriedades (distância, posição relativa, número de conexões, capacidade de intermediar caminhos, etc.) que parecem estar vinculadas ao potencial econômico dos espaços.

Nesse trabalho se buscou avaliar as centralidades como um processo de sinergia entre configuração, fluxos e usos do solo. A partir de algumas localizações iniciais, as forças de aglomeração tendem a concentrar espacialmente as atividades econômicas, através de um mecanismo de auto reforço. Esse auto reforço envolve não apenas as empresas atraindo outras empresas, mas também movimento, população, renda e infraestrutura.

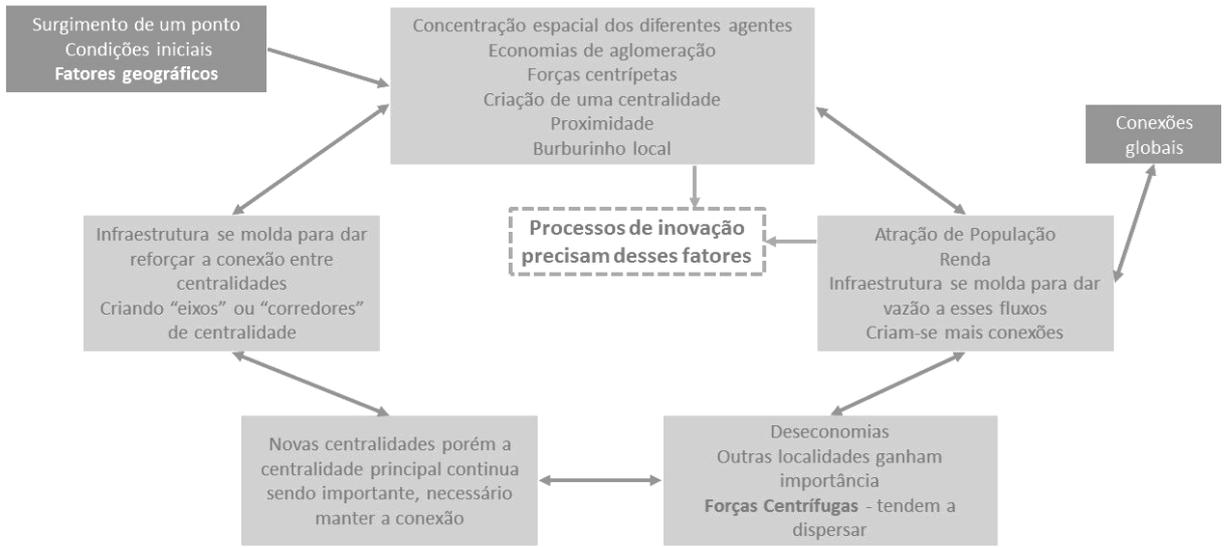
Por outro lado, municípios com localização estratégica e centralidade na interação entre os demais, são capazes de gerar forças centrífugas, gerando novos polos. Fatores como a possibilidade de redução nos custos de transporte, acesso a mercados mais distantes, disponibilidade de grandes áreas de menor custo, entre outros, podem colocar esses municípios como novas alternativas de localização de atividades econômicas. Novamente, o processo de auto reforço tende a conduzir à concentração de atividades nestes novos pontos e, num momento posterior, forças de dispersão tornarão a agir no sentido da busca de novos pontos estratégicos.

Por sua vez, esse espaço policêntrico, onde temos alguns polos conectados por vias de infraestrutura, podem ser geradores de eixos ou corredores de desenvolvimento, distribuindo nesses eixos a força de atração desses polos. Os municípios existentes entre esses polos poderiam ser beneficiados por esta localização estratégica.

Nesse sentido, foram utilizadas teorias e metodologias dos estudos configuracionais para extrair medidas do sistema espacial. Propôs-se a utilização da medida de Centralidade Freeman-Krafta, que pode justamente capturar esse efeito, identificando os nós centrais de uma rede, ponderados com seus atributos socioeconômicos (fatores de localização), combinando, dessa forma, esses com atributos espaciais. Essa medida também é capaz de capturar o efeito de tensão entre polos de centralidade, pois seu algoritmo propõe a dissipação de tensão nos caminhos mínimos que conectam dois pontos, levando em conta o efeito da distância.

A figura 4 apresenta um fluxograma da síntese teórico metodológica, propondo o esquema cíclico da criação dessas centralidades e possíveis localizações para as empresas intensivas em tecnologia.

Figura 4 – Síntese teórico metodológica



Fonte: autora

3 METODOLOGIA

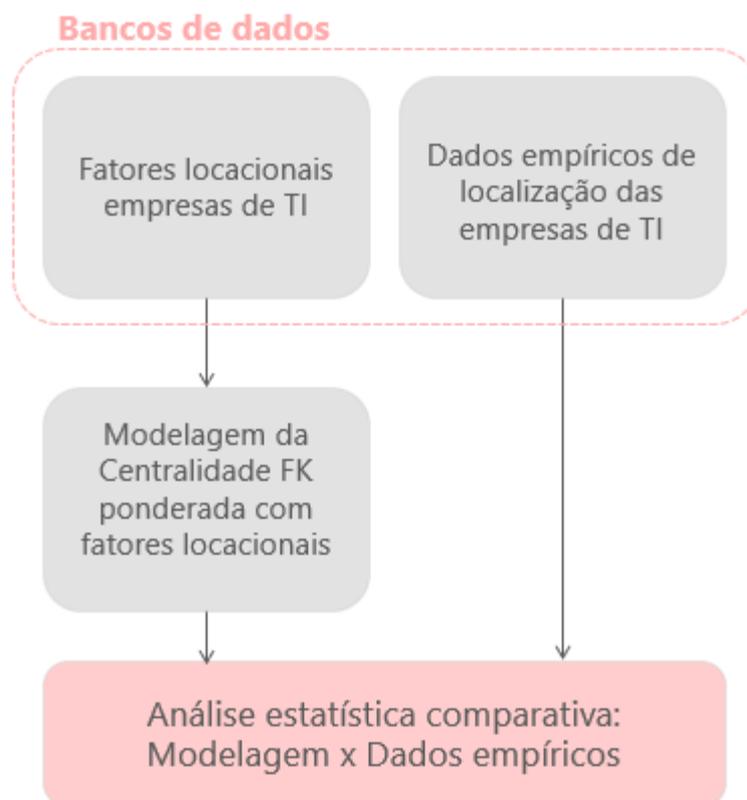
A estratégia metodológica proposta nesse trabalho está dividida em etapas conforme apresenta a figura 5, e está descrita em detalhes nos próximos tópicos.

Inicialmente apresentam-se os critérios utilizados para selecionar o setor das empresas a serem analisadas (Tecnologia de Informação - TI), dentro do conjunto das empresas consideradas intensivas em tecnologia. Na sequência, o item 2 busca identificar fatores locacionais relevantes para localização das empresas de TI.

O item 3 apresenta os critérios para a seleção dos fatores de localização mais relevantes para as empresas de TI no estado do RS. Os itens 4 a 6 apresentam o processo de modelagem do sistema espacial regional da região estudada. São apresentadas a representação espacial e os demais procedimentos para a elaboração do modelo. O capítulo finaliza com a definição da análise estatística comparativa.

Utilizou-se como estudo de caso para aplicação da metodologia proposta o Estado do Rio Grande do Sul, no Brasil, pois sua rede apresenta certo grau de complexidade e heterogeneidade, bem como maior facilidade na obtenção dos dados necessários. Sobre o recorte temporal, a maioria dos dados obtidos são do ano de 2015, por isso quando havia mais de um ano disponível, se optou por utilizar esse ano como base.

Figura 5 - Esquema síntese estratégia metodológica



Fonte: autora

1) Seleção do setor de empresas e construção do banco de dados empíricos do Rio Grande do Sul

Esse estudo enfoca a localização das empresas de alta intensidade tecnológica, dessa forma, foi necessário definir qual o recorte de empresas a ser selecionado e a base de dados empíricos a ser utilizada para representar esse grupo.

Conforme já mencionado, foi considerada como critério para seleção do grupo de empresas a classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Através dessa classificação, que computa o quanto os setores investem seu PIB setorial em pesquisa e desenvolvimento (P&D), somente cinco setores podem ser considerados de alta intensidade tecnológica. (MORCEIRO, 2019). A figura 6 sintetiza os percentuais do PIB investidos em P&D pelas empresas de alta e média-alta intensidade tecnológica.

Figura 6 – Classificação ODCE em destaque o setor de desenvolvimento de sistemas (softwares)

Intensidade em P&D	Manufatura	P&D como % do PIB	Não Manufatura	P&D como % do PIB
Alta	303: Aeronaves e componentes relacionados	31,69	72: Pesquisa e desenvolvimento científico	30,39
	21: Farmacêutica	27,98	582: Desenvolvimento de sistemas (softwares)	28,94
	26: Informática, eletrônicos e produtos ópticos	24,05		
Média-alta	251: Armas e munições	18,87	62-63: Outros serviços de informação	5,92
	29: Veículos automotores e autopeças	15,36		
	325: Instrumentos médicos e odontológicos	9,29		
	28: Máquinas e Equipamentos (M&Es)	7,89		
	20: Químicos	6,52		
	27: Máquinas e equipamentos elétricos	6,22		
	30X: Veículos ferroviários, veículos militares de combate e outros (inclui ISIC 30.2, 30.4 e 30.9)	5,72		

Fonte: MORCEIRO, 2019.

Existe, porém, a questão de que muitas empresas do setor manufatureiro possuem sua produção dividida em diversas localidades, e que, apesar de uma empresa de um ramo de alta tecnologia estar localizada em um município, não necessariamente naquela localidade são desenvolvidos os novos produtos, por exemplo. Por isso optou-se por excluir o setor industrial e considerar somente o setor de serviços.

Das empresas que mais investem em P&D não manufatureiras estão as de desenvolvimento de sistemas (softwares). Por isso, por possivelmente representar uma amostra mais significativa dessas empresas, se optou por utilizar dados provenientes do Ministério do Trabalho e Economia (MTE), das empresas enquadradas na CNAE Classe 2.0, Seção J da Informação e Comunicação dos grupos conforme demonstrado na tabela 3. Portanto, no presente trabalho sempre que for referido as “empresas de TI”, estão sendo consideradas as empresas pertencentes a divisão 62 da CNAE e suas subclasses.

Tabela 3 – Classificação empresas de TI conforme CNAE

Seção: J – Informação e Comunicação

Divisão: 62 - Atividades dos serviços de tecnologia da informação

Grupo: 62.0 Atividades dos serviços de tecnologia da informação

Classe: 62.01-5 Desenvolvimento de programas de computador sob encomenda

Classe: 62.02-3 Desenvolvimento e licenciamento de programas de

computador customizáveis
Classe: 62.03-1 Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador não-customizáveis
Classe: 62.04-0 Consultoria em tecnologia da informação
Classe: 62.09-1 Suporte técnico, manutenção e outros serviços em tecnologia da informação

Fonte: autora com base em IBGE, 2020.

Através da plataforma do Programa de Disseminação de Estatística do Trabalho (PDET), do Ministério do Trabalho, foram extraídos o número de vínculos empregatícios (funcionários) segundo os setores da atividade econômica por município do RS. Os dados foram compilados através de planilhas no software Excel, gerando o quantitativo final de número de vínculos por município. Os dados considerados são do ano de 2015, para o mês de dezembro. A tabela 4 apresenta um resumo dos dados.

Tabela 4 – Resumo dados vínculos empregatícios em 2015

Quantidade de empresas de TI no RS em 2015	5.807
Quantidade total de vínculos empregatícios ativos no RS em 2015	3.005.549
Quantidade total de vínculos no setor de TI no RS em 2015	20.155
Quantidade de municípios do RS com vínculos no setor de TI	102

Fonte: autora com base em PDET, 2019.

Importante destacar que os dados provenientes do PDET consideram somente as empresas que possuem vínculo formal. Novas formas de contratação (como a terceirização) não são consideradas nesses dados, sendo uma limitação do estudo. Outra questão relevante de avaliar é que nem todos os municípios do RS possuem vínculos empregatícios nesse setor, mais precisamente, dos 497 municípios do estado, somente 102 (20,5%) possuem vínculos nesse setor.

Esses dados foram compilados em planilhas no Excel, e importadas para o ambiente de geoprocessamento, onde foi montado o banco de dados com todos os indicadores. Através da ferramenta “Join” (QGIS, 2020) os municípios receberam esses atributos.

2) Identificação dos fatores locacionais das empresas de TI

Através da revisão da bibliográfica foram levantados os fatores locacionais das empresas de tecnologia, conforme apresentado no Capítulo de Fundamentação Teórica. Um dos grandes desafios do presente trabalho foi o de encontrar indicadores consolidados que traduzissem esses fatores e que fossem disponíveis para todos os municípios do RS para o mesmo período.

A tabela 5 apresenta quais os indicadores foram considerados no estudo, bem como sua fonte de dados e ano de obtenção dos dados.

Tabela 5 – Atributos considerados para localização das Empresas de TI

Atributos dos Municípios (Nós)				
		Indicador	Ano	Fonte
Capital Humano	População	População Estimada	2015	IBGE, 2015c
	Escolaridade da população	% dos ocupados com Ensino Superior	2010	PNUD, 2020a
	Densidade populacional	Habitantes/km ²	2015	Calculada utilizando a população IBGE, 2015c
Instituições de Ensino Superior	Matrículas em Universidades	Matrículas em Universidades	2015	DEEDADOS, 2015
Infraestrutura de Telecomunicações	Qualidade da Internet	Velocidade média de internet Banda Larga Contratada	2017	ANATEL, 2020
Capital	PIB	PIB	2015	FEE, 2017
		PIB per capita	2015	FEE, 2017
	Renda	Rendimento médio dos Ocupados	2010	PNUD, 2020b
Qualidade de Vida	Índice de desenvolvimento humano	IDHM	2010	PNUD, 2020c
Atributos das conexões (Links)				
		Indicador	Ano	Fonte
Infraestrutura de Transporte	Qualidade da malha rodoviária	Tipo das vias	2015	RS, 2015

Fonte: autora

3) Seleção dos fatores de localização das empresas de TI no Rio Grande do Sul

Foram tabulados e compilados todos os atributos dos municípios, e proposta uma matriz de correlações (tabela 6) para medir as relações entre as variáveis selecionadas e a quantidade de vínculos nas empresas de TI. Essa etapa também buscou verificar se entre as variáveis existem correlações muito altas, tendo, portanto, um poder explicativo similar, sendo possível selecionar menos indicadores para efetivamente utilizar como carregamento no modelo espacial.

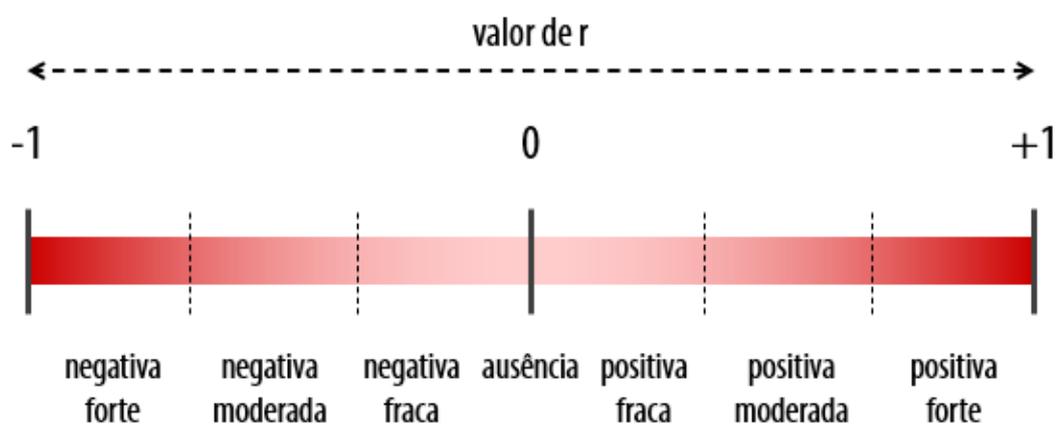
Tabela 6 – Matriz de correlações Spearman das variáveis (em destaque valores acima de 0,4 na coluna 1)

	Qtd. Vínculos nas empresas de TI	PIB	PIB per capita	População	Velocidade Média de internet Contratada	IDHM	Percentual dos ocupados com Ensino Superior	Matrículas Universidades	Rendimento Médio dos ocupados	Densidade Populacional
Qtd. Vínculos nas empresas de TI	/									
PIB	0,612	/								
PIB per capita	0,173	0,415	/							
População	0,613	0,897	0,017	/						
Velocidade Média de internet Contratada	0,364	0,460	0,022	0,512	/					
IDHM	0,361	0,327	0,506	0,168	0,188	/				
Percentual dos ocupados com Ensino Superior	0,423	0,569	0,333	0,485	0,383	0,506	/			
Matrículas Universidades	0,563	0,517	0,086	0,535	0,304	0,295	0,459	/		
Rendimento Médio dos ocupados	0,293	0,271	0,486	0,085	0,100	0,360	0,119	0,216	/	
Densidade Populacional	0,472	0,370	0,007	0,457	0,299	0,468	0,198	0,283	0,148	/

Fonte: autora

Os coeficientes de correlação apresentados na tabela 6 foram calculados utilizando o software de estatística MiniTAB e possuem IC de 95% para correlação de Spearman. Foi utilizada a correlação de Spearman pois esse método considera a ordem dos dados e não o seu valor intrínseco. Outra questão relevante é que os dados obtidos das variáveis não aderem à distribuição normal devido à presença de valores discrepantes, sendo, portanto, o coeficiente de correlação de Spearman o mais adequado para verificação do inter-relacionamento das variáveis consideradas. (BARBETTA, 2002, p. 284). Todas as correlações foram positivas, conforme esperado. Os resultados foram selecionados conforme indicado na figura 7.

Figura 7 – Sentido e força da correlação em função do valor de r



Fonte: autora com base em BARBETTA, 2002, p. 278.

Com base na matriz de correlações foram selecionados os indicadores que possuem correlação superior a $r=0,4$ (na tabela 6, coluna 1, marcados em rosa) consideradas moderadas, com quantidade de vínculos nas empresas de TI, sendo eles:

- a) PIB
- b) População
- c) Percentual dos ocupados com Ensino Superior
- d) Matrículas em Universidades
- e) Densidade Populacional

Com a definição dos indicadores a serem utilizados, buscou-se transformar esses indicadores em carregamentos para o modelo espacial. Conforme demonstrado nos gráficos das figuras 8, 9, 10, 11 e 12, com exceção do indicador Percentual dos ocupados com Ensino Superior, os demais indicadores seguem um padrão de distribuição de valores de lei de potência, onde poucos municípios apresentam altos valores e a maioria apresenta baixos valores, indicando a concentração de altos valores em poucos locais.

Figura 8 – PIB



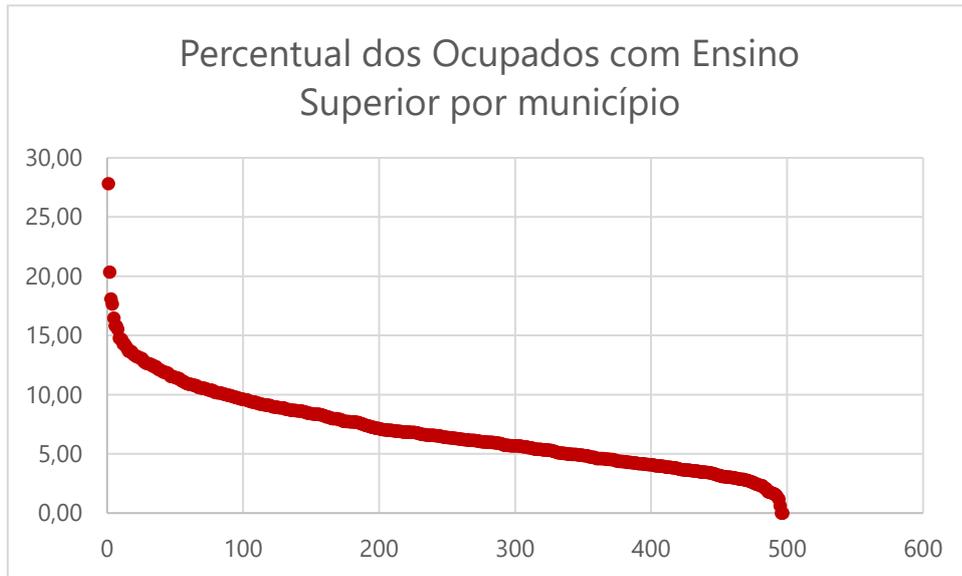
Fonte: autora

Figura 9 – População



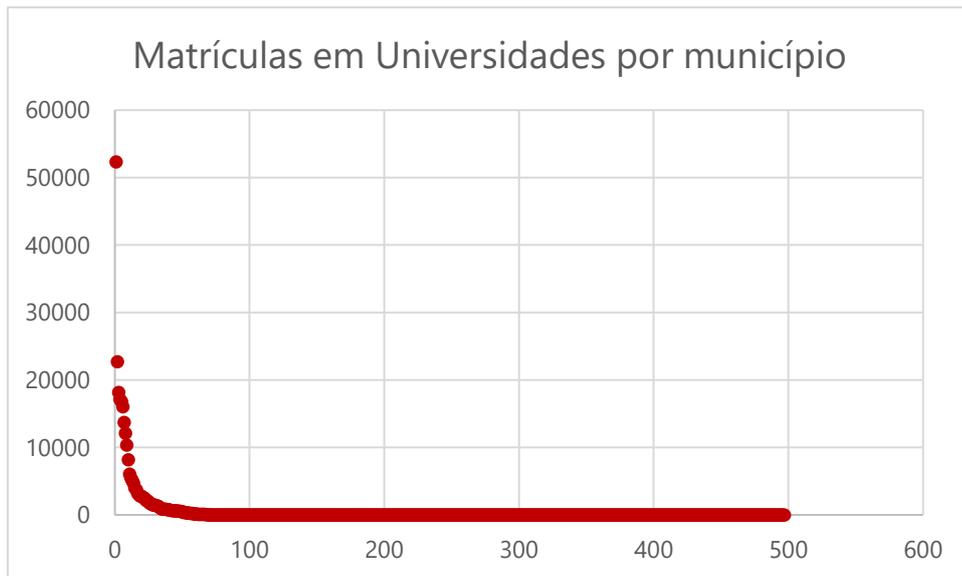
Fonte: autora

Figura 10 – Percentual dos ocupados com Ensino Superior



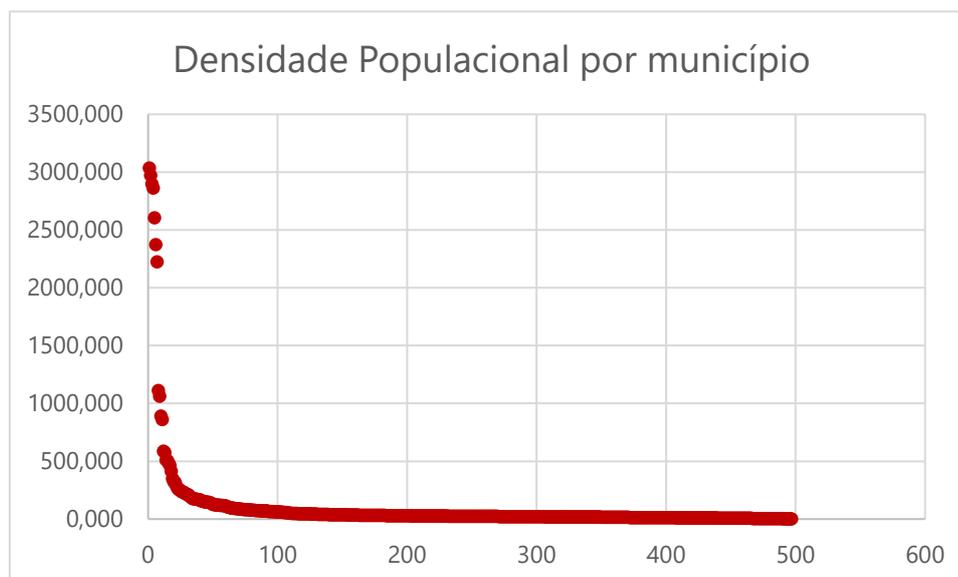
Fonte: autora

Figura 11 – Quantidade de Matrículas em Universidade por município



Fonte: autora

Figura 12 – Densidade Populacional por município



Fonte: autora

Para transformar esses cinco indicadores em carregamentos a serem inseridos no modelo de centralidade, o valor de cada um foi normalizado através de regra de três simples, gerando valores de zero a 100 para cada município.

4) Modelagem do sistema espacial do Rio Grande do Sul

A modelagem do sistema espacial requer inicialmente a construção da representação espacial do estado do Rio Grande do Sul. A representação escolhida foi a nodal, sendo que os nós representam as cidades do estado e as rodovias entre elas representam as conexões (links) no grafo. Essa representação foi a mais adequada para esse estudo, pois os atributos a serem discutidos estão localizados nos municípios e os dados empíricos estão disponíveis geralmente de forma agregada (por município). Outra vantagem dessa representação espacial para esse estudo é que ela não apresenta distorções entre as distâncias do modelo espacial e as distâncias no grafo equivalente, sendo considerada uma representação primal (PORTA et al, 2006).

O modelo foi elaborado dentro no software de geoprocessamento QGis v3.10 (QGIS, 2020) utilizados os seguintes arquivos como base para a sua elaboração:

a) shapefile da malha municipal do estado do Rio Grande do Sul do IBGE, ano 2015 (IBGE, 2015a) onde consta a divisão do território do RS em 497 municípios;

b) shapefile das áreas urbanizadas do estado do Rio Grande do Sul do IBGE, ano 2015 (IBGE, 2015b) com as manchas urbanas dos municípios, este shapefile está disponível somente para as cidades com mais de 100 mil habitantes;

c) malha rodoviária do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do RS (DAER) do ano 2015 (RS, 2015), este mapa não é disponibilizado em formato shapefile, por isto foi utilizado somente para confirmar as conexões entre as cidades;

d) imagens de satélite do Google Earth e Open Street Maps, utilizadas para conferências e ajustes da representação espacial.

Utilizando o arquivo de áreas urbanizadas (IBGE, 2015b), através da ferramenta “Polygon Centroids” (QGIS, 2020) foram gerados centroides nas manchas urbanizadas. Alguns municípios possuíam mais de uma mancha, sendo que, através de análise das imagens de satélite do Google Earth, foi identificada a sede municipal (maior, mais densa, presença da Prefeitura Municipal, Câmara de Vereadores, etc.). Os municípios que não possuíam a vetorização da mancha urbana no shapefile do IBGE receberam o ponto no centroide aproximado da mancha disponível nas imagens de satélite do Google Earth. Com este procedimento criou-se um arquivo shapefile, onde cada um dos 497 municípios do estado foi representado por um ponto (nó).

Através do mapa da malha rodoviária do DAER (RS, 2015) e com base nas imagens de satélite, foi desenvolvido um segundo shapefile com as conexões entre as cidades. De forma simplificada, em linha reta, conectando os pontos que correspondem às cidades, foram representadas todas as rodovias federais e estaduais asfaltadas. Cabe esclarecer que: a) alguns municípios possuem mais de um acesso deste tipo, gerando mais conexões intermunicipais; b) alguns poucos municípios não possuem acessos deste tipo. Nestes casos foram admitidas conexões através de estradas municipais asfaltadas, e na ausência destas, foram consideradas estradas municipais não asfaltadas. Essa estratégia foi utilizada para evitar que nenhum município ficasse desconectado da rede.

Ao desenhar esse shapefile das conexões, foi possível preencher a tabela de atributos com informações qualitativas das vias, utilizando o mapa da malha rodoviária do DAER (RS, 2015). Foram alocadas informações relativas ao tipo de

via, se Federal, Estadual, Municipal ou Vicinal. Como exposto anteriormente, as vias não pavimentadas e planejadas só foram consideradas quando essa era única forma de conexão disponível. A figura 13 apresenta a forma de construção da representação espacial.

Figura 13 – Conexões entre municípios através da malha rodoviária

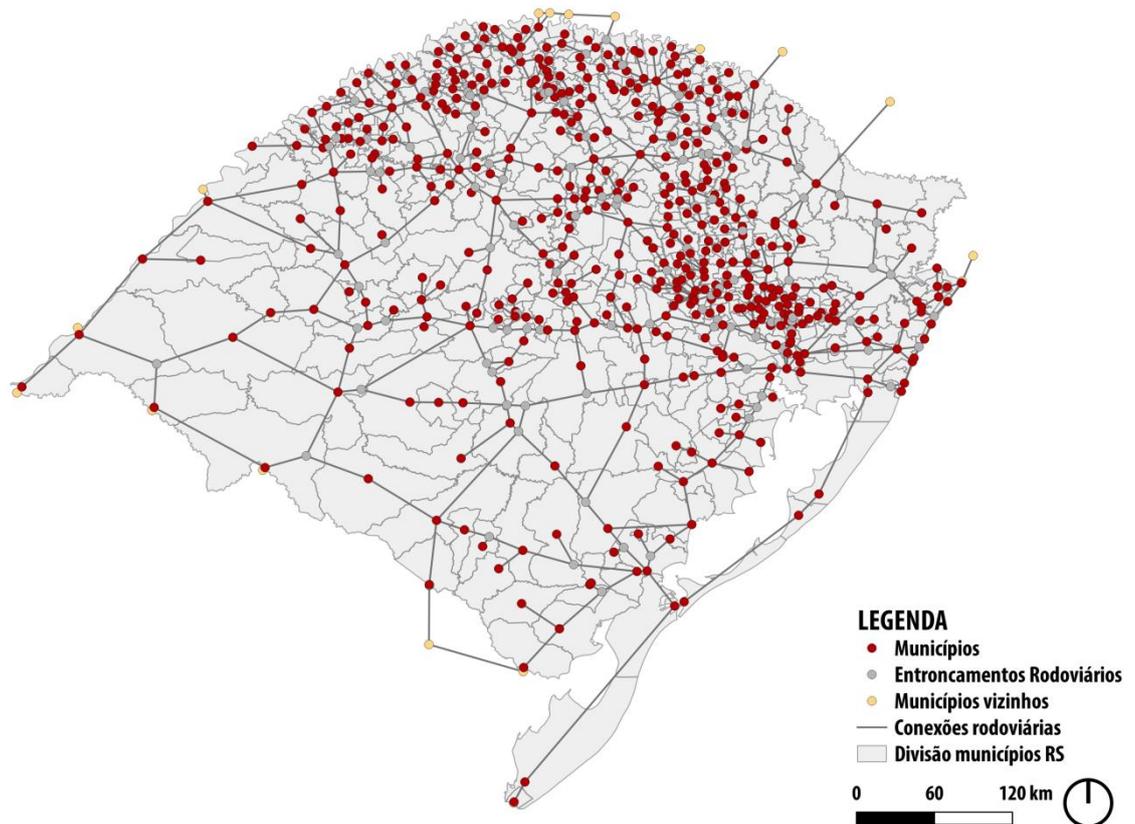


FONTE: autora

Outra particularidade deste modelo é que ao representar as rodovias, foram gerados alguns nós que representam pontos de entroncamento rodoviário, onde as rodovias se cruzam ou bifurcam para dar acesso a algum município. Tais nós compõem o sistema somente para auxiliar no cálculo de distâncias e definição dos caminhos mínimos, porém não recebem os atributos de cidades. A figura 14 apresenta o grafo resultante desse processo, em que os entroncamentos foram marcados em cinza e os municípios em vermelho no mapa.

Outro aspecto a destacar é que, ao modelar apenas uma parte de um sistema espacial que é mais amplo, excluem-se elementos e eventos que ocorrem além das fronteiras do modelo. Como os algoritmos são fundamentalmente relacionais, tal omissão pode afetar os resultados (GIL, 2016). No caso do RS, este efeito de borda fica naturalmente minimizado pela presença do litoral a leste e pelo rio Uruguai a oeste, o qual limita as conexões a poucas cidades com pontes na fronteira. Procurou-se incluir as conexões imediatas entre os municípios na fronteira do RS com municípios no Uruguai, Argentina e no estado de Santa Catarina. A figura 8 apresenta o modelo espacial resultante, com seus tipos de nós e conexões.

Figura 14 – Grafo do RS conexões através na malha rodoviária



Fonte: autora

5) Cálculo da Centralidade Freeman-Krafta

As medidas de centralidade Freeman Krafta foram calculadas utilizando-se o software GAUS - Graph Analysis of Urban Systems (DALCIN; KRAFTA, 2021). O GAUS é um conjunto de scripts para cálculo de métricas configuracionais em ambiente SIG, mais especificamente dentro do software QGIS.

Considerando todos os pares possíveis de entidades no sistema, a Centralidade FK é o número de vezes que uma entidade faz parte do caminho mínimo entre duas entidades, porém, no processo de cálculo, ainda são atribuídas a cada entidade a tensão resultante da multiplicação do carregamento dos nós da extremidade do caminho mínimo e dividido pelo número de entidades que fazem parte do caminho. Portanto, caso um nó possua baixos valores de carregamento, mas esteja em uma posição muito central no sistema, participando de vários caminhos mínimos, entre nós que possuem altos valores de carregamento, é

provável que ele receba influência desse contexto, e por consequência possua altos valores de centralidade FK.

Para o cálculo dessa medida são considerados os caminhos mínimos entre cada par de entidades possíveis do sistema, caso exista mais de um caminho mínimo, ambos são considerados, o que faz a tensão ser dividida. A centralidade Freeman-Krafta (FK) para um nó k é definida a partir de um cálculo em três etapas (KRAFTA, 2014):

Equação 1 – Tensão:

$$t_{ij} = a_i a_j$$

Equação 2 – Dissipação:

$$t_{ij}(k) = \frac{a_i a_j}{d}$$

Equação 3 – Centralidade FK:

$$C(k) = \sum_{i,j}^n t_{ij}(k)$$

Onde t_{ij} é a tensão entre os nós i e j , a_i e a_j são os atributos respectivamente de i e j , $t_{ij}(k)$ é a parcela da tensão entre i e j atribuída a k , sendo k um nó pertencente ao(s) caminho(s) mínimo(s) entre i e j , d é a distância entre i e j . Finalmente, $C(k)$ é a centralidade de k após o cômputo de todos os pares possíveis do sistema.

Para o cálculo da medida de Centralidade FK alguns parâmetros precisam ser definidos, são eles:

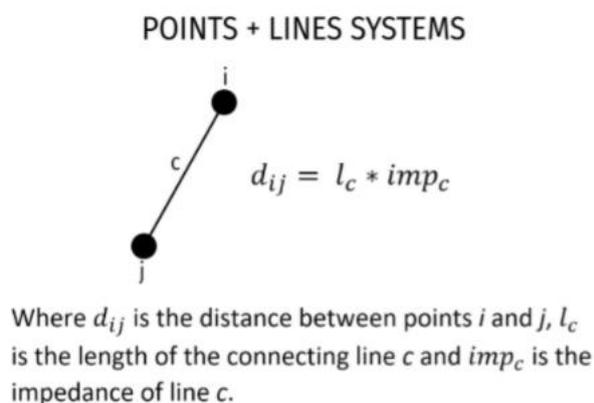
- a) **Forma de cômputo da distância na rede:** a distância pode ser computada de forma geométrica, utilizando distâncias geodésicas (em metros ou quilômetros) ou topológica, que leva em consideração a quantidade de nós no caminho entre cada par de nós. No presente trabalho optou-se pela utilização da distância geométrica, visto que a malha do RS é muito heterogênea, ou seja, as distâncias entre os municípios variam bastante, o que poderia causar distorções nos resultados.
- b) **Raio de análise:** representa a distância máxima de um par de entidades a serem consideradas. Nessa modelagem, todas as medidas foram calculadas utilizando o raio global, pois havia interesse de avaliar o estado do RS como um todo.

- c) **Impedâncias nas conexões:** conforme será apresentado no próximo item desta metodologia, foram utilizadas impedâncias nas conexões, que no presente modelo representam as rodovias e estradas que conectam os municípios. Essas impedâncias foram adicionadas visando trazer mais realismo ao modelo, diferenciando os tipos de conexão existentes, o que acontece na prática.
- d) **Carregamentos nos nós:** a centralidade FK foi calculada na sua forma planar (sem carregamentos nos nós) para verificar como se comportava a centralidade decorrente apenas da rede espacial, sem atributos. Posteriormente foram testadas diferentes combinações de carregamento dos nós. Os carregamentos utilizados foram os apresentados na etapa 4 dessa metodologia.

6) Calibração do modelo com impedâncias

Segundo Dalcin e Krafta (2021), no GAUS “as distâncias entre entidades são sempre medidas na geometria do sistema. Além disso, o valor da distância pode ser modificado pelas impedâncias das linhas que fazem parte do caminho entre as entidades”. A figura 15 apresenta como são computadas as distâncias quando são utilizadas impedâncias nos links (conexões), em sistemas formados por pontos e linhas, como no caso em questão.

Figura 15 – Cálculo das distâncias no software GAUS utilizando impedâncias



Fonte: DALCIN; KRAFTA, 2021

A fim de dar mais realismo ao modelo, foram inseridos valores de impedâncias nas conexões (links). Em modelagem, as impedâncias buscam

representar alguma restrição ou dificuldade na conexão entre os nós da rede, por exemplo, vias estreitas, pavimentação inadequada, declividade excessiva, entre outros fatores.

No caso do Rio Grande do Sul, as estradas do tipo “Federal Concedida”, “Federal” e “Estadual Concedida”, são as que têm melhor condição de tráfego, sendo largas, bem pavimentadas, com boa sinalização e infraestrutura. As estradas do tipo “estadual” são em maior número no RS e possuem uma qualidade intermediária. Já as estradas no tipo “Vicinal e Municipal”, que normalmente são mais de uso local, são estradas mais estreitas, muitas vezes sem acostamento e pavimentação adequada.

A tabela 7 apresenta uma síntese dos valores de impedância utilizados. Todas essas especificações foram preenchidas diretamente na tabela de atributos do arquivo *shapefile* das conexões, dentro do software QGIS.

Tabela 7 – Valores de impedâncias nos links

Tipo de Rodovia	Impedância
Federal Concedida	0,5
Federal	0,6
Estadual Concedida	0,8
Estadual	1,0
Vicinal e Municipal	1,2

Fonte: autora

7) Análise estatística comparativa

Todas as medidas de centralidade foram calculadas, tanto a planar, como as com diferentes combinações de carregamentos e foram comparadas estatisticamente com os dados empíricos de localização dos vínculos empregatícios das empresas de TI, dessa forma, visando identificar qual a combinação de carregamentos simula melhor a distribuição espacial dessas empresas. Os resultados das medidas foram compilados em planilhas e todas as correlações estatísticas foram calculadas no software MiniTAB.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa dissertação propõe um método para analisar a localização das empresas de TI na escala regional. Nesse capítulo são apresentados os resultados da análise empírica realizada na rede do RS. Inicialmente, apresenta-se uma breve contextualização da rede de municípios do RS e, na sequência, discute-se quanto esse setor representa no estado em termos de quantidade de empresas e empregos bem como a localização dessas empresas no RS. Após, são apresentados os resultados da modelagem configuracional em duas versões: planar e ponderada com os fatores de localização. Para cada uma são calculadas as correlações com as empresas de TI, permitindo a discussão dos resultados.

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA REDE DE MUNICÍPIOS DO RS

O estado do Rio Grande do Sul conta com uma população estimada para 2021 de 11.466.630 habitantes, ocupando a 5ª colocação em população e a 4ª maior renda per capita dentre os estados brasileiros (IBGE, 2021). Apresenta fortes desigualdades regionais, em termos de desenvolvimento socioeconômico, podendo-se identificar três macrorregiões distintas: norte, nordeste e sul (ALONSO, 2006).

Na região sul do RS predominam a grande propriedade, a pecuária e a lavoura de arroz, com baixa densidade demográfica, sendo essa conformação, de certa forma, responsável pelo baixo dinamismo da região. A região norte é predominantemente agrária, caracterizada por pequenas e médias propriedades, onde uma produção inicialmente diversificada cedeu espaço para as lavouras mecanizadas de trigo e soja, bem como de indústrias vinculadas à produção primária. A região nordeste se caracteriza pela presença de vários setores industriais, pequenas propriedades, além de grandes concentrações urbanas e elevada densidade demográfica. Nessa região se localiza a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), bem como a Região Metropolitana da Serra Gaúcha. As regiões norte e nordeste constituem a chamada metade norte do estado, que contrasta com a metade sul.

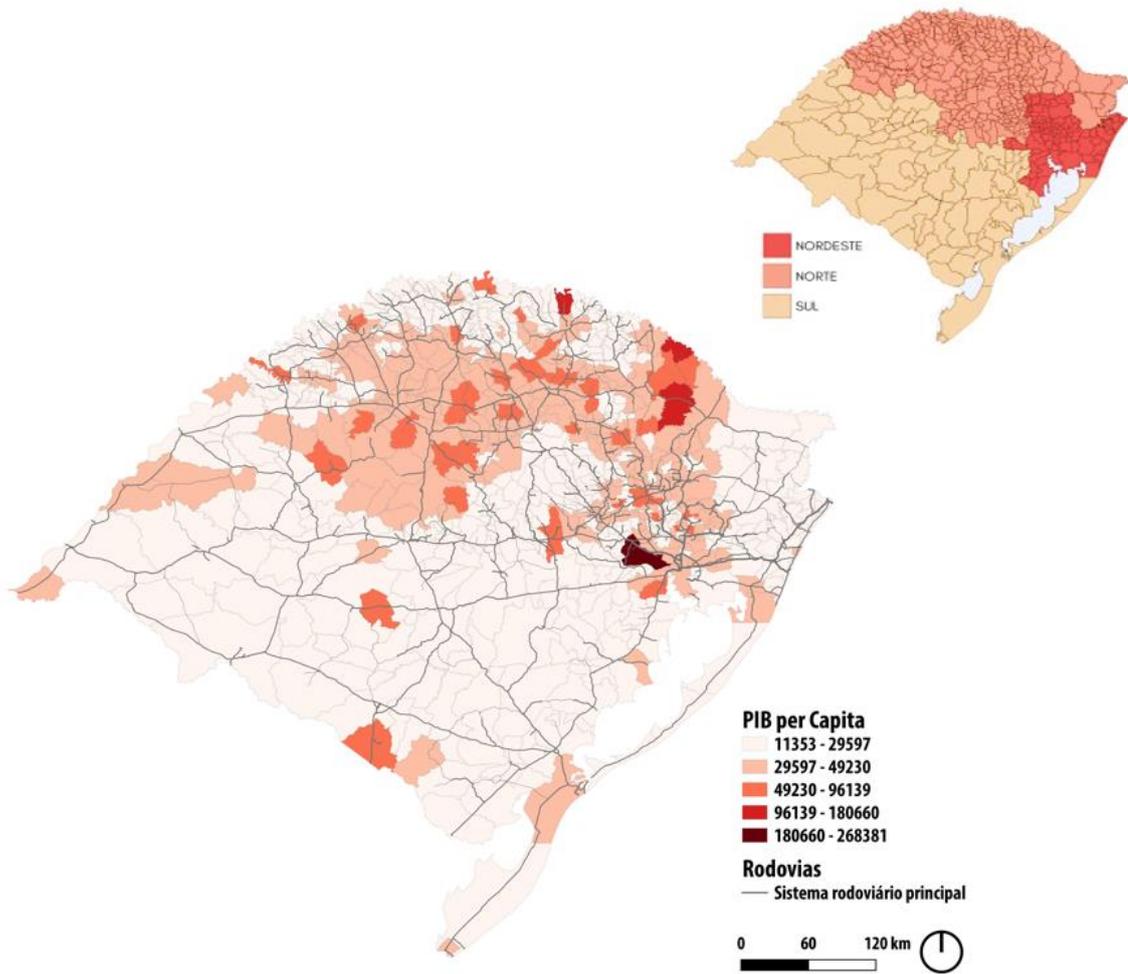
Tais desigualdades socioeconômicas entre a metade sul e a metade norte do RS tem origens no processo histórico de ocupação do território. A metade sul foi influenciada pela colonização portuguesa, formou-se no setor agropecuário e nas

grandes estâncias de monocultura. Já a metade norte teve seu desenvolvimento através da imigração italiana e alemã, na produção diversificada em pequenas propriedades e maior densidade populacional (SHULZ; KÜHN, 2020).

Alonso (2006, p.104) mostra que a participação da região sul no PIB industrial do RS era de 34,57% em 1939, sendo que, nas décadas seguintes, experimentou um persistente processo de desindustrialização relativa, tendo atingido a marca de 9,6% em 2001. Segundo o autor, isso mostra que o parque industrial que se formou nessa parte do estado (processamento de carne bovina, arroz e lã) nunca conferiu à mesma o status de região industrializada. Em contrapartida, as demais macrorregiões (norte e nordeste) foram as principais beneficiárias da expansão industrial ocorrida no estado. A região nordeste vem liderando a produção industrial desde 1939 (47,57%) até 2001 (70,35%) e a região norte vem mantendo relativa estabilidade nesse indicador (17,85% em 1939 e 20,05% em 2001).

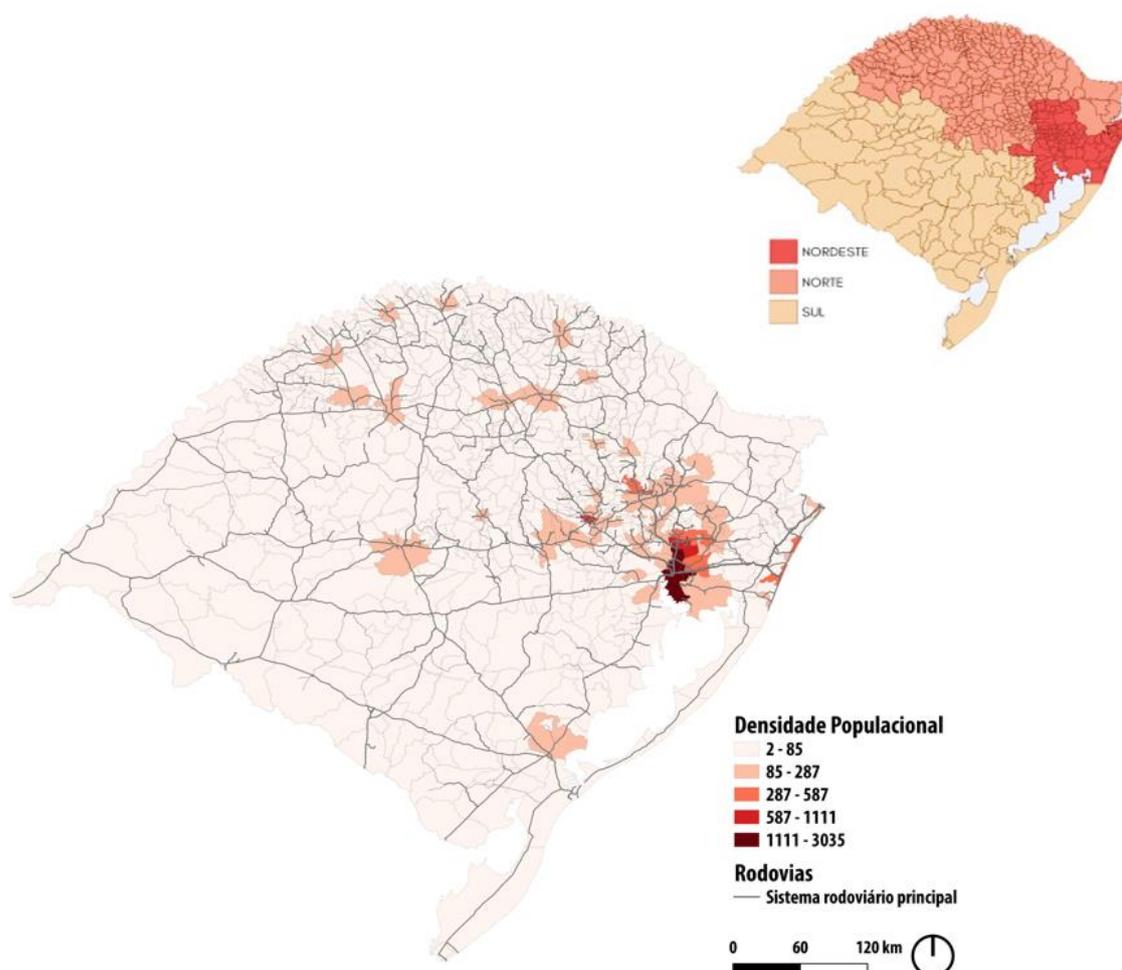
As figuras 16 e 17 ilustram as desigualdades regionais, através dos indicadores de PIB per capita e densidade demográfica. De modo geral, verifica-se que as macrorregiões norte e nordeste possuem maiores PIB per capita e possuem maior densidade demográfica. Além disso, a metade norte é irrigada por um sistema rodoviário muito mais denso e conectado. Verifica-se, dessa forma, que o RS apresenta uma rede bastante heterogênea e hierárquica em termos econômicos e sociais, com forte interesse para a exploração das relações entre a configuração da rede espacial e os demais atributos dos municípios.

Figura 16 – Divisão das macrorregiões do RS e indicadores de PIB per capita



Fonte: autora

Figura 17 – Divisão das macrorregiões do RS e densidade populacional



Fonte: autora

4.2 LOCALIZAÇÃO DAS EMPRESAS DE TI NO RS

Com as transformações ocorridas no mercado de trabalho e com o advento das novas tecnologias, o setor das empresas TI cresce em importância e oportunidades. É uma área ligada diretamente com a chamada era da informação ou do conhecimento, sendo considerada, por alguns autores, como a mais importante que todas as anteriores. (ALBANO, ZANATTA E GARCIA, 2013)

Buscando compreender como se comporta o ramo das empresas de TI no Rio Grande do Sul, foram compilados dados referentes à quantidade de empresas desse ramo, bem como o número de vínculos existentes nessas empresas. Importante ressaltar que todos os dados utilizados nesse tópico foram extraídos da Relação

Anual de Informações Sociais (RAIS), na Plataforma do Programa de Disseminação de Estatísticas do Trabalho, do Ministério do Trabalho (PDET, 2019). Os dados sobre vínculos representam os vínculos ativos em 31 de dezembro do ano base e os dados de quantidade de empresas foram extraídos considerando as empresas com RAIS Negativa, ou seja, considerando também as empresas que no ano base não possuíam empregados.

A tabela 8 situa o estado do RS em comparação com os demais estados brasileiros, em número de empresas de TI. O RS aparece, em 2015, como o quinto estado com maior quantidade de empresas de TI, com 5,85% do total de empresas. Em primeiro lugar está o estado de São Paulo que concentra 53,88% dos CNPJs desse ramo. Conforme destacado na tabela 8 (em rosa), as regiões sul (Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina) e sudeste (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo) juntas abarcam 88,7% quantidade de empresas do Brasil, indicando a concentração desse tipo de empresa nas regiões mais desenvolvidas do Brasil.

Esse indicativo é corroborado pelos enunciados de Castells (2010) e Sassen (2010) que indicam que mesmo essas empresas usufruindo do espaço eletrônico, elas ainda possuem uma forte conexão com o lugar, pois necessitam de uma combinação de recursos e de infraestrutura.

Tabela 8 – Quantidade de empresas de TI por estado brasileiro no ano de 2015 (em destaque os estados das regiões sul e sudeste)

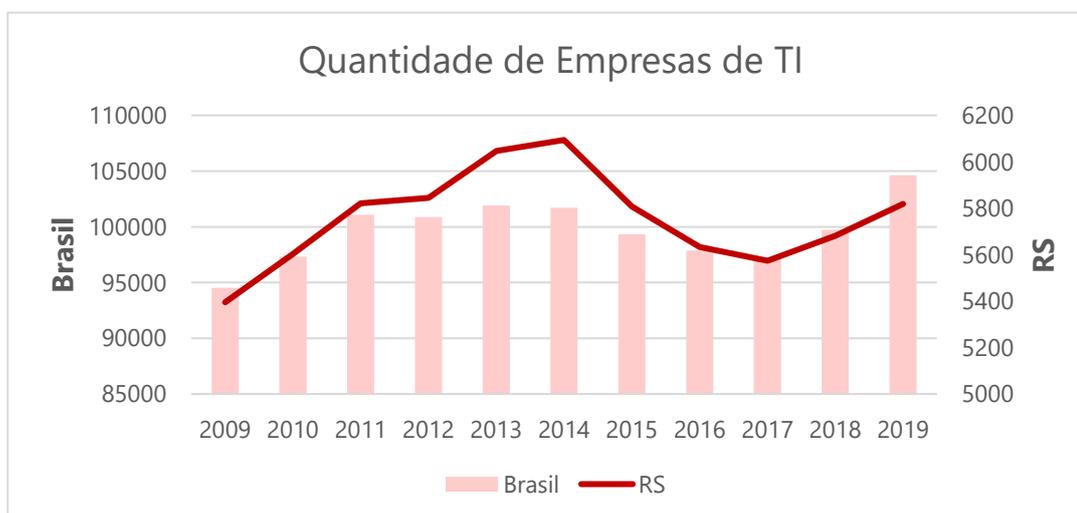
Estado	Empresas de TI	Percentual
São Paulo	53.510	53,88%
Rio de Janeiro	10.111	10,18%
Minas Gerais	7.686	7,74%
Paraná	6.272	6,32%
Rio Grande do Sul	5.807	5,85%
Santa Catarina	3.746	3,77%
Distrito Federal	2.480	2,50%
Bahia	1.655	1,67%
Goiás	1.261	1,27%
Pernambuco	1.258	1,27%
Ceará	1.040	1,05%
Espírito Santo	1.002	1,01%
Mato Grosso	506	0,51%
Mato Grosso do Sul	380	0,38%
Pará	379	0,38%

Rio Grande do Norte	369	0,37%
Paraíba	356	0,36%
Amazonas	308	0,31%
Maranhão	246	0,25%
Sergipe	239	0,24%
Alagoas	221	0,22%
Piauí	172	0,17%
Rondônia	113	0,11%
Tocantins	109	0,11%
Amapá	37	0,04%
Acre	34	0,03%
Roraima	21	0,02%
TOTAL	99.318	100,00%

Fonte: autora com base em PDET, 2019.

A figura 18 apresenta a evolução do número de empresas de TI entre 2009 e 2019, comparando o Brasil com o estado do RS. De 2009 a 2014, em ambos os casos, o número de empresas vinha em um crescente, porém, a partir de 2014, a crise econômica e política afetaram o crescimento. Segundo Pessoa (2018), a partir de 2014, o Brasil entrou em uma crise com sucessivas contrações da produção nacional, que reduziram a renda per capita e provocaram o aumento do desemprego. (PESSOA, 2018, p.38). Possivelmente, essa crise fez com que o número de empresas de TI caísse entre os anos de 2014 e 2017, tanto no Brasil, como no RS. A partir de 2018, em ambos os casos, o número de empresas volta crescer.

Figura 18 – Comparativo quantidade de empresas de TI no Brasil e no RS



Fonte: autora com base em PDET, 2019.

A tabela 9 apresenta a quantidade de empresas de TI no RS em relação à quantidade de empresas de TI no Brasil, entre os anos de 2009 e 2019. Apesar de haver um aumento de 7,8% na quantidade de empresas no RS ao longo desses anos, proporcionalmente com o Brasil, o estado manteve um percentual estável, em torno 6% do total de empresas.

Tabela 9 – Quantidade de empresas de TI no Brasil e no RS

Ano	Brasil	RS	Percentual
2009	94.509	5.395	5,71%
2010	97.319	5.603	5,76%
2011	101.093	5.821	5,76%
2012	100.867	5.844	5,79%
2013	101.900	6.047	5,93%
2014	101.698	6.094	5,99%
2015	99.318	5.807	5,85%
2016	97.879	5.633	5,76%
2017	97.233	5.574	5,73%
2018	99.742	5.681	5,70%
2019	104.628	5.819	5,56%

Fonte: autora com base em PDET, 2019.

A tabela 10 apresenta a relação percentual entre a quantidade total de vínculos no RS e a quantidade de vínculos das empresas de TI no RS. O setor ainda é tímido no estado, empregando menos de 1% dos trabalhadores. Porém, se percebe que de 2009 a 2019 houve um aumento percentual desse setor, passando de 0,34% para 0,90% do total do estado. É interessante observar que mesmo não havendo um aumento muito substancial na quantidade de empresas do setor, conforme demonstrado na tabela 9 (7,8% de 2009 a 2019), o número de vínculos nessas empresas triplicou no mesmo período, passando de 8.775 de vínculos em 2009 para mais de 26.000 vínculos em 2019.

Tabela 10 – Comparação da quantidade de vínculos de TI em relação ao total de vínculos no RS

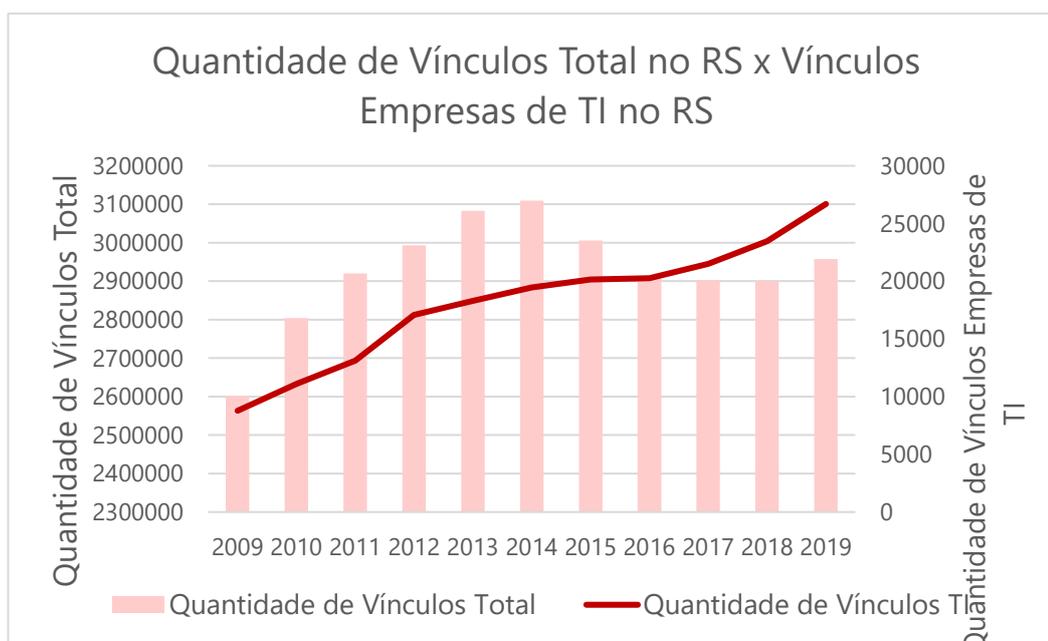
Ano	Quantidade de Vínculos Total RS	Quantidade de Vínculos TI RS	Percentual
2009	2.602.320	8.775	0,34%
2010	2.804.162	11.101	0,40%
2011	2.920.589	13.130	0,45%

2012	2.993.031	17.080	0,57%
2013	3.082.991	18.306	0,59%
2014	3.109.179	19.461	0,63%
2015	3.005.549	20.155	0,67%
2016	2.910.883	20.262	0,70%
2017	2.902.373	21.503	0,74%
2018	2.900.427	23.473	0,81%
2019	2.957.621	26.688	0,90%

Fonte: autora com base em PDET, 2019.

O gráfico apresentado na figura 19 compara a quantidade de vínculos das empresas de TI com a quantidade de vínculos total do RS entre 2009 e 2019. Conforme já demonstrado na figura 18 com o número de empresas, a quantidade de vínculos total também teve uma queda a partir de 2014, possivelmente em função da crise. Porém, essa queda não foi observada na quantidade de vínculos do setor de TI, que apresentou crescimento constante de 2009 a 2019. Enquanto o total de vínculos do RS teve um aumento percentual de 13% no período, o setor de TI teve um aumento de mais de 200%.

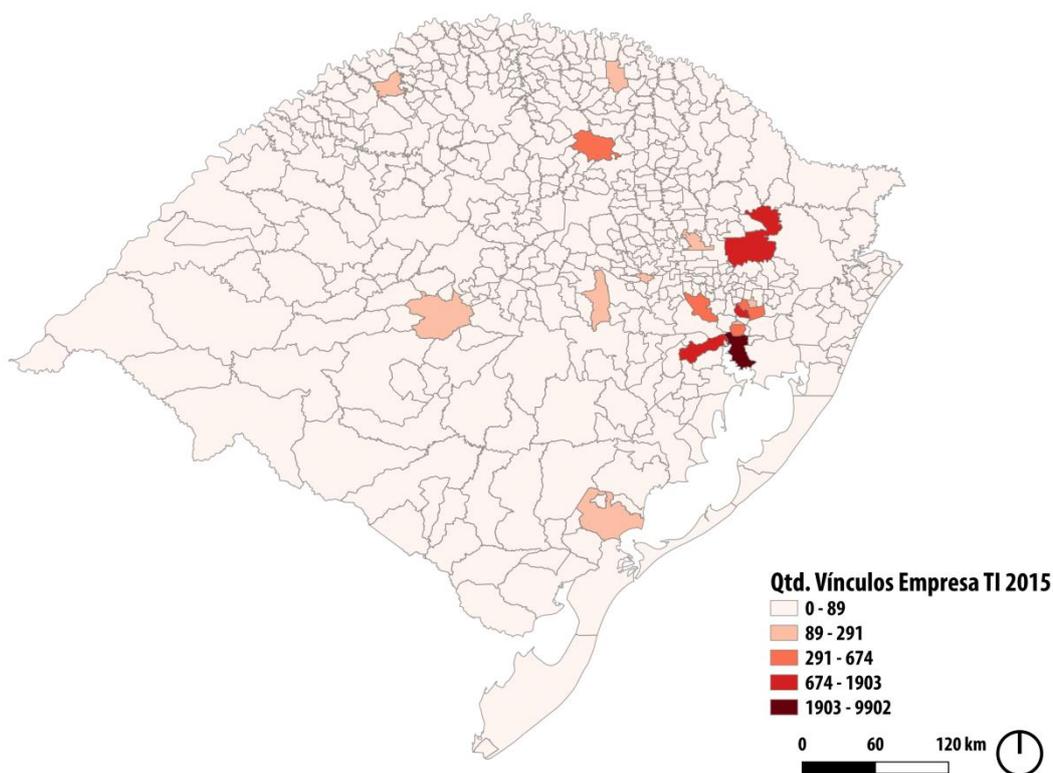
Figura 19 – Comparação entre a quantidade de vínculos nas empresas de TI em relação ao total de vínculos no RS



Fonte: autora com base em PDET, 2019.

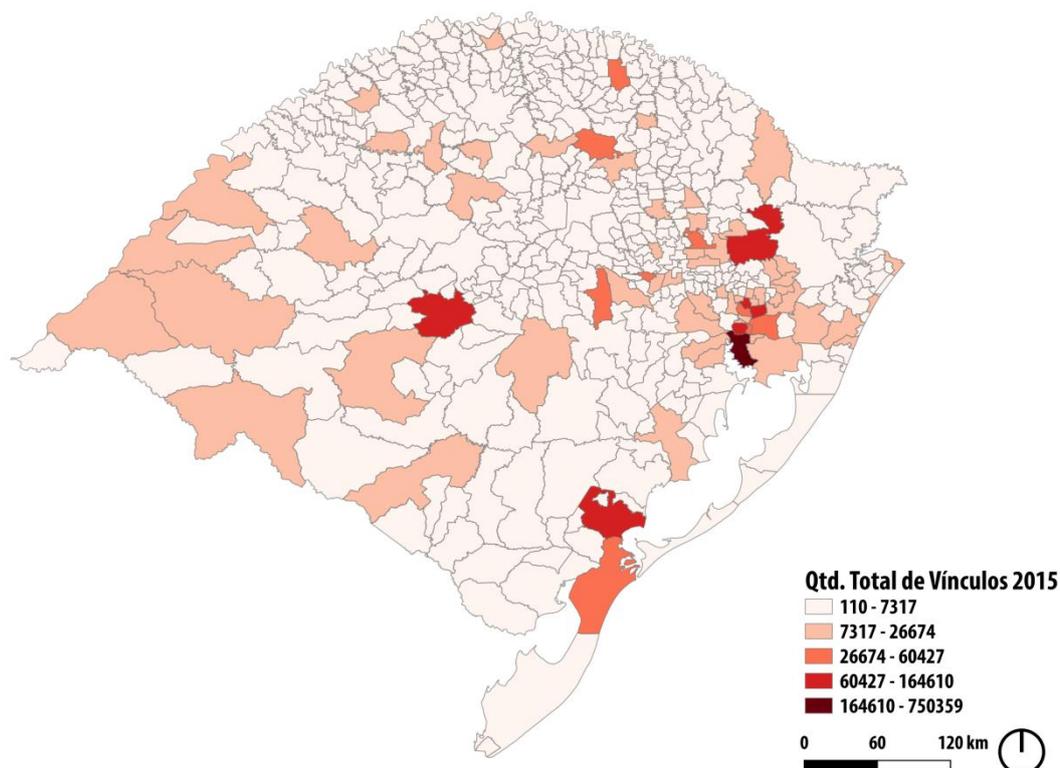
Para compreender espacialmente onde se localizam as empresas de TI, buscou-se verificar como se distribuem a quantidade de vínculos desse setor nos municípios, conforme ilustra o mapa da figura 20. Como forma comparativa, a figura 21 apresenta a quantidade de vínculos totais no RS, onde é possível perceber que o setor das empresas de TI possui uma distribuição espacial mais concentrada em algumas localidades. O município com maior quantidade de vínculos nas empresas de TI é Porto Alegre, bem como alguns municípios da RMPA, como Eldorado do Sul, São Leopoldo. Fora da RMPA aparecem algumas cidades polo, como Caxias do Sul, Lajeado, Passo Fundo e Pelotas.

Figura 20 – Quantidade de vínculos empregatícios empresas de TI em 2015



Fonte: autora com dados do PDET, 2019.

Figura 21 – Quantidade total de vínculos empregatícios no RS em 2015



Fonte: autora com dados do PDET, 2019.

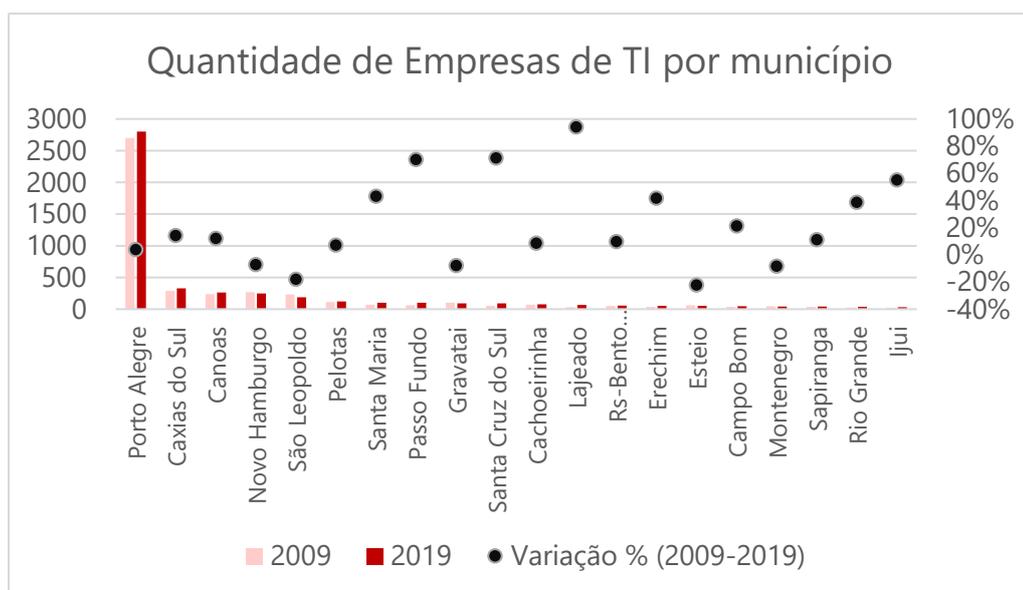
A fim de entender como a quantidade de empresas de TI variou de 2009 a 2019, o gráfico da figura 22 apresenta as 20 cidades do RS com o maior número de empresas de TI em 2019, bem como a variação percentual de quantidade de empresas de 2009 a 2019.

Nos dois cenários, Porto Alegre aparece liderando como o município com maior quantidade de empresas de TI, porém, no período, o aumento de número de empresas foi de somente 4%. Caxias do Sul e Canoas, a segunda e terceira colocadas com a maior quantidade de empresas, apresentaram aumento de 14% e 12%, respectivamente. Já Novo Hamburgo e São Leopoldo, apresentaram uma variação negativa no número de empresa no período, -7% e -18%. Entre as demais cidades, apesar de apresentarem uma quantidade muito pequena de empresas de TI (menos de 100 empresas), se destacam Santa Maria, com um aumento de 43% no período, Passo Fundo com 70%, Santa Cruz do Sul com 71%, e Lajeado com 94% de aumento.

Esse aumento percebido nessas cidades, pode ser um indicativo que o setor está aos poucos se descentralizando, e as empresas estão se instalando em outras

idades além da capital do estado, Porto Alegre. Outra informação relevante é que todas as cidades citadas contam com Universidades, bem como possuem ou estão em processo de estruturação de parques tecnológicos.

Figura 22 - Quantidade de empresas de TI 2009-2019 e variação percentual das 20 cidades com maior número de empresas do RS



Fonte: autora com base em PDET, 2019.

A figura 23 apresenta o gráfico com as 10 cidades que mais possuem vínculos no setor de TI, com a evolução entre 2009 e 2019 da quantidade desses vínculos. Porto Alegre aparece como a cidade que mais possui vínculos nesse setor, porém, em 2009, a cidade abarcava sozinha 48,18% dos vínculos, e em 2019 há uma queda para 45,30% dos vínculos totais do RS.

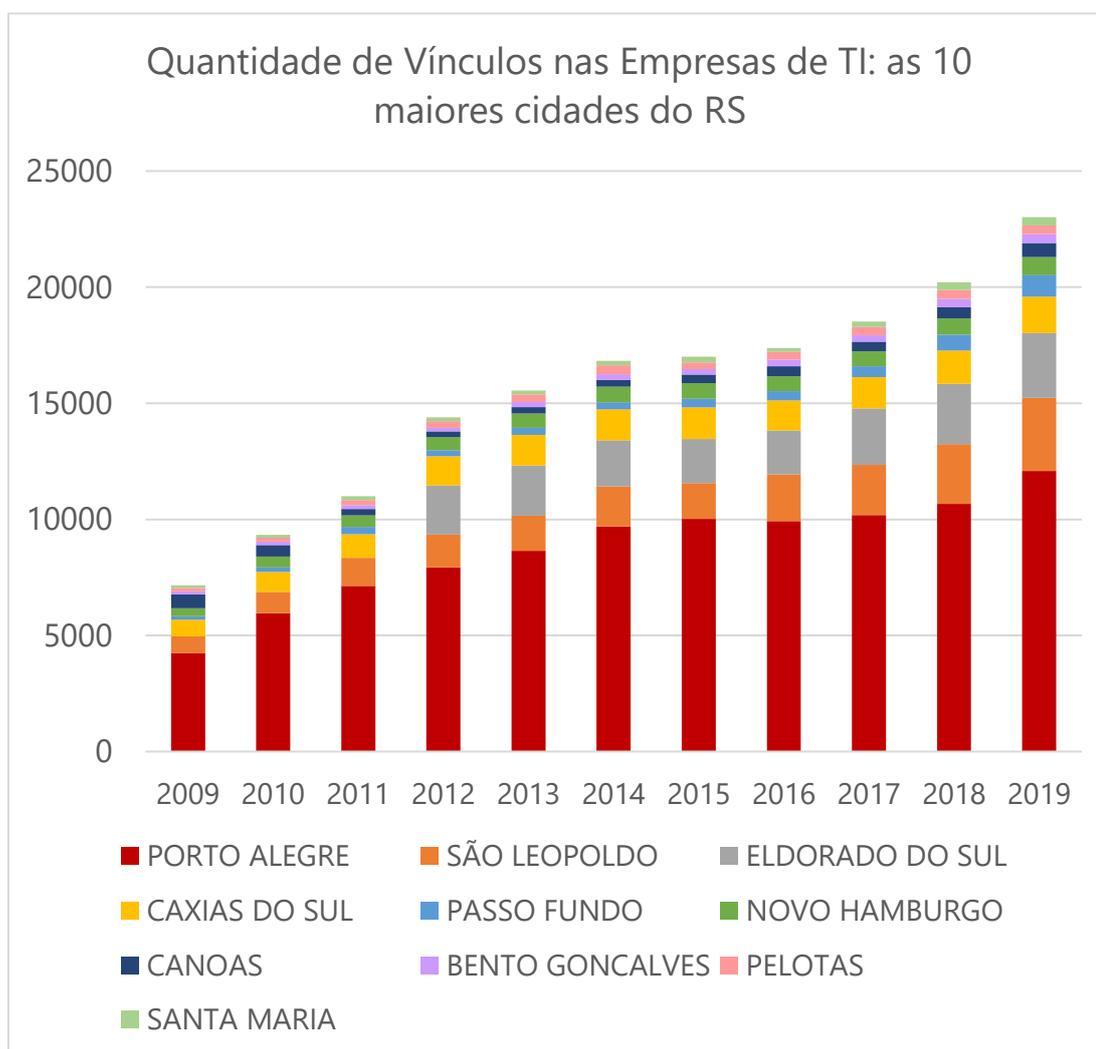
Porto Alegre é o grande pólo do estado do Rio Grande do Sul. Possui a maior população do estado e o maior PIB gaúcho. Possui o maior percentual de ocupados com ensino superior (27,81%) e o terceiro maior rendimento médio do estado. A cidade é sede de quatro universidades, a Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Estadual do Estado do Rio Grande do Sul (UERGS), a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e a Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA). Além de três Parques Tecnológicos, o TecnoPUC, o Feevale TECHpark Hub One Porto Alegre e o Zenit – Parque Científico e Tecnológico da UFRGS.

Destaca-se, também, como segunda cidade com maior número de vínculos, a cidade de São Leopoldo, na RMPA. Em 2009, o município representava 8,42% do total dos vínculos, e em 2019 o percentual aumentou para 11,77%. A cidade possui o 11º maior PIB e a 9º maior população do estado, bem como o 14º maior rendimento médio. A cidade é sede da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), que possui um dos maiores parques tecnológicos do estado, o Tecnosinos.

A partir de 2012, aparece como a terceira maior empregadora do setor a cidade de Eldorado do Sul, também da RMPA. O município, que não possuía vínculos nesse setor em 2009, em 2019 abarca 10,5% dos empregos do estado. A cidade, que faz divisa com Porto Alegre, abriga a multinacional DELL, que no período em questão retirou sua parte de desenvolvimento de sistema de dentro do TecnoPUC em Porto Alegre e instalou na sua fábrica em Eldorado do Sul (MILMAN, 2016).

Aparecem ainda como cidades com o maior número de vínculos: Caxias do Sul e Passo Fundo. Ambas são detentoras de 5,9% e 3,4% dos vínculos de TI do estado em 2019, respectivamente. Caxias do Sul, situada na serra gaúcha, apresenta o segundo maior PIB e segunda maior população do estado. É sede da Universidade de Caxias do Sul (UCS), bem como do parque tecnológico TecnoUCS. Já Passo Fundo apresenta o 6º maior PIB do estado e 12º maior população. É sede a Universidade de Passo Fundo (UPF), que também possui o parque tecnológico, o UPF Parque.

Figura 23 – Evolução da quantidade de vínculos empresas de TI nas 10 cidades do RS com maior quantidade de vínculos



Fonte: autora com base em PDET, 2019.

Esses resultados vão ao encontro do enunciado por Polèse e Schearmur (2004), que sugerem que a para este tipo de empresa, de serviços de tecnologia, a as vantagens da concentração espacial são fatores muito relevantes para sua localização.

Em suma, a abordagem tradicional da teoria da localização para economias de aglomeração e as abordagem mais recentes de regiões inovadoras baseadas da economia do conhecimento, ambas sugerem que a redução dos custos dos contatos face a face é uma das principais vantagens associadas à concentração espacial, especialmente para os serviços de alta tecnologia. Além disso, conforme apontam Polèse e Schearmur, (2004) as grandes cidades, ou as regiões metropolitanas, são

a escala na qual as economias de aglomeração mais eficazes ocorrem para este tipo de empresa.

Conforme apresentado nos resultados, mesmo que de forma sutil, existe um processo de descentralização das empresas de TI. Se, inicialmente, a cidade de Porto Alegre aparecia sozinha, como a maior empregadora e com a maior quantidade de empresas de TI do estado, gradativamente outras cidades vão despontando como pólos desse de setor. Porém, corroborando o que diz na literatura, essa descentralização ocorre de forma concentrada em outros municípios da região metropolitana, como São Leopoldo, Novo Hamburgo, Canoas e Eldorado do Sul, bem como em outras cidades pólo do estado como Caxias do Sul e Passo Fundo.

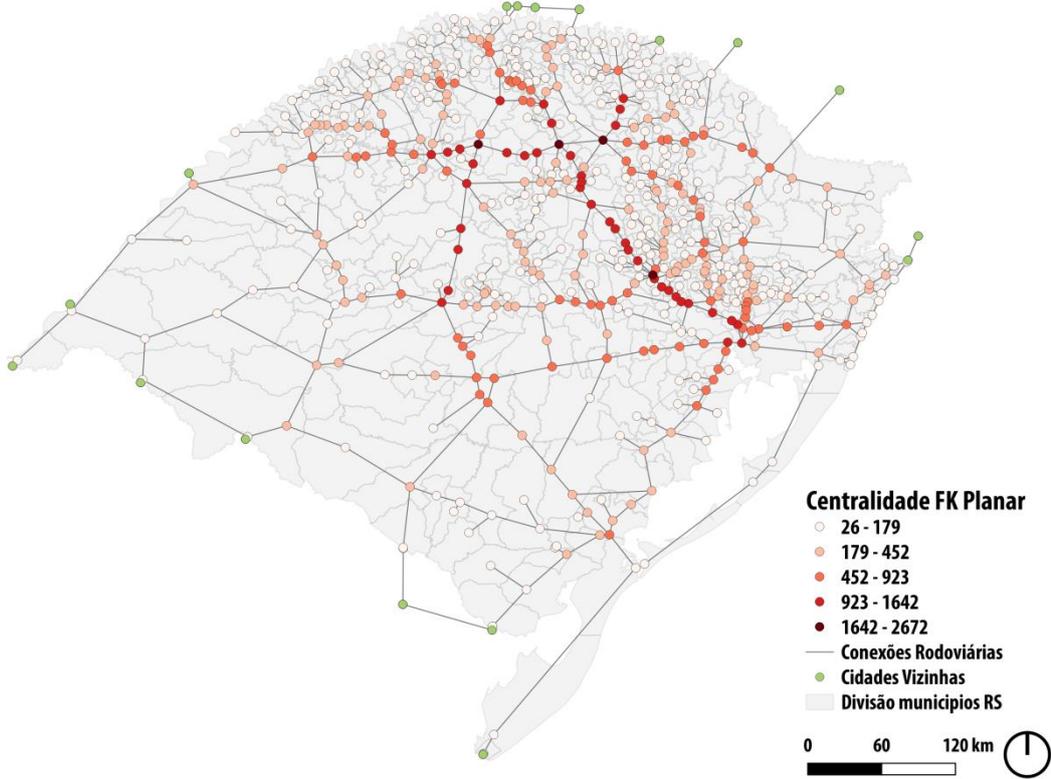
4.3 A CENTRALIDADE DA REDE DE MUNICÍPIOS DO RS

A questão central desta pesquisa é: como a configuração da rede regional de municípios contribui para entender a localização das empresas de TI? Esse item apresenta um primeiro resultado da análise, em que se testa a correlação entre a localização das empresas de TI com a centralidade computada apenas na rede configuracional. Para tanto, utiliza-se a modelagem planar da rede de municípios no RS, considerando somente a rede de rodovias (com impedâncias) e sem qualquer outro atributo dos municípios.

A figura 24 apresenta os resultados da centralidade Freeman-Krafta planar, a qual afere a importância relativa de um nó nos percursos (menores caminhos) do sistema. Relaciona-se à vantagem de um nó “estar entre os demais”, ou seja, recair mais vezes nos caminhos mínimos que conectam o sistema espacial. Dada essa hierarquia, a centralidade tem sido associada ao movimento de passagem (pessoas, mercadorias, tráfego).

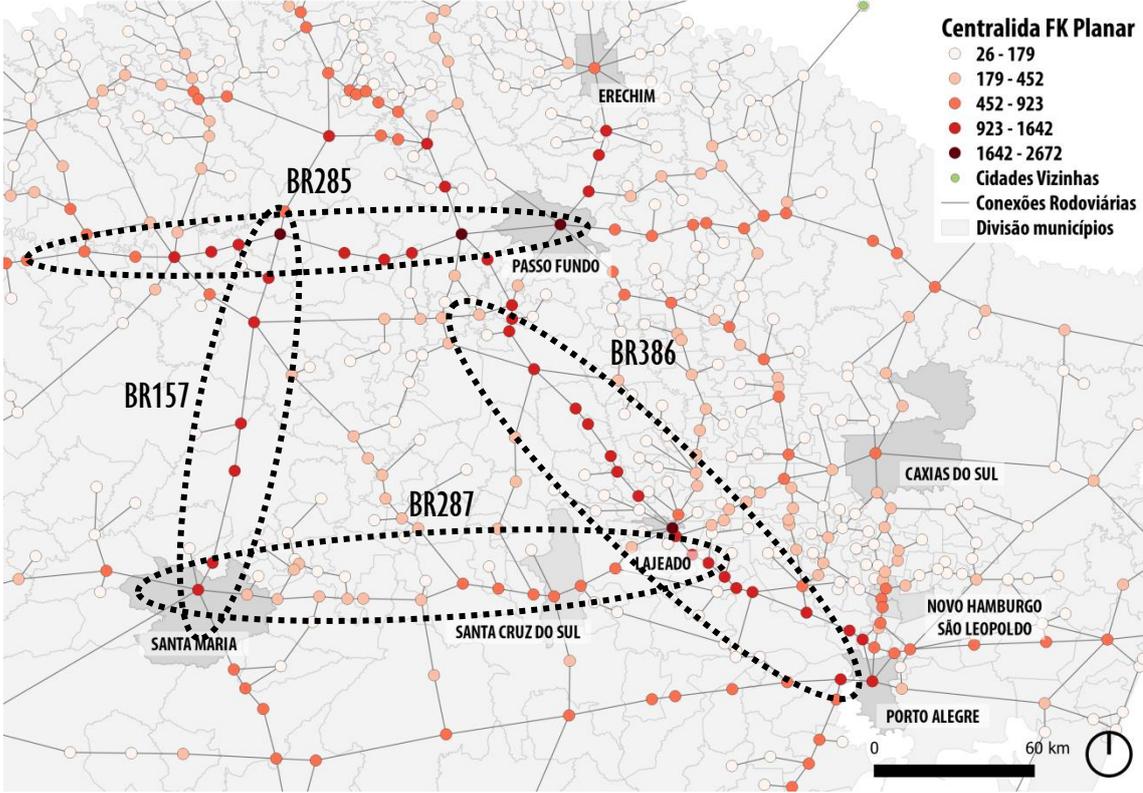
Pode-se observar, na figura 25, que se destacam altos valores de centralidade nos municípios que formam eixos importantes. Um destes eixos aparece ao longo da BR-386, que conecta a RMPA em direção a Passo Fundo, passando por Lajeado. Aparecem também a BR-158 ligando Santa Maria-Cruz Alta, BR-285 que conecta Passo Fundo, Carazinho e Ijuí ao norte do estado. A BR-287 forma outro importante eixo leste/oeste para o estado, passando por Santa Cruz do Sul.

Figura 24 – Centralidade FK Planar



Fonte: autora

Figura 25 – Zoom Centralidade FK Planar

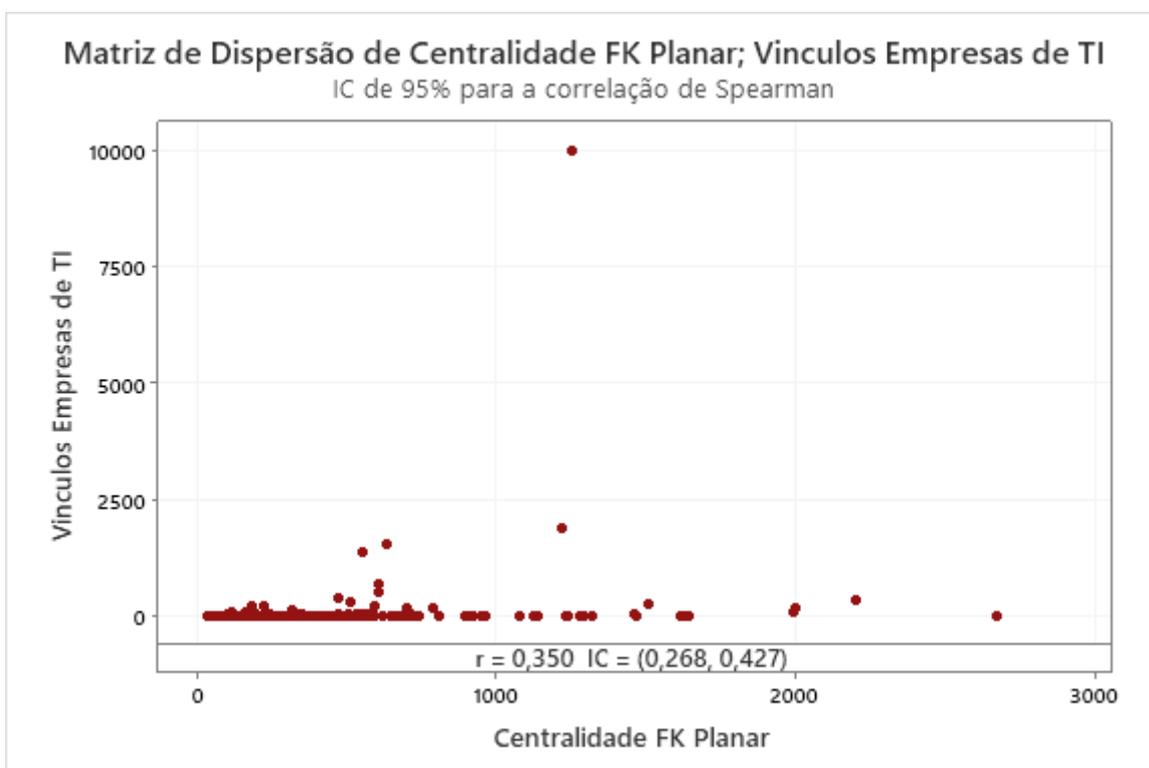


Fonte: autora

Uma primeira observação geral sobre a rede espacial do RS é que esta se apresenta de forma bastante heterogênea, evidenciando uma forte distinção entre as metades norte e sul. Na porção norte a rede é densa e concentrada, com pequenas distâncias entre os nós. Também se verifica que alguns nós (cidades) apresentam uma grande quantidade de conexões, atuando como uma espécie de hubs, ou seja, conectores com potencial de afetar a capacidade e a eficiência do movimento de pessoas e mercadorias, como Lajeado e Passo Fundo. Já na porção sul, a rede é dispersa e as distâncias são maiores. Tal configuração encontra suas origens no processo histórico de ocupação do RS, conforme já evidenciado no tópico 4.1 desse capítulo.

A figura 26 apresenta a correlação de Spearman entre os valores calculados de Centralidade FK planar e quantidade de vínculos de TI nos municípios. A correlação é existente e positiva, porém de fraca para moderada ($r=0,350$), o que demonstra que o componente espacial sozinho não consegue explicar a localização desse tipo de empresa.

Figura 26 – Matriz de Dispersão



Fonte: autora

A tabela 11 apresenta o ranking das 25 cidades com maiores valores de centralidade FK planar, em primeiro lugar aparece Carazinho, seguido de Passo Fundo e Lajeado. Ambas as cidades configuram grandes hubs de conexão rodoviária para o estado, possivelmente por isso apresentam elevados valores de centralidade FK planar.

Das cidades que desempenham bem tanto na Centralidade FK planar e nos vínculos das empresas de TI estão Passo Fundo, 2º em centralidade e 8º em vínculos, Porto Alegre 19º em centralidade e 1º em vínculos, e Eldorado do Sul 22º em Centralidade FK e 2º em vínculos nas empresas de TI.

Tabela 11 - Ranking das 25 cidades com maiores valores de Centralidade FK

Município	Centralidade FK Planar	Ranking Centralidade	Vínculos empresas de TI	Ranking Vínculos em TI
Carazinho	2671,892	1º	14	48º
Passo Fundo	2199,792	2º	360	8º
Lajeado	1996,815	3º	157	16º
Panambi	1995,314	4º	77	19º
Soledade	1642,051	5º	4	77º
Tio Hugo	1634,285	6º	0	103º
Cruz Alta	1615,417	7º	14	49º
Santa Maria	1511,198	8º	245	10º
Sarandi	1470,081	9º	24	40º
Estrela	1467,122	10º	5	71º
Ijuí	1458,450	11º	59	24º
Palmeira das Missões	1317,944	12º	0	104º
Marques de Souza	1295,451	13º	0	105º
Saldanha Marinho	1292,389	14º	0	106º
Fontoura Xavier	1291,158	15º	0	107º
Santa Bárbara do Sul	1288,103	16º	0	108º
São José do Herval	1282,990	17º	0	109º
Pouso Novo	1281,103	18º	0	110º
Porto Alegre	1252,546	19º	10025	1º
Tabaí	1237,865	20º	0	111º
Coxilha	1234,957	21º	0	112º
Eldorado do Sul	1220,610	22º	1903	2º
Júlio de Castilhos	1141,334	23º	0	113º
Fazenda Vilanova	1137,784	24º	0	114º
Itaara	1134,279	25º	0	115º

Fonte: autora

4.4 A CENTRALIDADE PONDERADA COM FATORES DE LOCALIZAÇÃO DAS EMPRESAS DE TI:

Este item da análise incorpora os fatores locacionais importantes para as empresas de TI (definidos no item 2 da metodologia), incluindo os atributos específicos presentes em cada município como ponderações no modelo de centralidade. Inicialmente, foram testadas diferentes combinações de carregamentos do modelo de Centralidade FK, visando um melhor ajuste com os dados reais de quantidade de vínculos em empresas de TI.

A tabela 12 apresenta uma síntese dos 47 testes realizados. Esses foram realizados combinando os cinco indicadores selecionados. Para cada combinação de indicadores foi calculada a média aritmética e a média geométrica. Na coluna da direita são apresentadas as correlações Spearman entre a Centralidade FK calculada com o carregamento em questão com a quantidade de vínculos de TI. As correlações estatísticas foram calculadas utilizando o Software MiniTab (IC = 95%).

Tabela 12 – Testes de carregamento e correlações (destacando em rosa o valor mais alto de correlação obtido)

Teste	Forma de Cálculo do Carregamento	Correlação Spearman Centralidade FK com Vínculos de TI
Carregamento 1	$= PIB_n$	0,485
Carregamento 2	$= P_n$	0,488
Carregamento 3	$= ES_n$	0,357
Carregamento 4	$= M_n$	0,414
Carregamento 5	$= D_n$	0,433
Carregamento 6	$= (PIB_n + P_n + ES_n + M_n + D_n) / 5$	0,413
Carregamento 7	$= (PIB_n * P_n * ES_n * M_n * D_n)^{1/5}$	0,427
Carregamento 8	$= (P_n + ES_n + M_n + D_n) / 4$	0,409
Carregamento 9	$= (P_n * ES_n * M_n * D_n)^{1/4}$	0,427
Carregamento 10	$= (PIB_n + ES_n + M_n + D_n) / 4$	0,406
Carregamento 11	$= (PIB_n * ES_n * M_n * D_n)^{1/4}$	0,426

Carregamento 12	$= (PIB_n + P_n + M_n + D_n) / 4$	0,490
Carregamento 13	$= (PIB_n * P_n * M_n * D_n)^{1/4}$	0,426
Carregamento 14	$= (PIB_n + P_n + ES_n + D_n) / 4$	0,410
Carregamento 15	$= (PIB_n * P_n * ES_n * D_n)^{1/4}$	0,483
Carregamento 16	$= (PIB_n + P_n + ES_n + M_n) / 4$	0,387
Carregamento 17	$= (PIB_n * P_n * ES_n * M_n)^{1/4}$	0,427
Carregamento 18	$= (ES_n + M_n + D_n) / 3$	0,400
Carregamento 19	$= (ES_n * M_n * D_n)^{1/3}$	0,426
Carregamento 20	$= (PIB_n + M_n + D_n) / 3$	0,484
Carregamento 21	$= (PIB_n * M_n * D_n)^{1/3}$	0,424
Carregamento 22	$= (PIB_n + P_n + D_n) / 3$	0,489
Carregamento 23	$= (PIB_n * P_n * D_n)^{1/3}$	0,491
Carregamento 24	$= (PIB_n + P_n + ES_n) / 3$	0,382
Carregamento 25	$= (PIB_n * P_n * ES_n)^{1/3}$	0,475
Carregamento 26	$= (P_n + ES_n + M_n) / 3$	0,380
Carregamento 27	$= (P_n * ES_n * M_n)^{1/3}$	0,426
Carregamento 28	$= (PIB_n + P_n) / 2$	0,489
Carregamento 29	$= (PIB_n * P_n)^{1/2}$	0,490
Carregamento 30	$= (PIB_n + ES_n) / 2$	0,368
Carregamento 31	$= (PIB_n * ES_n)^{1/2}$	0,455
Carregamento 32	$= (PIB_n + M_n) / 2$	0,410
Carregamento 33	$= (PIB_n * M_n)^{1/2}$	0,421
Carregamento 34	$= (PIB_n + D_n) / 2$	0,475
Carregamento 35	$= (PIB_n * D_n)^{1/2}$	0,485
Carregamento 36	$= (P_n + ES_n) / 2$	0,374
Carregamento 37	$= (P_n * ES_n)^{1/2}$	0,458
Carregamento 38	$= (P_n + M_n) / 2$	0,484
Carregamento 39	$= (P_n * M_n)^{1/2}$	0,421
Carregamento 40	$= (P_n + D_n) / 2$	0,486
Carregamento 41	$= (P_n * D_n)^{1/2}$	0,487
Carregamento 42	$= (ES_n + M_n) / 2$	0,364
Carregamento 43	$= (ES_n * M_n)^{1/2}$	0,421
Carregamento 44	$= (ES_n + D_n) / 2$	0,395

Carregamento 45	$= (E_{s_n} * D_n)^{1/2}$	0,440
Carregamento 46	$= (M_n + D_n) / 2$	0,474
Carregamento 47	$= (M_n * D_n)^{1/2}$	0,422

Fonte: autora

Onde:

PIB_n = PIB normalizado

P_n = População normalizada

E_{s_n} = Percentual dos ocupados com Ensino Superior normalizada

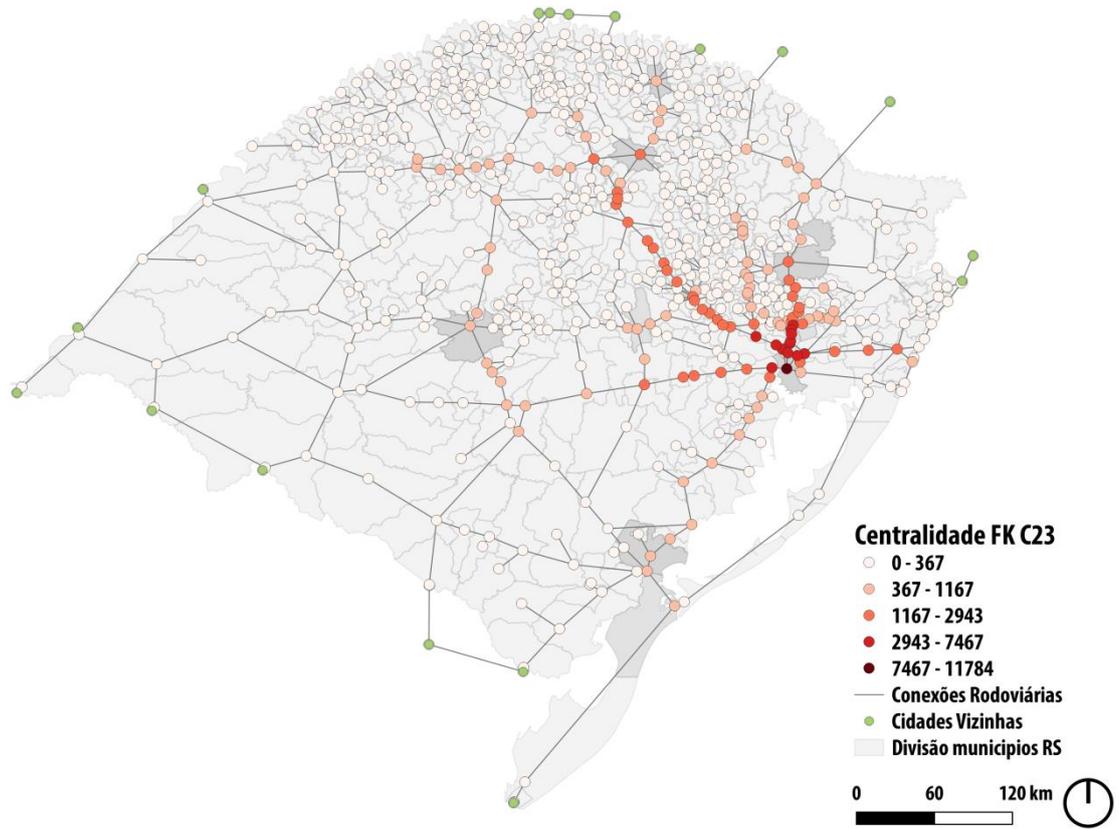
M_n = Matrículas em Universidades normalizada

D_n = Densidade Populacional normalizada

Conforme demonstrado na tabela 12, o maior valor de correlação obtido com o número de vínculos nas empresas de TI foi utilizando como carregamento número 23 nos nós para o cálculo da medida de Centralidade FK. O carregamento em questão é resultado da média geométrica entre PIB, população e densidade populacional.

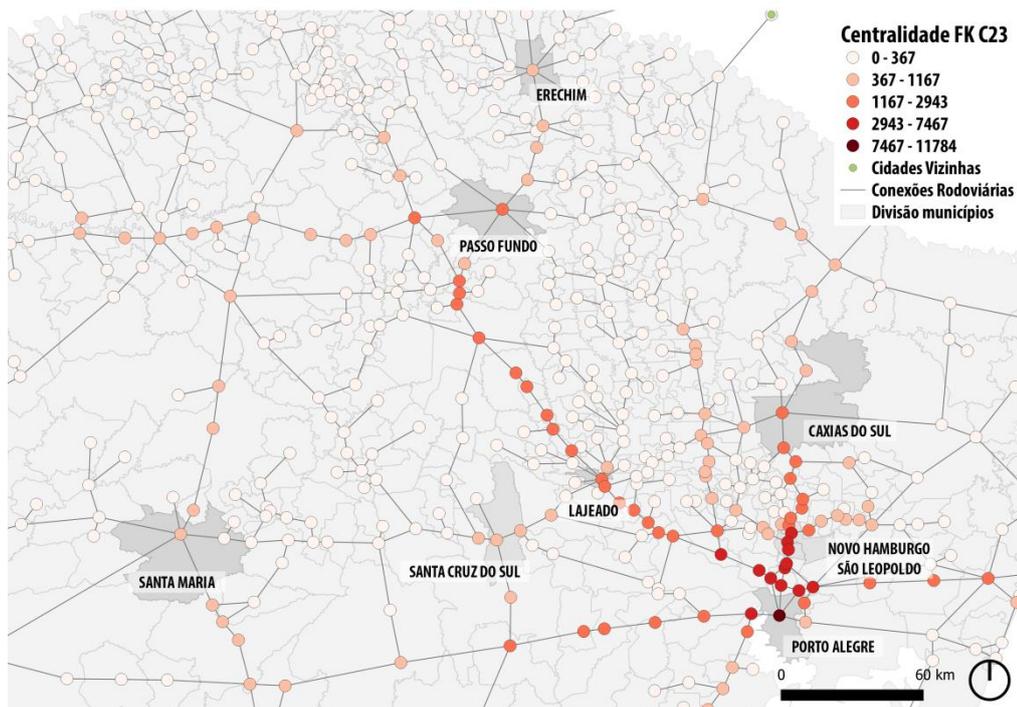
As figuras 27 e 28 apresentam os resultados da Centralidade FK Ponderada com o Carregamento 23. No mapa é possível identificar a presença de alguns eixos de municípios que são conectados por rodovias importantes para o estado. O maior destaque aparece para o eixo de municípios de Porto Alegre a Caxias do Sul, conectados pela BR116. Em segundo lugar aparece o eixo de Porto Alegre a Passo Fundo, passando por Lajeado, conectado através da BR386.

Figura 27 – Centralidade FK Ponderada com o Carregamento 23



Fonte: autora

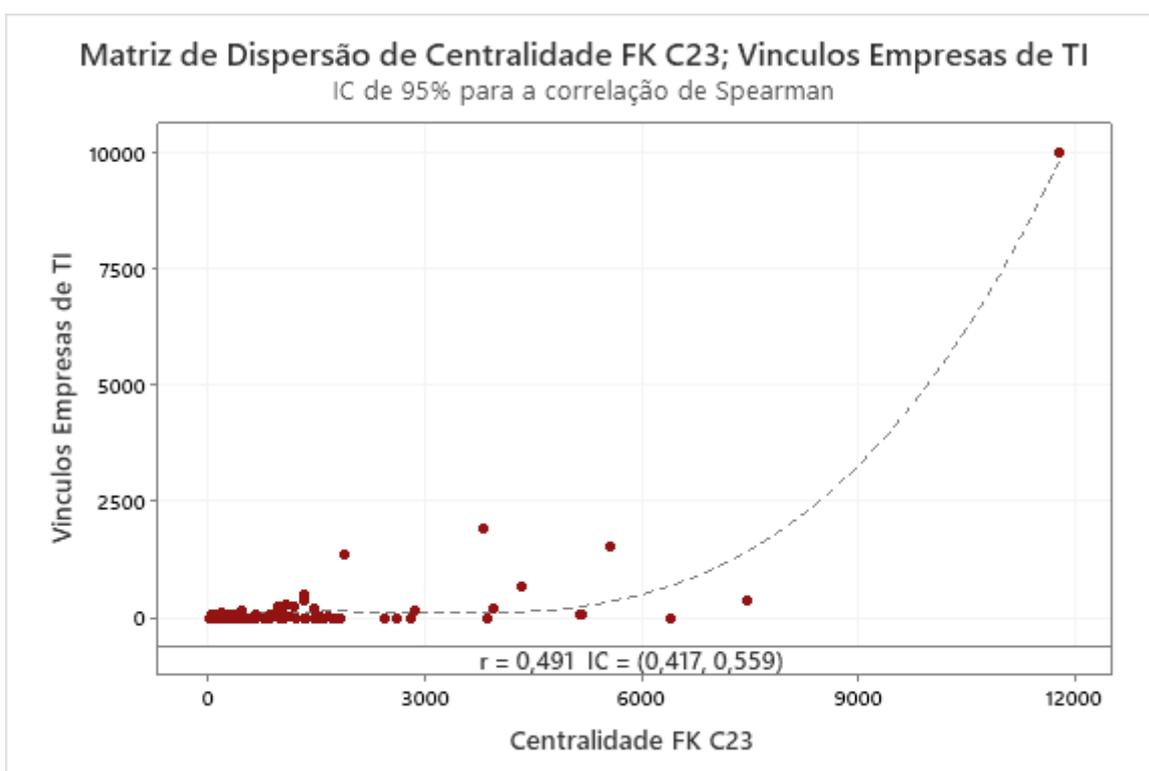
Figura 28 – Zoom Centralidade FK Ponderada com o Carregamento 23



Fonte: autora

A figura 29 apresenta o gráfico de dispersão da correlação Spearman (IC= 95%) entre os valores calculados de Centralidade FK ponderada com o Carregamento 23 e a quantidade de vínculos de TI nos municípios. A correlação é positiva e considerada moderada ($r=0,491$).

Figura 29 – Matriz de Dispersão



Fonte: autora

A tabela 13 apresenta o ranking das 25 cidades com maiores valores de Centralidade FK ponderada com o C23. Em primeiro lugar aparece Porto Alegre, que também é a primeira colocada no ranking de vínculos de TI. Na sequência aparece Canoas, Sapucaia do Sul, São Leopoldo, Cachoeirinha, Gravataí, Novo Hamburgo, Esteio, Nova Santa Rita e Eldorado do Sul, todos municípios pertencentes à RMPA. Entre esses 10 municípios estão São Leopoldo, Eldorado, Novo Hamburgo e Canoas que também constam entre os 10 municípios com maior quantidade de vínculos de empresas de TI, demonstrando que o modelo ponderado conseguiu se aproximar da distribuição da localização dessas empresas. Os municípios como Sapucaia do Sul, Gravataí, Cachoeirinha e Nova Santa Rita poderiam ser interpretados como municípios com potencial para instalação desse tipo de empresas.

Tabela 13 - Ranking das 25 cidades com maiores valores de Centralidade FK C23

Município	Centralidade FK C23	Ranking Centralidade	Vínculos TI	Ranking Vínculos de TI
Porto Alegre	11784,177	1	10025	1
Canoas	7466,951	2	379	7
Sapucaia do Sul	6399,790	3	8	58
São Leopoldo	5548,619	4	1530	3
Cachoeirinha	5175,461	5	68	22
Gravataí	5128,410	6	55	27
Novo Hamburgo	4329,746	7	674	5
Esteio	3940,189	8	219	13
Nova Santa Rita	3860,552	9	0	103
Eldorado do Sul	3801,495	10	1903	2
Lajeado	2849,778	11	157	16
Tabaí	2795,063	12	0	104
Estrela	2605,308	13	5	71
Fazenda Vilanova	2425,930	14	0	105
Caxias do Sul	1885,954	15	1368	4
Guaíba	1828,027	16	8	59
Soledade	1824,087	17	4	77
Alvorada	1730,422	18	27	37
Marques de Souza	1728,762	19	0	106
Pouso Novo	1703,148	20	0	107
Fontoura Xavier	1699,557	21	0	108
São José do Herval	1699,322	22	0	109
Tio Hugo	1684,520	23	0	110
Carazinho	1659,370	24	14	48
Pantano Grande	1588,855	25	0	111

Fonte: autora

Pode-se destacar situações de municípios com desempenho acima ou abaixo do resultado previsto pela modelagem. Por exemplo, municípios como Sapucaia do Sul, Gravataí, Cachoeirinha e Nova Santa Rita, tem altos valores de centralidade, mas poucos vínculos de TI. Em outras palavras, tais municípios têm localização estratégica na rede regional e também atributos de localização adequados (PIB, população total e densidade populacional). No entanto, outros fatores estão atuando para que o setor de empresas de TI não seja tão expressivo, sendo que uma explicação aprofundada desses fatores foge ao escopo deste trabalho. Tais municípios poderiam ser interpretados como tendo alto potencial para instalação desse tipo de empresas.

O caso de Eldorado do Sul e Caxias do Sul ilustra a situação contrária. Eldorado do Sul é o 10º colocado em centralidade ponderada, no entanto, é o segundo em vínculos de TI. Observando-se que Eldorado do Sul ocupa a 22ª posição em centralidade planar (tabela 11) verifica-se que seus atributos de atração de empresas de TI devem ter compensado a menor centralidade configuracional. Cabe destacar que, nesse caso, a localização de uma grande empresa multinacional de computadores é responsável por essa grande quantidade de vínculos.

Já Caxias do Sul é a 15ª colocada em centralidade ponderada e a 4ª em vínculos de TI. O município nem chega a constar no ranking das 25 maiores centralidades planares (tabela 11). Nesse caso, os atributos de atração de empresas de TI (PIB, população total e densidade populacional) tiveram um peso substancial para atingir a 4ª maior quantidade de vínculos em TI. Trata-se de um município fortemente industrializado (indústrias intensivas em tecnologia), que desempenha acima do esperado em vínculos de TI.

Os resultados aqui apresentados demonstram que as novas tecnologias não foram “aniquiladoras” das distâncias, e que as empresas TI mesmo que, teoricamente, possam estar localizadas em qualquer lugar do território, acabam por se fixar em regiões metropolitanas ou grandes cidades. O que isso nos diz sobre a distância?

Permanecendo com produtos intensivos em conhecimento, onde a mão de obra qualificada é o principal recurso raro, podemos dizer que estamos diante de duas verdades concorrentes. Muitos bens e serviços são de fato cada vez menos sensíveis aos custos de transporte, mas aqueles que produzem esses bens e serviços não são. Se a distância estivesse realmente morta, então não importaria onde se escolhesse viver, já que se poderia consumir as comodidades do lugar X, não importando onde. Da mesma forma, a produção poderia ocorrer em qualquer lugar, já que os mesmos insumos de trabalho e conhecimento poderiam ser consumidos em qualquer lugar. Ambas as afirmações são manifestamente falsas. Esta é simplesmente outra forma de afirmar que as economias de aglomeração continuam importantes, especificamente aquelas derivadas da escala e do alcance dos mercados de trabalho. A inferência óbvia que se segue é que a chamada “morte da distância” não significa necessariamente o fim da concentração espacial da atividade econômica; pelo contrário. (TRADUÇÃO NOSSA, POLÈSE E SCHEARMUR, 2004, p. 437).

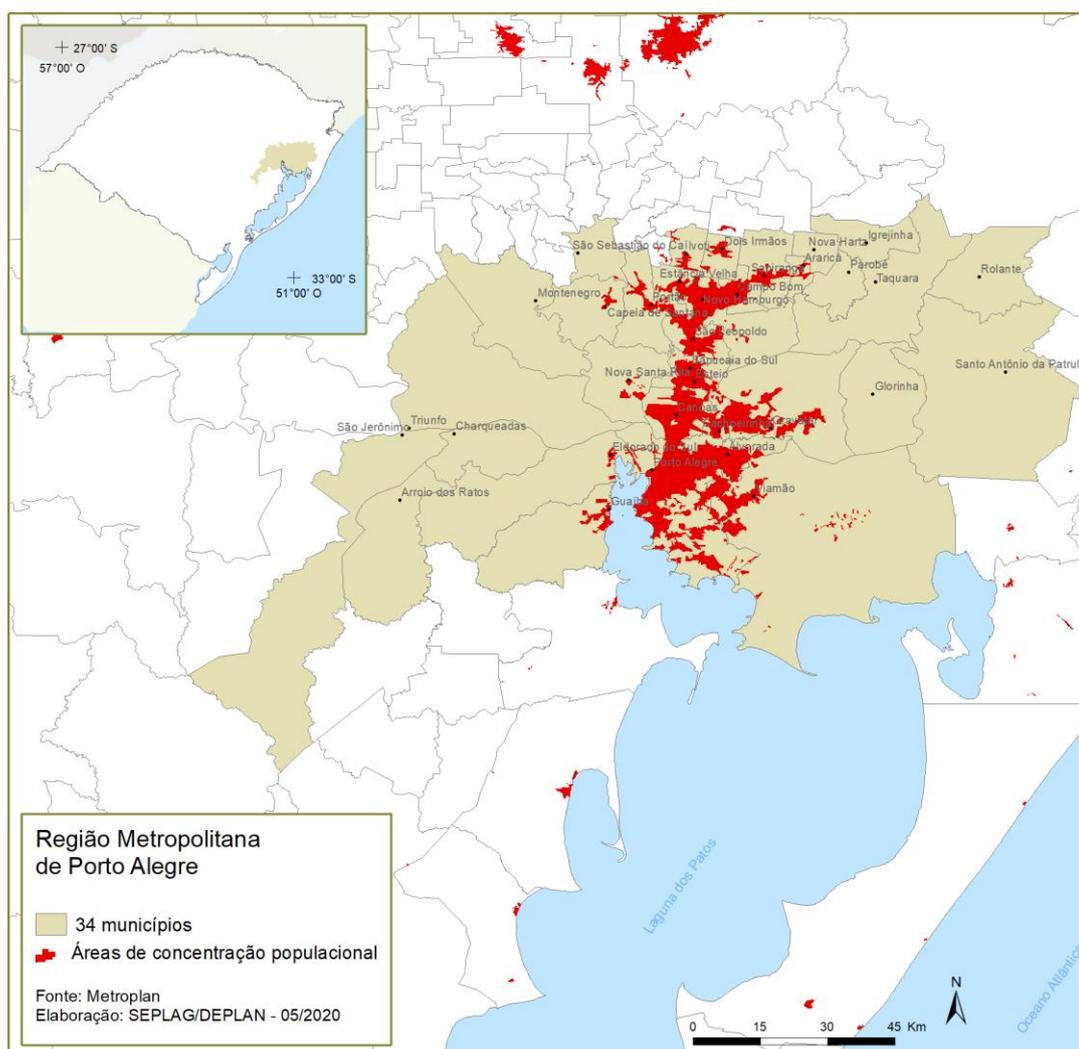
A importância das grandes cidades nos processos de inovação, e por sua vez a implantação de empresas baseadas em inovação e tecnologia, também é defendida por Florida, Adler e Mellander (2016):

Assim, nossa afirmação central de que a cidade e a região estão no centro dos processos de inovação, empreendedorismo e criatividade e que as cidades e as regiões são a unidade organizadora central desses processos. É a própria cidade que reúne as empresas, indivíduos, talentos e outras instituições e serviços que impulsionam esses processos críticos. Essencialmente, a inovação e o empreendedorismo são um processo urbano ou regional, mais do que a nível empresarial ou individual. De fato, em nossa opinião, o lugar veio para substituir a corporação industrial como a principal unidade de organização econômica e social de nosso tempo. As cidades sempre foram motores importantes do crescimento econômico, mas estão assumindo uma importância ainda maior na economia de inovação, impulsionada pelo conhecimento de hoje, onde os ecossistemas baseados no local são fundamentais para o crescimento econômico. Mas a inteligência por si só conta apenas parte da história. Ainda mais importante é a aptidão para organizar e concentrar toda essa inteligência bruta que está disponível. As cidades não são apenas recipientes para pessoas inteligentes; eles são a infraestrutura capacitadora onde as conexões ocorrem, as redes são construídas e as combinações inovadoras são consumadas. (TRADUÇÃO NOSSA, FLORIDA, ADLER E MELLANDER, 2016, p. 13).

Portanto, neste cenário de economia do conhecimento, onde as cidades e regiões metropolitanas aparecem como concentradoras dos processos de inovação, através dos resultados obtidos é possível perceber que no RS a RMPA exerce papel de protagonista, onde observamos que no caso das empresas de TI, quase 80% do total de vínculos existentes no setor no estado estão concentrados nos seus 35 municípios.

Porém, mesmo dentro desta região metropolitana, existe uma maior concentração destas empresas nas cidades maiores, e mais próximas da capital. Onze cidades (Porto Alegre, Eldorado do Sul, São Leopoldo, Novo Hamburgo, Montenegro, Canoas, Campo Bom, Esteio, Sapiranga, Cachoeirinha e Gravataí) - que aparecem na figura 30 entre as marcadas em vermelho, como áreas de concentração populacional - formam um núcleo dentro da RMPA, e juntas concentram mais de 77% dos vínculos em TI do RS, expondo que mesmo dentro da região existe um desequilíbrio.

Figura 30 – Mapa da RMPA e Áreas de concentração populacional



Fonte: SECRETARIA, 2020.

De acordo com Martin (2015), pela visão da equidade social, estes desequilíbrios regionais persistentes prejudicam o estado ou a nação como um todo, visto que algumas regiões são economicamente ineficientes, “uma vez que a subutilização e o baixo desempenho dos trabalhadores e da capacidade produtiva em regiões “atrasadas” significam que a riqueza nacional é menor do que poderia ser.” (TRADUÇÃO NOSSA, MARTIN, 2015, p. 244). Por tanto, nesta visão, as políticas que elevam a produtividade dos recursos humanos e de capital nessas regiões “atrasadas” sem afetar as regiões “líderes”, aumentarão não somente o desempenho das regiões atrasadas, mas de toda a economia.

Uma forma possível de tornar o desenvolvimento mais equilibrado no espaço, poderia ser fortalecendo a formação dos corredores de desenvolvimento.

Considerando que alguns pólos existentes no RS se situam a certa distância da capital, como Caxias do Sul, Passo Fundo, Pelotas e Santa Maria, seria possível fortalecer estas conexões entre estes municípios, podendo os pontos (cidades) existentes ao longo de tais conexões se beneficiarem justamente pela sua localização nestes eixos, conforme sugerem Colling e Piffer, 2016.

Por tanto, como forma complementar de análise, visando verificar se existe o potencial para a formação destes corredores de desenvolvimento, foram selecionados os eixos demonstrados nas figuras 27 e 28, e avaliado quanto esses eixos capturam da centralidade total do sistema e dos vínculos de empresas de TI. A síntese desses dados está apresentada na tabela 14.

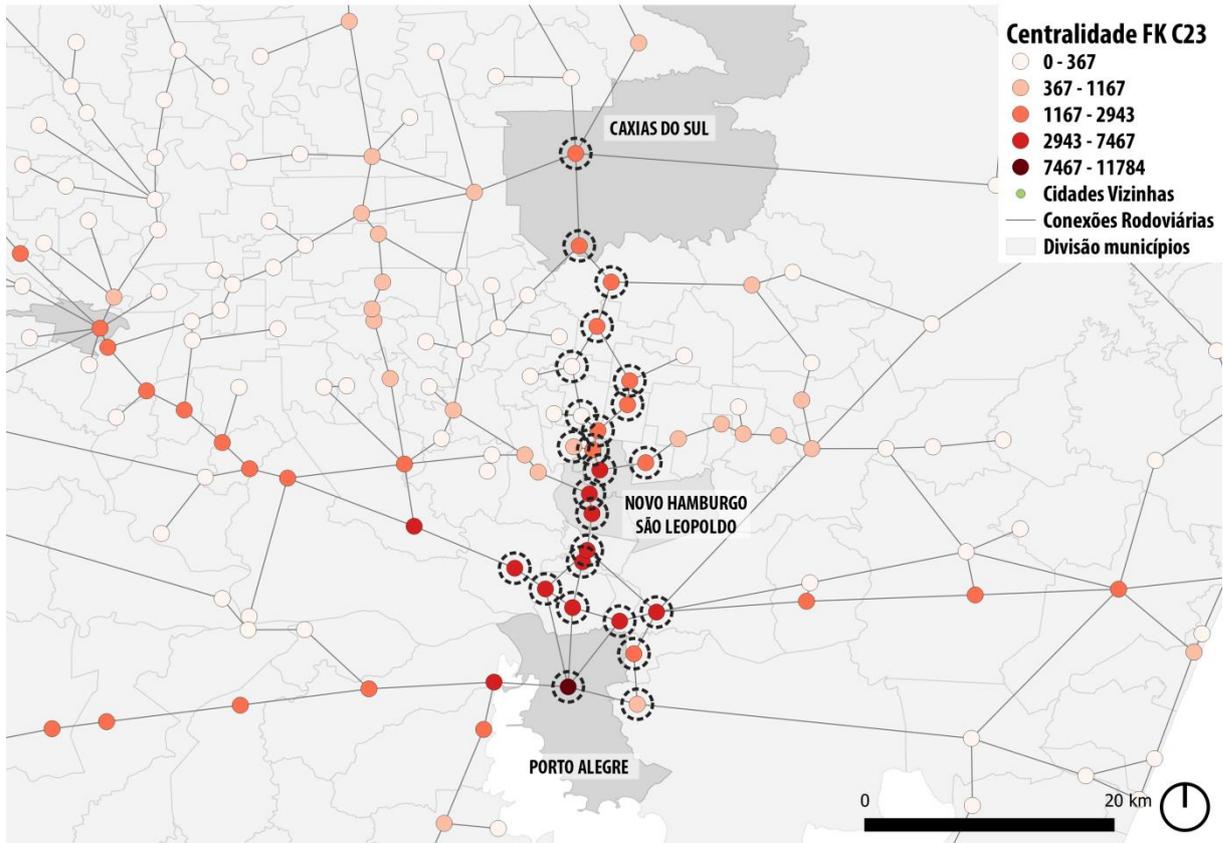
Tabela 14 – Eixos

	Qtd. de nós	% nós	Soma Centralidade FK C23	Percentual Centralidade	Vínculos empresas TI	% Vínculos TI
Total do Sistema	609	100%	228341,135	100,00%	20155	100%
Eixo Porto Alegre Caxias	25	4,11%	79357,469	34,75%	14695	72,91%
Eixo Porto Alegre Passo Fundo	23	3,78%	66255,766	29,02%	10930	54,23%
Eixo Porto Alegre Santa Maria	14	2,30%	29277,927	12,82%	12176	60,4%
Eixo Porto Alegre Pelotas	16	2,63%	15637,429	6,85%	12289	61,0%

Fonte: autora

A figura 31 apresenta os municípios que compõem o eixo Porto Alegre – Caxias do Sul. Esse eixo, conforme demonstrado na tabela 14, é composto por 25 nós do sistema, o que representa apenas 4,11% do total de nós, e captura 34,75% da Centralidade FK. Além disso, o eixo concentra 72,91% dos vínculos das empresas de TI, demonstrando que, possivelmente, esse é o eixo com a maior destaque para a instalação desse tipo de empresas.

Figura 31 – Eixo Porto Alegre - Caxias do Sul

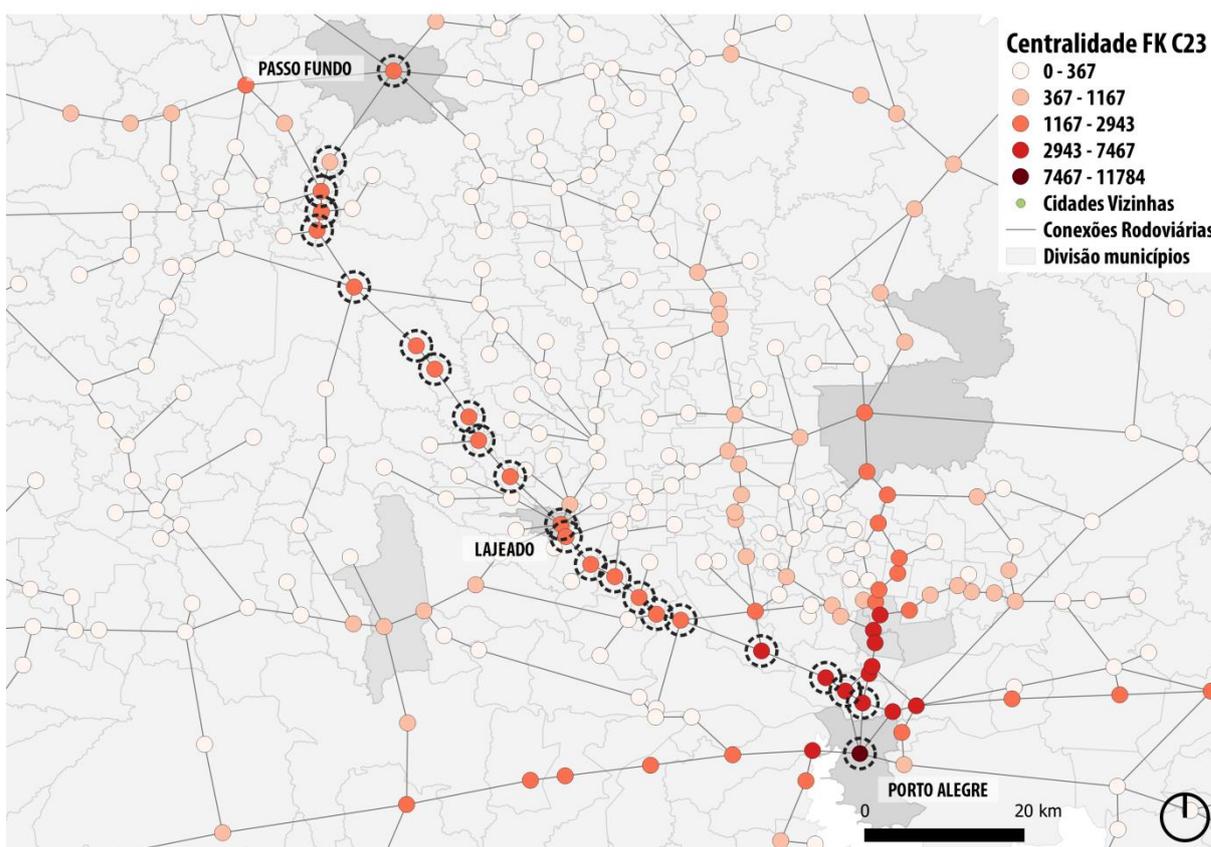


Fonte: autora

A figura 32 apresenta os municípios que compõem o eixo Porto Alegre – Passo Fundo. Formado por 23 nós, que representam 3,78% dos nós, e capturam 29,02% da centralidade do sistema. Nesse eixo estão concentradas 54,23% dos vínculos das empresas de TI. Uma das cidades que compõem este eixo e que aparece com grande valor de centralidade é Lajeado (11º no ranking), que possui o 17º maior PIB do RS, e que funciona como um município polarizador para a Região dos Vales. O município possui Universidade (a Univates), bem como um Parque Tecnológico vinculado à mesma, o Tecnovates.

As cidades situadas entre Lajeado e Porto Alegre, como Estrela, Fazenda Vila Nova e Tabai, aparecem com altos valores de centralidade, porém não possuem ou possuem pouquíssimos vínculos nesse ramo, indicando um possível potencial para que esses municípios forneçam incentivos para esse tipo de empresas.

Figura 32 - Eixo Porto Alegre - Passo Fundo

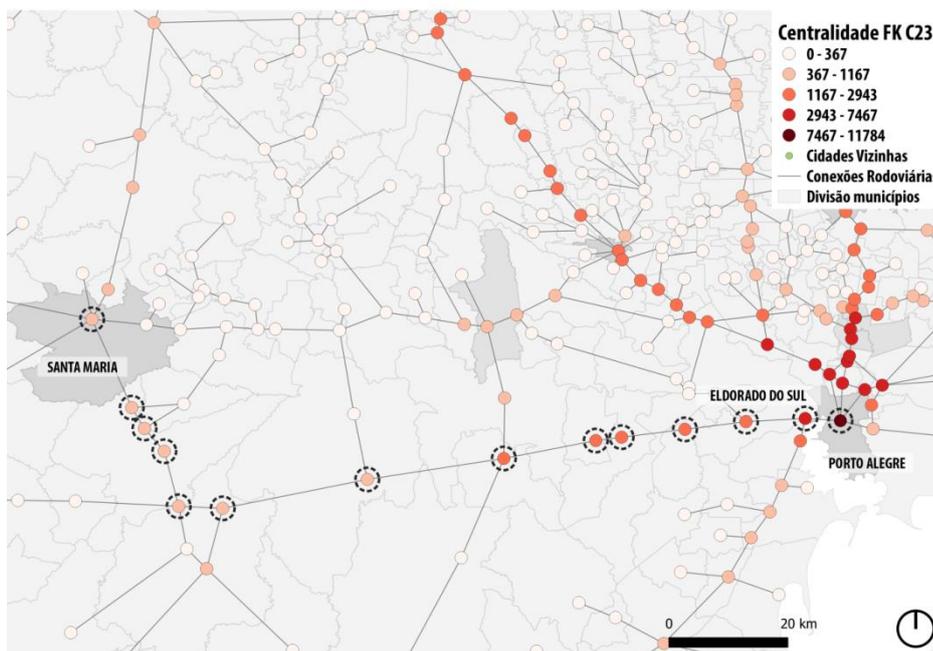


Fonte: autora

A figura 33 apresenta os municípios que compõem o eixo Porto Alegre – Santa Maria. O Eixo em questão é formado por 16 nós, que representam 2,63% dos nós do sistema, e capturam 12,82% da centralidade do sistema. Nesse eixo estão concentradas 60,4%% dos vínculos das empresas de TI, porém, este número só é alto pois estão contabilizadas no eixo Porto Alegre e Eldorado do Sul, as duas cidades com maior número de vínculos.

Uma particularidade deste eixo é que existem duas rotas usuais para conectar Porto Alegre à Santa Maria, uma é a que ficou destacada pelo modelo que é formada pela BR290 e a outra é formada pela BR 386, chegando até Lajeado e seguindo o pela RS287, passando por Santa Cruz, em direção a Santa Maria. O modelo não conseguiu capturar essa segunda rota.

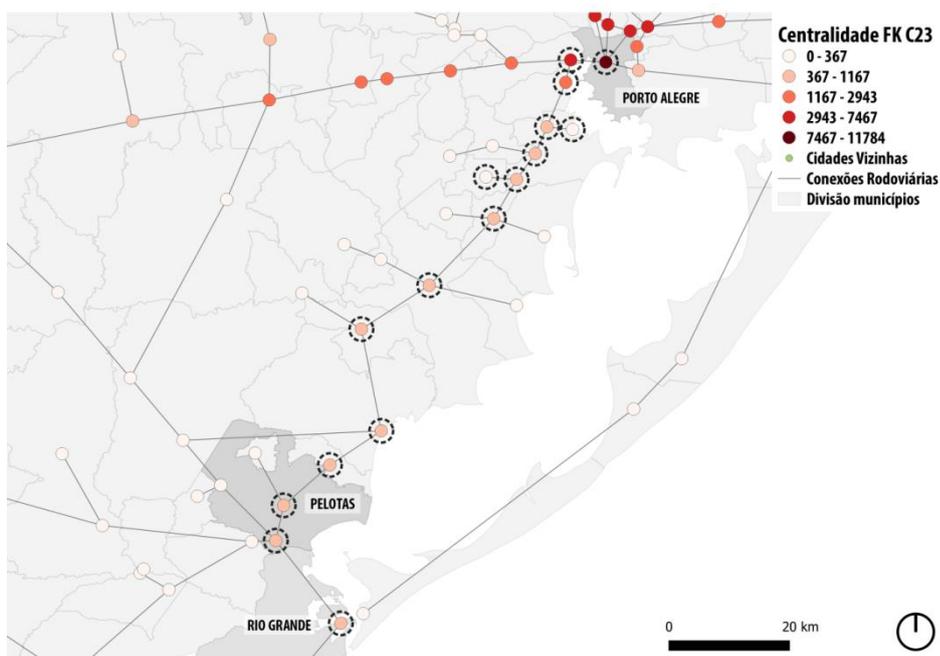
Figura 33 – Eixo Porto Alegre - Santa Maria



Fonte: autora

Por fim, a figura 34 apresenta os municípios que compõem o eixo Porto Alegre – Pelotas. O Eixo em questão é formado por 14 nós, que representam 3,78% dos nós do sistema, e capturam 6,85% da centralidade do sistema. Nesse eixo estão concentradas 61,0% dos vínculos das empresas de TI.

Figura 34 – Eixo Porto Alegre - Pelotas



Fonte: autora

A análise apresenta uma possibilidade da formação de corredores com base nos eixos que conectam os principais pólos do estado, porém é importante destacar, que conforme Colling e Piffer (2016), para a formação de um corredor de desenvolvimento, não basta somente existir a conexão entre municípios.

A existência de uma rodovia, estrada, caminho, ligando dois polos ou nós de atividade, por si só não é suficiente para caracterizar um corredor de desenvolvimento. Passa a sê-lo a partir do momento em que são determinados objetivos de desenvolvimento para esta faixa de ligação entre pontos. Caso contrário, apenas apresenta o potencial para se tornar um corredor no sentido adequado do termo. De tal maneira, o corredor deve ser orientado de acordo com seus objetivos para, então, assumir uma forma e ser alvo de medidas estratégicas. (Colling e Piffer, 2016).

Neste contexto, o setor público possui um papel fundamental. Conforme exposto por Florida (1995, apud Lins, 2004), é essencial a iniciativa do Estado para fomentar as infraestruturas necessárias para a criação e operação dessas redes, de formação e aperfeiçoamento de recursos humanos e de comunicação, tão necessárias aos processos de inovação. Além disso, o Estado pode atuar como catalisador das interações entre os integrantes do sistema de inovação. (LINS, 2004, p. 134).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Processos de desenvolvimento regional são complexos e dependentes de vários fatores. No presente trabalho, procurou-se focar em um aspecto específico, qual seja, o desempenho dos municípios na rede espacial regional. É importante ressaltar que no estudo empírico analisado existe uma grande dependência das condições iniciais e da história das regiões. A forma inicial de ocupação, o tipo de propriedade, recursos naturais e povoamento são fatores que parecem marcar até hoje a estrutura da rede urbana do Rio Grande do Sul, que são evidenciados na sua divisão entre norte e sul. A metade sul foi influenciada pela colonização portuguesa, formou-se no setor agropecuário e nas grandes estâncias de monocultura. Já a metade norte teve seu desenvolvimento através da imigração italiana e alemã, na produção diversificada em pequenas propriedades e maior densidade populacional (SHULZ; KÜHN, 2020).

Tais características moldaram uma rede espacial heterogênea, com capacidade de influenciar outros aspectos, tais como a atração de atividades econômicas e de população, num processo dinâmico de retroalimentação. Sabe-se que as disparidades socioeconômicas entre as regiões têm diferentes causas, entre elas estão fatores históricos, como já mencionado, sociais, culturais, institucionais e também geográficos e morfológicos. Neste trabalho deu-se ênfase aos aspectos da rede espacial regional, sem, no entanto, considerar que estes sejam determinísticos.

Outro aspecto relevante são as desigualdades regionais que acompanham os processos de desenvolvimento. Do ponto de vista do planejamento econômico regional, as políticas públicas buscam maximizar os efeitos do crescimento das atividades industriais mais dinâmicas. Para Souza (2005, p.108), na prática, os investimentos públicos tendem a se concentrar em infraestruturas e em atividades diretamente produtivas em determinadas regiões criando ou reforçando os polos existentes. Dessa forma, o crescimento tem sido desigual no espaço, provocando fortes migrações inter-regionais, com o empobrecimento das regiões periféricas. O desafio de obter um crescimento policentralizado passaria pelo desenvolvimento das redes urbanas, articuladas aos centros principais por canais de transporte e de comunicação, favorecendo os contatos entre as empresas polarizadas, situadas nos centros menores, com as empresas dos centros de maior porte. (SOUZA, 2005). Isso destaca a importância da rede espacial urbana nos processos econômicos e

nas políticas de desenvolvimento regional. Ações de planejamento requerem um conhecimento aprofundado dessa rede sócio-espacial e sua relação com processos de desenvolvimento, evidenciando a importância de estudos como o aqui apresentado.

Com o avanço das novas tecnologias e do processo de globalização, o conceito de economia do conhecimento aparece, sendo diretamente ligado com a série de mudanças que a sociedade e a economia mundial vêm sofrendo com o advento da Era da Informação. Como consequência desse fenômeno, cresce a importância do capital intelectual e de seus efeitos no processo de inovação e pesquisa. (DINIZ; GONÇALVES, 2005, p.131-132). Segundo Castells (2010), a chamada Economia do Conhecimento é a chave para entendermos este processo de hierarquização e concentração. Conforme o autor, os serviços avançados ligados à tecnologia e inovação são os geradores do crescimento urbano, das riquezas e do poder. (CASTELLS, 2010).

Nessa perspectiva, as regiões ou localidades tornam-se pontos de criação de conhecimento e aprendizado. Portanto, as regiões devem se preparar para promover infraestruturas específicas que possam facilitar o fluxo do conhecimento, ideias e aprendizado e que, ao mesmo tempo, tenham capacidade de governança local. Como o processo de inovação possui fortes componentes tácitos, cumulativos e localizados, os atributos regionais tornam-se decisivos (DINIZ; GONÇALVES, 2005, p. 137).

Portanto, buscou-se avaliar a localização regional das empresas de TI. Conforme avaliado, destacam-se no RS, como as cidades mais polarizadoras desse tipo de empresas: Porto Alegre, bem como algumas cidades da sua região metropolitana, como Eldorado do Sul, São Leopoldo, Novo Hamburgo e Canoas. Além destas, aparecem outros pólos do estado, como Caxias do Sul, na Serra Gaúcha, Passo Fundo no norte do estado, Santa Maria a leste e Pelotas na região Sul.

Todas essas cidades possuem ou estão próximas a Universidades e Parques Tecnológicos instalados ou em formação. Nesse sentido, é provável a validação do descrito por Barquette (2002), onde presença local de instituições de ensino e pesquisa e da disseminação da cultura de pesquisa, são capazes de ajudar no desenvolvimento baseado em inovações, bem como a prática de relacionamentos estreitos entre universidades, cientistas e empresários, cria condições para a

formação do potencial científico necessário ao surgimento e ao desenvolvimento de empresas de base tecnológica. (BARQUETTE, 2002, p.105).

Ao analisar a evolução do crescimento do número de vínculos de empresas de TI, mesmo que de forma sutil, existe um processo de descentralização ocorrendo. Se, inicialmente, a cidade de Porto Alegre aparecia sozinha, como a maior empregadora e com a maior quantidade de empresas de TI do estado, gradativamente, outras cidades vão despontando como pólos desse de setor. Porém, essa descentralização ocorre de forma concentrada em outros municípios da região metropolitana, como São Leopoldo, Novo Hamburgo, Canoas e Eldorado do Sul, bem como em outras cidades pólo do estado como Caxias do Sul e Passo Fundo.

Essa constatação reforça o enunciado por Jacobs (1969), referente às economias de urbanização, que expõem que as cidades possuem uma grande vantagem econômica em função da diversidade, sendo que essa diversidade, por estar concentrada em espaços limitados, permite os contatos casuais entre pessoas. Isso pode ser encarado como o ponto chave para a melhor e mais variada circulação de informações entre os inovadores. Essa concentração, segundo Storper e Venables (2005), dos contatos face a face, geram o “burburinho”, e partem do princípio de que a proximidade física entre os agentes da inovação possui grande importância. Quanto mais um setor necessita de pessoas treinadas para lidar com informações, mais essas pessoas dependem, para seu desenvolvimento, de uma relação contínua com um ambiente inovador capaz de fomentar novas ideias e novas técnicas por meio da interação de elementos espacialmente agrupados em uma rede local.

Nessa linha, conforme esperado, as variáveis selecionadas apresentaram correlações positivas com a quantidade de vínculos das empresas de TI, em especial PIB, população, percentual dos ocupados com ensino superior, matrículas em Universidades e densidade populacional. É importante reforçar que essa correlação positiva não é indicativa de causa e efeito, somente apresenta que, quanto maiores os valores dos indicadores selecionados, maior a quantidade de vínculos de TI do município.

Quanto ao modelo espacial proposto, a medida planar de centralidade FK evidencia as vantagens dos municípios e regiões do ponto de vista da sua localização na rede (posição relativa e número de conexões). Esta medida aponta

para uma espécie de potencial locacional, passível de ser transformado em vantagens de desenvolvimento econômico e crescimento. Recebe destaque nesse aspecto a região norte do estado, destacando-se Carazinho, Passo Fundo e Erechim. Essa região é densa de conexões viárias, estas cidades funcionam como *hubs*, centralizadores de várias conexões.

A medida de centralidade FK ponderada com os fatores locacionais selecionados foi capaz de simular a distribuição das localidades com potencial para instalação das empresas de TI, demarcando as cidades pólo, com maior número de vínculos nesse setor. Além disso, por ser uma medida de centralidade por intermediação, o modelo ressaltou a formação de alguns eixos de cidades, conectados por vias importantes, se destacando o eixo entre Porto Alegre e Caxias do Sul e o eixo entre Porto Alegre e Passo Fundo, passando por Lajeado.

Acredita-se que como política pública regional, seria possível investir nesses eixos para estimular a formação de corredores de desenvolvimento, estimulando implantação de empresas intensivas em tecnologia. Conforme Colling e Piffer (2016), somente a “existência de uma rodovia, estrada, caminho, ligando dois polos ou nós de atividade, por si só não é suficiente para caracterizar um corredor de desenvolvimento”, portanto, a sua formação é possível quando são determinados objetivos e uma estratégia para essa faixa, caso contrário, apresenta apenas um potencial para região. Nos corredores de desenvolvimento, existe uma confluência da presença dos princípios de transportes, uso da terra, econômicos, sociais, locacionais, ambientais, de infraestrutura, de participação, institucionais e políticos. (COLLING; PIFFER, 2016).

Do ponto de vista da metodologia adotada no presente trabalho, pode-se afirmar que o método se mostrou capaz de gerar resultados que contribuem para a compreensão da estrutura espacial regional. No entanto, algumas limitações metodológicas devem ser destacadas. Nas ligações entre municípios foram consideradas apenas as rodovias, podendo em estudos futuros serem consideradas outras formas de conexão, como aéreas ou marítimas. Esta limitação foi evidenciada no caso de Pelotas e Rio Grande em que a ausência da conexão marítima e do peso de sua ligação com o Mercosul, diminuíram seu desempenho configuracional na rede.

Ainda na questão metodológica, outras formas de interação entre municípios também podem ser incluídas, tais como as relações gerenciais, bancárias, etc.,

adequando a tecnologia de modelagem para grafos multicamadas. A possibilidade de representar esses outros tipos de fluxos funcionais (físicos e remotos) entre municípios permite analisar sistemas regionais como redes de interação sócio-espacial que ocorrem em várias camadas, explorando a combinação de elementos físicos, funcionais, operativos, econômicos, culturais, etc.

Outra exploração possível no modelo é trabalhar com grafos direcionados (origens e destinos) simulando as interações entre atividades complementares (universidades x população jovem; empregos x população em idade ativa, etc.), buscando avaliar aspectos mais específicos da rede regional.

Ainda sobre o método proposto, foi possível uma análise desagregada do desempenho de cada município na rede espacial, permitindo aprofundar o estudo dos condicionantes espaciais e localização das empresas de TI, podendo identificar pontos fortes e fracos de cada situação. Uma possibilidade decorrente da metodologia proposta é de gerar cenários alternativos, como, por exemplo, simular a abertura de uma nova rodovia avaliando impactos em termos de perdas e ganhos de centralidade.

Em termos de dados empíricos, a metodologia deu preferência a utilizar dados abertos, tais como os provenientes do IBGE e FEE-RS e tecnologias disponíveis, tais como o QGIS e OpenStreetMap. Quanto ao cálculo das medidas configuracionais, utilizou-se um software desenvolvido em âmbito de pesquisa GAUS (DALCIN; KRAFTA, 2021), que pode ser disponibilizado para uso não comercial. Vários outros softwares similares encontram-se disponíveis, tais como o Numerópolis (KRAFTA; SPRITZER, 2018), UNA – Urban Network Analysis (SEVTSUK, 2017), DephtmapX (VAROUDIS, 2020), UrbanMetrics (POLIDORI et al, 2016).

Importante ressaltar que, neste trabalho, a estrutura espacial regional foi analisada como um instante no tempo, um recorte temporal específico, sendo que esse processo é dinâmico e evolutivo. Futuros estudos podem desenvolver análises evolutivas, contando com dados empíricos em séries temporais, que poderiam auxiliar a identificar tendências de transformação.

Finalizando, considera-se que a abordagem metodológica dos estudos configuracionais, tais como a apresentada do presente trabalho, é bastante promissora e tem uma contribuição importante para a compreensão da estruturação espacial de cidades e regiões.

REFERÊNCIAS

ALBANO, Claudio Sonáglio; ZANATTA, Alexandre Lazaretti; GARCIA, Fabiane Tubino. Mercado de trabalho na área de TI e a formação superior no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 12, n.1, artigo 6, jan-mai 2013. Disponível em: <http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reinfo/article/view/1147>

ALLEN, Peter M. **Cities and regions as self-organizing systems: models of complexity**. Environmental problems & social dynamics series, Amsterdam, Netherlands: Taylor & Francis, 1997.

ALONSO, José Antônio Fialho. A persistência das desigualdades regionais no RS: velhos problemas, soluções convencionais e novas formulações. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 33, n. 4, p. 101-114, mar. 2006. Disponível em: <https://revistas.dee.spgg.rs.gov.br/index.php/indicadores/article/view/1178/1517>.

ALTAFINI, Diego; BRAGA, Andrea da Costa; MARASCHIN, Clarice. **THE MORPHOLOGY OF PORTO ALEGRE'S INDUSTRIAL DISTRICT**: Between economics locational theories and space syntax methodologies. In: 11th International Space Syntax Symposium. 2017, Lisboa. Disponível em: <http://www.11ssslisbon.pt/docs/proceedings/papers/39.pdf>

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações. **Painel de Dados**. Brasília: Agência Nacional de Telecomunicações - Anatel, 2020. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/paineis/acessos>.

BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002. 340 p.

BARQUETE, Stael. **Fatores de Localização de Incubadoras e empreendimentos de Alta Tecnologia**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.42, n° 3. 2002, p.101-113.

BATTY, Michel. **The New Science of Cities**. Cambridge/Londres, Inglaterra: MIT Press, 2013. 496 p.

BATTY, Michael. **Inventing Future Cities**. Cambridge/Londres, Inglaterra: MIT Press, 2018.

BEKELE, Gashewbeza W.; JACKSON, Randall W. **Theoretical Perspectives on Industry Clusters**. Morgantown: Regional Research Institute/West Virginia University. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228834254_Theoretical_perspectives_on_industry_clusters

BRAFORD, M.G.; KENT, W. A. **Geografia Humana: Teorias e Suas Aplicações**. Capítulo 1 – Teoria dos Lugares Centrais: O modelo de Christaller. Lisboa: Gradiva, 1987.

CALVETTI, Fernando do Santos. **Indicador de Hierarquia Regional**. Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 94. 2016.

CAMPBELL, M. M.; MEADES, E. E. The viability of corridor development between Bloemfontein and Welkom. Bloemfontein: 5th Post Graduate Conference on Construction Industry Development, 2008. Disponível em: <http://www.cib2007.com/papers.html>

CASTELLS, Manuel. **Globalisation, Networking, Urbanisation**: Reflections on the Spatial Dynamics of the Information Age. Urban Studies, Vol 47 (13), 2010, p.2737-2745.

CIMA, Elisabeth Giron; AMORIM, Luci Suzana Bedin. **Desenvolvimento regional e organização do espaço: uma análise do desenvolvimento local e regional através do processo de difusão de inovação**. Rev. FAE. Curitiba, v.10, n.2. 2007. Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/340/236>

COLLING, Marcel Augusto; PIFFER, Moacir. Corredores de Desenvolvimento - Conceito e Aplicação. **Desenvolvimento em Questão**, v. 14, n. 36, p. 99-134, 2016.

CORRÊA, Roberto Lobato. **A rede urbana**. São Paulo: Editora Ática, 1989. ISBN 85 08 03255 2

CRUCITTI, Paolo; LATORA, Vito; PORTA, Sergio. **Centrality Measures in Urban Networks**. Physics Review, Amsterdam, v. 2, n. 0504163, p.1-5, set. 2006.

DALCIN, Guilherme; KRAFTA, Romulo. **GAUS: Graph Analysis of Urban Systems**. Versão 1.1. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021. Disponível em: <https://github.com/gkdalcin/GAUS>.

DEEDADOS. **Matrículas Universidades**. 2015. Disponível em: <http://feedados.fee.tche.br/feedados/#!pesquisa=1>

DINIZ, Clélio Campolina Diniz; GONÇALVES, Eduardo. Economia do conhecimento e desenvolvimento regional no Brasil. In: DINIZ, Clélio Campolina; LEMOS, Mauro Borges (org.). **Economia e Território**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. p. 132-167.

FARIA, Ana Paula Neto de. **Análise Configuracional da Forma Urbana e sua Estrutura Cognitiva**. Tese de Doutorado em Planejamento Urbano e Regional – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 300. 2010.

FEE – FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **PIB dos municípios do RS em 2015**. Porto Alegre: 2017. Disponível em: <https://arquivofee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/municipal/destaques/>

FLORIDA, Richard; ADLER, Patrick; MELLENDER, Charlotta. **The City as Innovation Machine**. Working Paper Series - Martin Prosperity Research. Toronto, 2016. Disponível em: https://www.creativeclass.com/_wp/wp-

content/uploads/2019/08/2016-MPIWP-002_The-City-as-Innovation-Machine_Florida-Adler-Mellander.pdf

FOCHEZZATO, Adelar. **Desenvolvimento Regional: recomendações para um novo paradigma produtivo**. In: CONCEIÇÃO, Octávio A. C.; GRANDO, Marinês Zandavali; TERUCHKIN, Sônia Unikowsky; FARIA, Luiz Augusto Estrella (Org.). O ambiente regional. Porto Alegre: FEE, 2010.

FOCHEZZATO, Adelar; TARTARUGA, Iván G. Peyré. **Atividades econômicas potencialmente inovadoras e desenvolvimento regional do Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Economia de Empresas. 2015; p. 15: 85-104.

FREEMAN, L. C. **A set of measures of centrality based on betweenness**. Sociometry. 40(1), pp 35-41, 1977.

FUJITA, Masahisa; KRUGMAN, Paul e VENABLES, Anthony J. **Economia Espacial**. Ed. Futura: São Paulo, 2000.

GEYER, H. S. The terminology, definition and classification of development axis. **SA Geographer**, vol. 16, p. 113-129, sep. 1988. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/291037014_The_terminology_definition_and_classification_of_development_axes

GIL, Jorge. **Street network analysis “edge effects”**: Examining the sensitivity of centrality measures to boundary conditions. Environment and Planning B: Planning and Design, p. 1–18, 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0265813516650678>.

GLAESER, E. L. et al. **Growth in cities**. The Journal of Political Economy, v.100, n.6, p.1126-52, 1992.

GONÇALVES, Alice Rauber. **Indicadores de Dispersão Urbana**. Dissertação de Mestrado Acadêmico em Planejamento Urbano e Regional - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 112. 2011.

HILLIER, Bill et al. **Natural movement**: or configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 20, p. 29-66, 1993. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1068/b200029>.

HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. **The social logic of space**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1984. ISBN: 9780521367844. 296 p.

HILLIER, B. Space is the Machine. **Cities as movement economies**. Space Syntax Lab. ISBN: 978-0-9556224-0-3. 2007. 355 p. Disponível em: https://spaceisthemachine.com/wp-content/uploads/2015/03/SITM_Chapter-4_Cities-as-movement-economies.pdf

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Áreas Urbanizadas do Brasil: 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html?=&t=acesso-ao-produto>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal 2015 – Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=27415&t=acesso-ao-produto>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da População - 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015c. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Comissão Nacional de Classificação**, 2020. Estrutura Cnae. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?view=estrutura>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População estimada: IBGE**, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores

Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2021. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>

INGRAM, D. R. **The concept of accessibility**: A search for an operational form. *Regional Studies*, v. 5, n. 2, p. 101-107, 1971. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09595237100185131>.

JACOBS, Jane. **The Economy of Cities**. Nova Iorque: Vintage Books, 1969.

KRAFTA, Rômulo. Estrutura espacial urbana, centralidade e ordem simbólica na Região Metropolitana de Porto Alegre. In: KRAFTA, Rômulo (org.). **Análise Espacial Urbana: Aplicações na Região Metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2009. 176 p.

KRAFTA, R. Modelling Intra-urban Configurational Development. **Environment and Planning B – Planning and Design**, vol 21, 1994, p. 67-82

KRAFTA, Rômulo. **Notas de Aula de Morfologia Urbana**. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2014. 352 p.

KRAFTA, Romulo; SPRITZER, André. **Numerópolis**. Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.

LIMA, Ana Carolina da Cruz; SIMÕES, Rodrigo Ferreira. **Teorias do desenvolvimento regional e suas implicações de política econômica no pós-guerra: o caso do Brasil**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2009. 33p. Disponível em: <http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20358.pdf>

LINS, Hoyêdo Nunes. **A região de aprendizagem como temática e ângulo de observação**. *Nova Economia*. n 17. Belo Horizonte, 2007. p 127-162. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/neco/a/bk4dpJ3y9BnytJCM5LKSySM/?lang=pt>

MARASCHIN, Clarice; RIBEIRO, Bárbara Maria Giacom; DUPONT, Letícia Casagrande. **Forma Urbana e Localização Comercial**. In: VI CINCCI – Colóquio Internacional sobre Comércio e Cidade. Porto Alegre, 2018. p. 337-354 Disponível em: http://www.labcom.fau.usp.br/wp-content/uploads/2020/04/ANAIS_26Julho_yuri2-1.pdf

MARTIN, Ron. **Rebalancing the Spatial Economy**: The Challenge for Regional Theory. *Territory, Politics, Governance*. n 3, v 3. 2015. p. 235-272. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21622671.2015.1064825>

MESQUITA, Olindina Vianna. **O Modelo de Von Thünen**: Uma Discussão. *Revista Brasileira de Geografia*. n° 2. Rio de Janeiro, 1978 p. 60-70.

MILMAN, Tulio. **Dell sai da TecnoPUC e vai para Eldorado do Sul**. In: GZH. Poro Alegre. 11 de outubro de 2016. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/colunistas/tulio-milman/noticia/2016/10/dell-sai-da-tecnopuc-e-vai-para-eldorado-do-sul-7752463.html>

MONASTERIO, Leonardo; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Fundamentos do Pensamento Econômico Regional. In: CRUZ, Bruno de Oliveira; FURTADO, Bernardo Alves; MONASTERIO, Leonardo; RODRIGUES JÚNIOR, Waldery. **Economia Regional e Urbana, Teorias e Métodos com ênfase no Brasil**. Brasília: Ipea. 2011. p. 43-78

MORCEIRO, Paulo César. **Nova Classificação de Intensidade Tecnológica da OCDE e a Posição do Brasil**. Informações FINE: Temas de Economia Aplicada. 2019. Disponível em: <https://downloads.fipe.org.br/publicacoes/bif/bif461-8-13.pdf>

PDET – PROGRAMA DE DISSEMINAÇÃO DAS ESTATÍSTICAS DO TRABALHO. Ministério do Trabalho. **Bases estatísticas RAIS e CAGED**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/acesso-online-as-bases-de-dados>

PESSOA, Linnit da Silva. **Crise econômica brasileira de 2014: uma análise heterodoxa**. Monografia de conclusão de curso em Bacharel em Ciências

Econômicas – Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal Fluminense. Campo dos Goytacazes, 45 p. 2018. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/10018>

PIVOTO, Dieisson; CARUSO, Cíntia de Oliveira; NIEDERLE, Paulo André. Schumpeter e a teoria do desenvolvimento econômico. In: NIEDERLE, Paulo André; RADOMSKY, Guilherme Francisco W. (org.). **Introdução às teorias do desenvolvimento**. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2016. p. 17-27. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad101.pdf>

POLÈSE, Mario; SCHEARMUR, Richard. **IS DISTANCE REALLY DEAD?** Comparing industrial location patterns over time in Canada. *International Regional Science Review*. n 27, v 4. 2004. p. 431-457. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0160017604267637>

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. % dos ocupados com Ensino Superior. 2020a. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Rendimento Médio dos Ocupados. 2020b. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. IDHM. 2020c. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>

POLIDORI, Maurício Couto et al. Software. **Urban Metrics**, v. 2.2. Laboratório de Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2016. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/urbanmetrics/>.

PORTA, Sergio et al. Street Centrality and Densities of Retail and Services in Bologna, Italy. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**. v.

36, p. 450-465. 2009.

PORTUGALI, Juval. **Self-Organization and the City**. Berlim: Springer-Verlag, 2000.

QGIS. Sistema de Informação Geográfica QGIS, v. 3.10. Projeto Open Source Geospatial Foundation. 2020. Disponível em: <http://qgis.org>

RIPPEL, Ricardo; LIMA, Jandir Ferreira. **Polos de crescimento econômico: notas sobre o caso do estado do Paraná**. REDES. Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 1. 2009. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/viewFile/837/1459>

RS - RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER). Mapa Rodoviário do Rio Grande do Sul 2015. Porto Alegre: Secretaria de Transportes, 2015. 1 mapa, color. Escala: 1:1.100.000. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/mapas>

SASSEN, Saskia. **Sociologia da Globalização**. Porto Alegre: Artmed, 2010. ISBN 978-85-363-2353-4.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. **Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA**. 2020. 5ª ed. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/regiao-metropolitana-de-porto-alegre-rmpa>

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. **Taxa de Urbanização**. 2019. 4ª ed. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/grau-de-urbanizacao>

SEVTSUK, Andres. **Analysis and Planning of Urban Networks**. In: ALHAJJ, Reda; ROKNE, Jon (org.). Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining. Nova Iorque: Springer, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4614-7163-9_43-1.

SHULZ, Jéferson Réus da Silva; KÜHN, Daniela Dias. O panorama das desigualdades regionais no Rio Grande do Sul à luz do seu processo histórico de formação socioeconômica. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 8, n. 1, p. 99-122, 2020. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/rbdr/article/view/7428>.

SOUZA, Nali de Jesus de. **Desenvolvimento econômico**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SOUZA, Nali de Jesus de. Teoria dos Polos, Regiões Inteligentes e Sistemas Regionais de Inovação. *Análise*. Porto Alegre v. 16, n. 1, p. 87-112, jan. /jul. 2005.

STORPER, Michel; VENABLES, Anthony J. O burburinho. A força econômica da cidade. *In*: DINIZ, Clélio Campolina; LEMOS, Mauro Borges (org.). **Economia e Território**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. p. 22- 56.

UGALDE, Claudio Mainaire. **Movimento e Hierarquia espacial na conurbação: O caso da Região Metropolitana de Porto Alegre**. Tese de Doutorado em Planejamento Urbano e Regional - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 475. 2013.

VAROUDIS, Tasos. Software Space Syntax Laboratory, DepthmapX. 2020. Disponível em: <https://varoudis.github.io/depthmapX/>

ZANIN, Vancleij; COSTA, Rodrigo Morem; FEIX, Rodrigo Daniel. **As Aglomerações Industriais do Rio Grande do Sul: Identificação e Seleção**. Porto Alegre: FEE. 2013. p. 82. ISBN 978-85-7173-114-1

ZERTUCHE, Laura Narvaez; DAVIS, Howard. **From city networks to network economies: revisiting the effects of urban form in the knowledge-based economy**. *Journal of Urban Affairs*. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07352166.2019.1581031>