A complex network diagram with numerous nodes of varying sizes and many connecting lines, set against a black background. The nodes are distributed across the page, with some forming dense clusters and others being isolated or part of smaller groups. The lines represent connections between these nodes, creating a web-like structure.

Heleniza Ávila Campos
Clarice Maraschin
Rogério Leandro Lima da Silveira
(organizadores)

Policentrismo, Rede Urbana e Aglomerações Urbanas no Rio Grande do Sul

Policentrismo, Rede Urbana e Aglomerações Urbanas no Rio Grande do Sul

Apoio Financeiro:

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul | FAPERGS

Apoio institucional:

Observatório das Metrópoles

Equipe de Pesquisa:**Universidade Federal do Rio Grande do Sul | UFRGS**

Heleniza Ávila Campos – DEURB/PROPUR

Clarice Maraschin – DEURB/PROPUR

Geisa Zanini Rorato – DEURB

Ghissia Hauser – PPGEP

Paulo Roberto Rodrigues Soares – IGEO/POSGEA

Carolina Chassot Wawrzeniak - IC/PROBIC

Carolina Rezende Faccin - Mestre/PROPUR

Douglas Martini - IC/UFRGS

Letícia Xavier Corrêa - Mestranda/PROPUR

Maria Paloma Bernardi - IC/PIBIC

Nicolas Billig de Giacometti - Mestrando/PROPUR

Pedro de Azeredo de Ugalde - IC/PIBIC

Renato Maciel Damiani - IC/BIC

Universidade Federal de Pelotas | UFPel

Erika Collischonn – Geografia/PPGeo

Giovana Mendes de Oliveira – Geografia/PPGeo

Universidade Federal da Fronteira Sul | UFFS

Juçara Spinelli – PPGGeo

Lucas Ponte Mesquita - IC/Geógrafo/UFFS

Instituto Federal Farroupilha | IFFar (Campus São Vicente do Sul)

Lenize Rodrigues Ferreira – Geografia

Universidade de Santa Cruz | UNISC

Rogério Leandro Lima da Silveira – PPGDR

Grazielle Betina Brandt - PPGDR

Alana Vitalis - IC/PUIC

Cheila Carine Seibert - IC/PIBIC

Tamara Francine da Silveira - IC/PUIC

Universidade do Vale do Taquari | UNIVATES

Rosmari Terezinha Cazarotto – Geografia

Universidade de Caxias do Sul | UCS

Patrícia Fernanda de Sousa Cruz – Arquitetura e Urbanismo

Policentrismo, Rede Urbana e Aglomerações Urbanas no Rio Grande do Sul

Heleniza Ávila Campos
Clarice Maraschin
Rogério Leandro Lima da Silveira
(Organizadores)

Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Heleniza Ávila Campos; Clarice Maraschin; Rogério Leandro Lima da Silveira [Orgs.]

Policentrismo, Rede Urbana e Aglomerações Urbanas no Rio Grande do Sul. São Carlos: Pedro & João Editores, 2021. 327p. 16 x 23cm.

**ISBN: 978-65-5869-474-8 [Impresso]
978-65-5869-475-5 [Digital]**

1.Policentrismo. 2. Rede urbana. 3. Aglomerações urbanas. 4. Rio Grande do Sul. I. Título.

CDD – 600

Capa: Geisa Zanini Rorato

Diagramação: Maria Paloma Bernardi

Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Científico da Pedro & João Editores:

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/ Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luis Fernando Soares Zuin (USP/Brasil).



Pedro & João Editores

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 – São Carlos – SP

2021

EXPLORANDO A MORFOLOGIA DOS SISTEMAS REGIONAIS: A REDE DE MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL

Clarice Maraschin
Letícia Xavier Corrêa
Renato Maciel Damiani

INTRODUÇÃO

Na presente investigação sobre a policentralidade na rede regional do RS, uma das vertentes de análise previstas foi explorar as cidades e regiões do ponto de vista de sua morfologia. Essa abordagem foi coordenada pelos pesquisadores da equipe vinculados ao grupo de Sistemas Configuracionais Urbanos, sediado no PROPUR/UFRGS. Este capítulo relata alguns resultados das análises desenvolvidas na rede de municípios do estado do RS.

A urbanização contemporânea vem sendo tratada como um processo dinâmico em termos sociais, econômicos, espaciais e temporais. Autores observam a tendência de extravasamento das áreas urbanizadas, apresentando limites espaciais extremamente dinâmicos, difusos e imprecisos, formando áreas de intensa fragmentação territorial e forte segregação social (LENCIONI, 2011; MATTOS, 2015). Nesse contexto, redefinem-se as hierarquias entre as cidades e regiões e a intensidade de fluxos materiais e imateriais entre elas.

Soares (2018) afirma que esse processo envolve múltiplas escalas e níveis de análise, que se sobrepõem e se entrelaçam: da escala global, passando pela nacional, pela regional, chegando à local; do interurbano, ao intraurbano, passando pelo urbano-regional. A análise dos padrões espaciais da urbanização contemporânea também evidencia a importância da história das regiões, a qual confere significado à forma e à dinâmica resultante (MOURA, 2004, p. 86). A dependência das condições iniciais - a geografia herdada do passado - condiciona a evolução dos sistemas regionais, sendo que as novas dinâmicas tendem a reforçar e adensar as relações pré-existentes e impactar sua morfologia.

A compreensão da morfologia da urbanização contemporânea requer novos enfoques metodológicos, com abordagem sistêmica e multiescalar, concebendo as regiões como redes articuladas compostas por elementos (sociais e espaciais) em constante relação e dinâmica. Uma

possibilidade de tratar esse problema é encontrada no âmbito da modelagem e dos estudos configuracionais urbanos (BATTY, 2013; PORTA et al., 2009; HILLIER; HANSON, 1984). Estudos configuracionais tratam cidades e regiões como sistemas espaciais, permitindo a sua representação e a análise de suas hierarquias e propriedades (acessibilidade, centralidade). Este capítulo explora a rede global de municípios do Rio Grande Sul a partir de uma abordagem configuracional e seu objetivo é apresentar um quadro preliminar do desempenho configuracional do RS capaz de auxiliar a compreensão das diferentes regiões em estudo. Em termos específicos, o trabalho aborda o desempenho configuracional dos municípios e também no nível de agregação das Regiões Funcionais do RS. Pretende-se contribuir com os estudos de policentralidade regional, adaptando e testando a metodologia configuracional, bem como avaliando suas possibilidades e limites para descrever e compreender sistemas regionais.

1. A CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DOS SISTEMAS REGIONAIS

Estudos configuracionais abordam as cidades e regiões como sistemas espaciais, identificando a diferenciação espacial e a hierarquia que emerge de seu padrão espacial. A hipótese é que essa hierarquia, ou diferenciação espacial, tem capacidade de influenciar outros aspectos como o uso e ocupação do solo, fluxos, densidades, valorização imobiliária, entre outros (HILLIER, 2007; KRAFTA, 2014). 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, 2013). Estudos configuracionais na escala regional ainda estão num estágio inicial de desenvolvimento. No entanto, o crescimento da capacidade computacional e o acesso facilitado a grandes bancos de dados têm viabilizado cada vez mais as análises configuracionais de amplas regiões e permitido uma nova compreensão de suas relações espaciais (KRENZ, 2017). No Brasil, alguns estudos recentes têm procurado analisar a configuração das regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, tais como Ugalde (2013); Rigatti (2014); Colusso (2015) e Calvetti (2016).

A análise configuracional opera com a noção de redes espaciais urbanas e a teoria dos grafos fornece a base analítica para estudar as propriedades dessas redes, permitindo o cálculo de diferentes medidas de desempenho espacial dos sistemas urbanos e regionais. Diversas medidas de centralidade configuracional foram desenvolvidas a fim de capturar as propriedades do sistema espacial e dos seus elementos constituintes (CRUCITTI et al., 2006).

A centralidade por proximidade (acessibilidade) é uma medida de distância relativa de um espaço no sistema, se relaciona às facilidades e dificuldades de alcançar um determinado espaço e pode ser definida como a propriedade de uma célula estar mais próxima de todas as outras na rede, considerando os caminhos mínimos (ou preferenciais) entre elas (HAGGET, CHORLEY, 1969; INGRAM, 1971). Já a centralidade por intermediação é a propriedade de um espaço recair no caminho que liga outras duas, e sua hierarquia se dá pela quantidade total de vezes que ela aparece nos caminhos que ligam todos os pares de células de um sistema (FREEMAN, 1977). Uma variação dessa medida é a Centralidade Freeman-Krafta, que propõe a introdução das noções de tensão e distâncias: a tensão reflete a relação entre duas células expressa pelo produto de seu conteúdo; a distância refere-se à extensão do caminho mínimo entre cada par de células, e à medida que esta aumenta, a centralidade de cada célula interposta no caminho diminui (KRAFTA, 1994).

Cabe destacar que, a depender do software de análise configuracional utilizado, tais medidas também podem ser ponderadas a partir de atributos dos elementos, por exemplo, população numa rua ou numa cidade, quantidade de empregos, quantidade/porte das escolas ou postos de saúde, etc. No presente estudo, aplicam-se as medidas de acessibilidade e centralidade Freeman-Krafta como indicadores de diferentes aspectos da hierarquia espacial da rede de municípios do RS.

2. METODOLOGIA

Conforme mencionado, este trabalho desenvolve uma análise espacial em escala regional da rede de municípios do RS. A estratégia metodológica consiste em analisar inicialmente o desempenho configuracional dos municípios na rede do RS e, num segundo momento, discutir o desempenho agregado a partir da delimitação espacial das Regiões Funcionais do RS. As etapas da metodologia são apresentadas na sequência.

O passo inicial da análise foi a modelagem do sistema espacial do estado do Rio Grande do Sul. A representação utilizada foi a nodal, onde cada cidade do estado é representada por um ponto (nó) e as rodovias entre as cidades representam as conexões (links). Uma vantagem da representação nodal é que ela não apresenta distorções entre as distâncias reais e as distâncias no grafo equivalente.

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

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, esse 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, 2015a), 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.

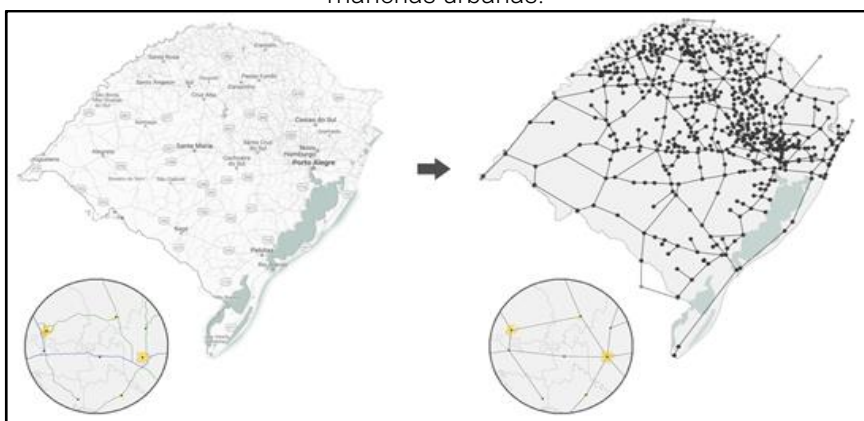
Utilizando o arquivo de áreas urbanizadas (IBGE, 2015b), através da ferramenta "Polygon Centroids" (QGIS, 2020) foram gerados centróides nas manchas urbanas. Alguns municípios possuíam mais de uma mancha, sendo que, através de análise das imagens de satélite do Google Earth, foi identificada a sede municipal (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 centróide 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, 2015a) e com base nas imagens de satélite, foi desenvolvido um segundo arquivo 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. É necessário esclarecer que alguns municípios possuem mais de um acesso desse tipo, gerando mais conexões intermunicipais, tornando a malha mais densa em conexões. Por outro lado, 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 que todos os 497 municípios do RS ficassem conectados na rede. 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 grafo do sistema, porém não foram considerados nas análises.

Outro aspecto a destacar é que, ao modelar apenas uma parte de um sistema espacial que é mais amplo, se excluem 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 de 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 1 apresenta o grafo resultante.

Figura 1 – Municípios do RS (esquerda) e representação nodal do grafo da rede (direita). No detalhe os nós posicionados nos centróides das manchas urbanas.



Elaborado pelos Autores.

Após os procedimentos de desenho e montagem da representação, foi utilizado o software Graph Analysis of Urban Form – GAUS (KRAFTA; DALCIN, 2020) para cálculo das medidas configuracionais. As distâncias foram processadas de forma geométrica (geodésica) a fim de manter a distância real entre municípios que é relevante se tratando desta escala estadual. Foram calculadas as medidas de Acessibilidade e Centralidade Freeman- Krafta. O software GAUS adiciona na tabela de atributos do shape os valores das medidas calculados para cada nó.

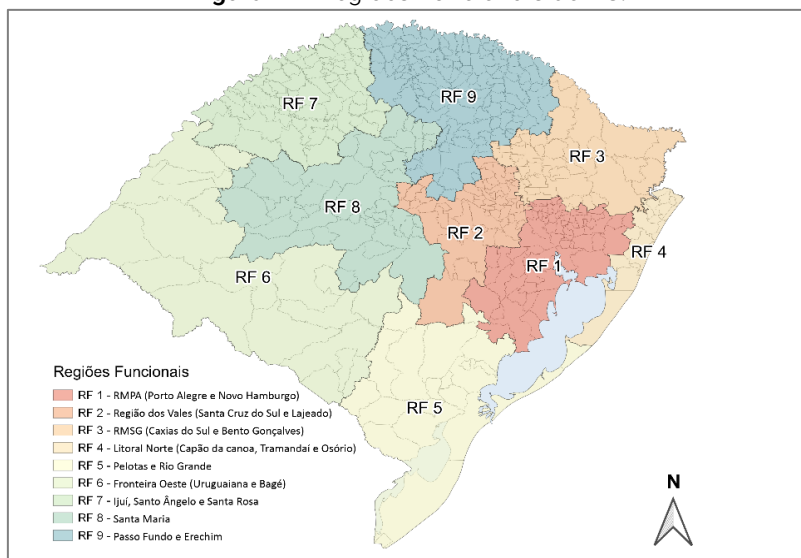
Utilizando a camada “Malha municipal do RS” (IBGE, 2015^a), e a ferramenta da “Join atributos by location”, foram adicionados aos nós os dados de “Nome do Município” e “Código do Município”. Os entroncamentos rodoviários foram identificados manualmente e tiveram estes campos apagados da tabela, gerando desta forma 497 nós que possuem os atributos de “Código do Município” e “Nome do município” e 111 nós vazios, que não possuem estes atributos.

Além das medidas planares, onde não são levados em conta outros atributos além das conexões e posições relativas de cada nó, também foi carregada, dentro do software, uma coluna com os dados de população de cada município para o cálculo da medida de Centralidade Freeman-Krafta ponderada. Os dados de população são provenientes do Censo Demográfico (IBGE, 2010), de acordo com a categoria de “Moradores em domicílios particulares e domicílios coletivos”. A data dos mesmos foi escolhida priorizando a uniformidade entre todos os municípios pertencentes à rede, inclusive os que fazem parte do buffer para além da área de estudo.

Após esses procedimentos foi possível a elaboração dos mapas de Acessibilidade, Centralidade Freeman Krafta e Centralidade Freeman Krafta Ponderada por População. Com o intuito de analisar o desempenho configuracional das diferentes regiões do Estado, foi utilizada a Regionalização constante no Estudo RUMOS 2015. (RS, 2015b).

O estudo RUMOS 2015 (RS, 2015b) agrupa, para fins de planejamento, os municípios e Conselhos Regionais de Desenvolvimento – COREDEs em 9 Regiões Funcionais de Planejamento. Essa regionalização foi definida com base em critérios de homogeneidade econômica, ambiental e social e em variáveis relacionadas à identificação das polarizações de emprego, dos deslocamentos por tipo de transporte, da hierarquia urbana, da organização da rede de serviços de saúde e educação superior, entre outros. A Figura 2 apresenta a divisão do Estado nessas regiões.

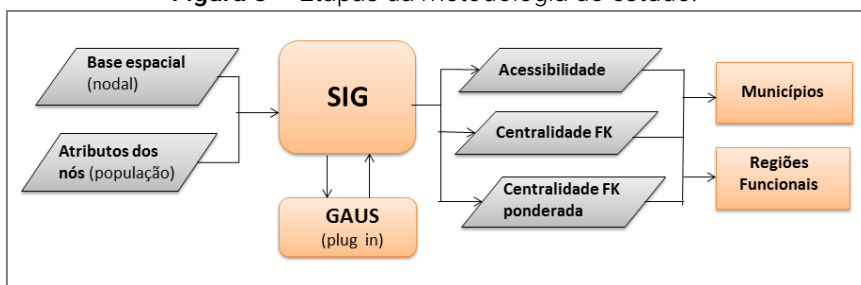
Figura 2 – Regiões Funcionais do RS.



Elaborado pelos Autores, com base em (RS, 2015b).

Como forma de análise de dados foram elaborados mapas das medidas configuracionais agregando os municípios das 9 regiões funcionais. Os dados quantitativos também foram tabulados e analisados através do software Excel, onde foram calculadas as médias e o percentual agregado que cada região captura do Estado. Com isso é possível avaliar quais as regiões possuem certo privilégio configuracional, desempenhando melhor nas diferentes medidas. A Figura 3 apresenta a síntese da metodologia adotada nesta análise.

Figura 3 – Etapas da metodologia do estudo.



Elaborado pelos Autores.

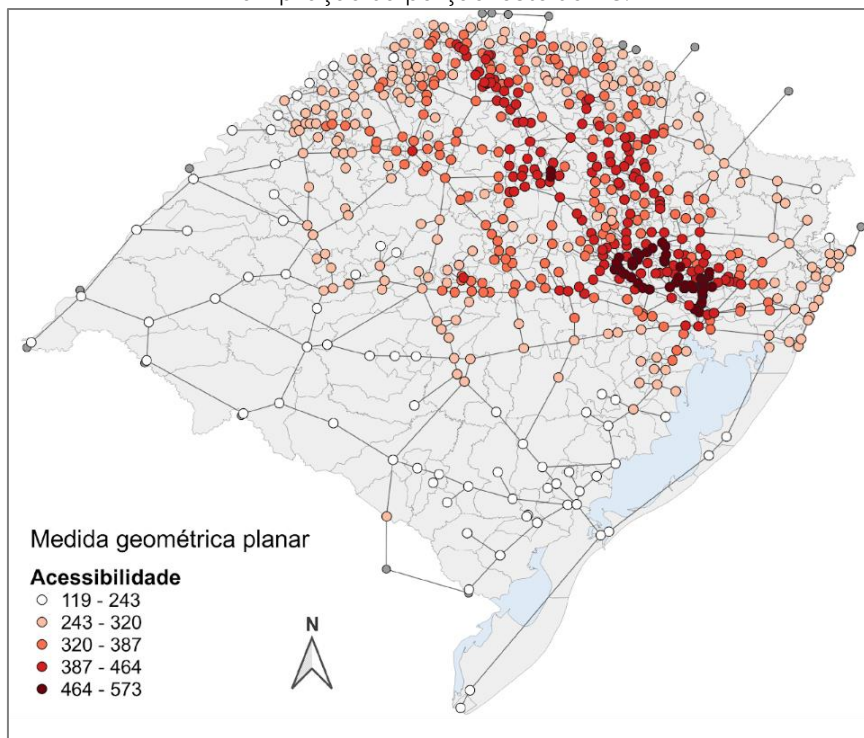
3. OS MUNICÍPIOS E A REDE ESPACIAL DO RS

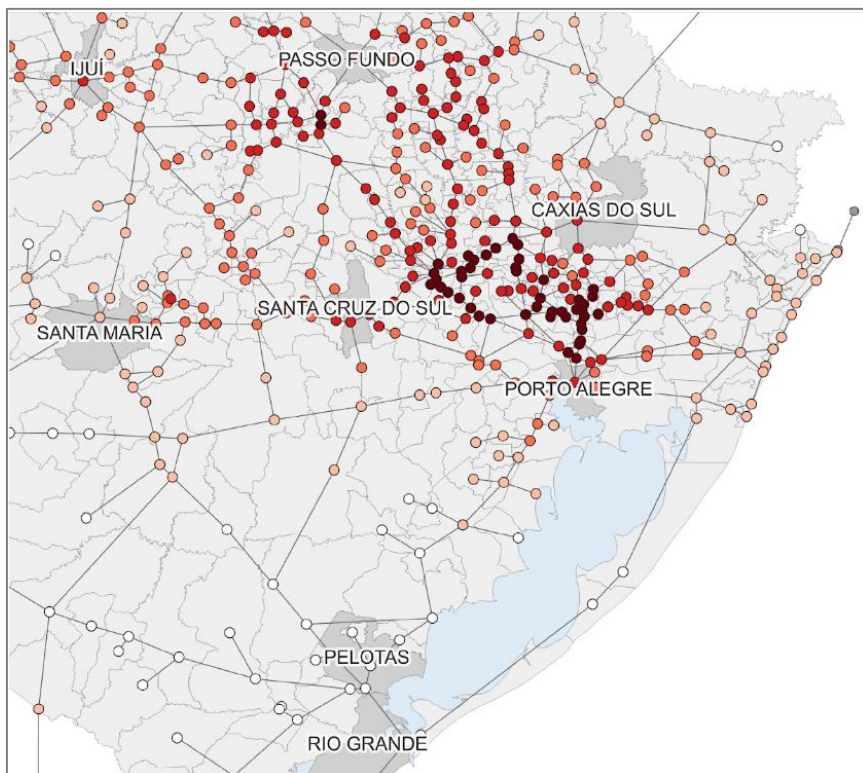
Uma primeira observação geral sobre a rede espacial do RS é quanto a sua forma bastante heterogênea de densidade populacional e proximidade entre as cidades, evidenciando uma forte distinção entre as metades norte e sul do Estado. Na porção norte a rede é densa e concentrada, com pequenas distâncias 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. 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. Alonso et. al. (1994) propõem a subdivisão do estado em três macrorregiões: A Sul, onde predominam a grande propriedade, a pecuária e a lavoura de arroz e baixa densidade demográfica. A Nordeste, que se caracteriza pela presença de vários setores industriais, pequenas propriedades, além de grandes concentrações urbanas e elevada densidade demográfica. E a última região, a Norte, predominantemente agrária, caracterizada pelas pequenas e médias propriedades, onde a produção inicialmente diversificada cedeu espaço para as lavouras mecanizadas de trigo e soja, concentrando a terra.

A Figura 4 apresenta os resultados da medida de acessibilidade, em que se destaca a porção nordeste do RS com altos valores. Conforme já mencionado, a acessibilidade (ou distância relativa) indica a maior ou menor facilidade de um local ser acessado a partir de todo o sistema, aferindo a condição de estar mais próximo de todos os outros ou mais distante (mais segregado no sistema). A RMPA e seu entorno na direção noroeste, incluindo Estrela e Lajeado, se incluem no estrato mais alto de valores e forma o núcleo mais acessível do RS. A área compreendida pela RMPA, RMSG e Região dos Vales é responsável por 11,65% da acessibilidade agregada do RS. De maneira geral, a metade norte do RS mantém bons resultados mesmo fora desse núcleo, em contraste com a região sul e oeste do estado.

Figura 4 – Resultado da medida de acessibilidade para o RS, com ampliação da porção leste do RS.



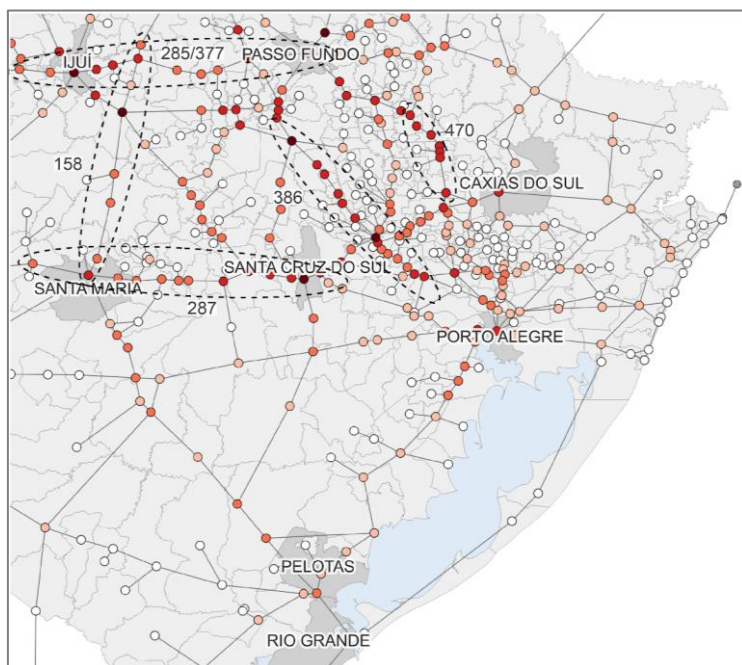
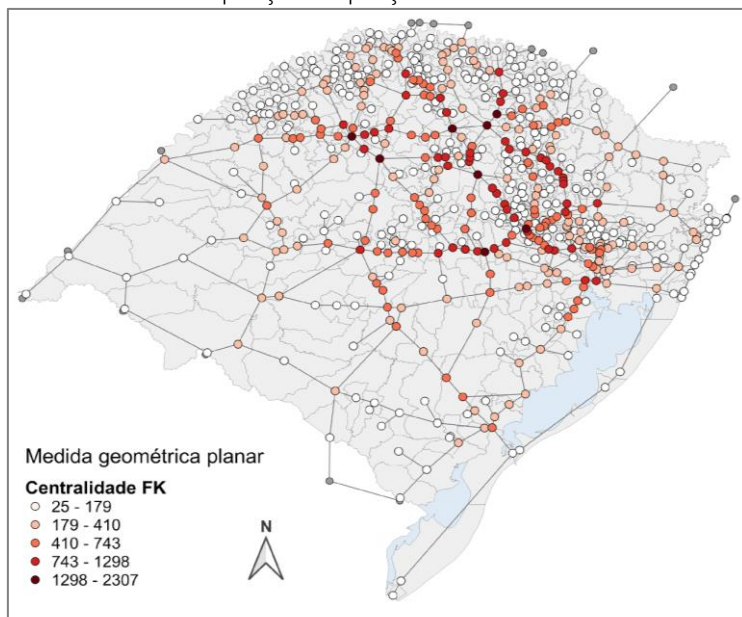


Elaborado pelos Autores.

A Figura 5 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 o destaque de altos valores de centralidade em alguns eixos que conectam municípios importantes no Estado. Um desses eixos é a BR-386, que liga a RMPA em direção a Passo Fundo, passando por Lajeado. A BR-287 forma outro importante eixo leste/oeste, passando por Santa Cruz do Sul. Também se destacam outros eixos no Estado. A BR-470 ligando Bento Gonçalves, em direção a Passo Fundo; a BR-158 ligando Santa Maria-Cruz Alta, BR-158; a BR-285 entre Passo Fundo, Carazinho e Ijuí.

Figura 5 – Resultado da medida de centralidade planar para o RS, com ampliação da porção leste do RS.

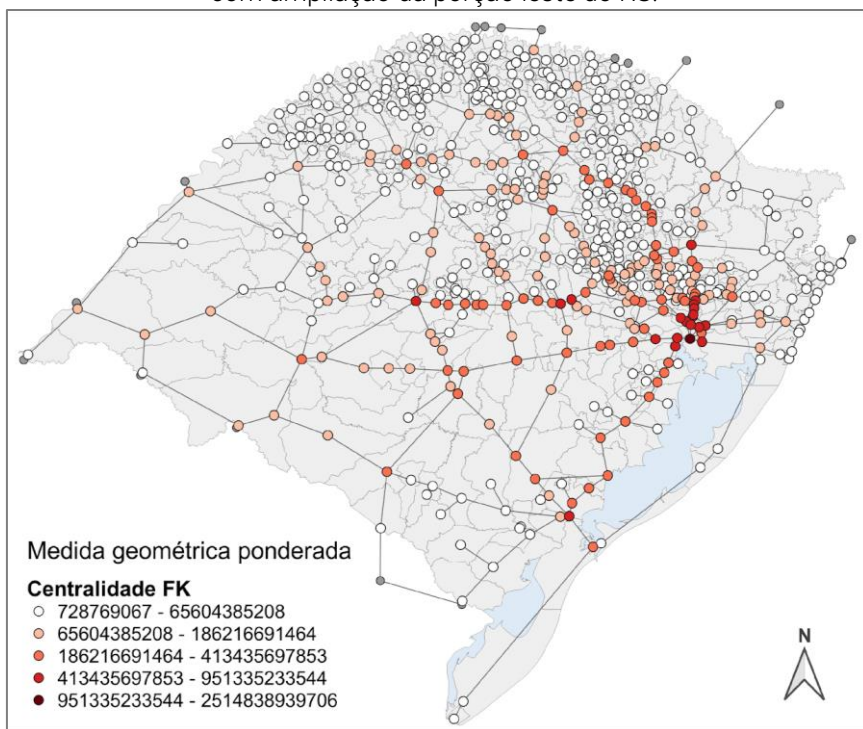


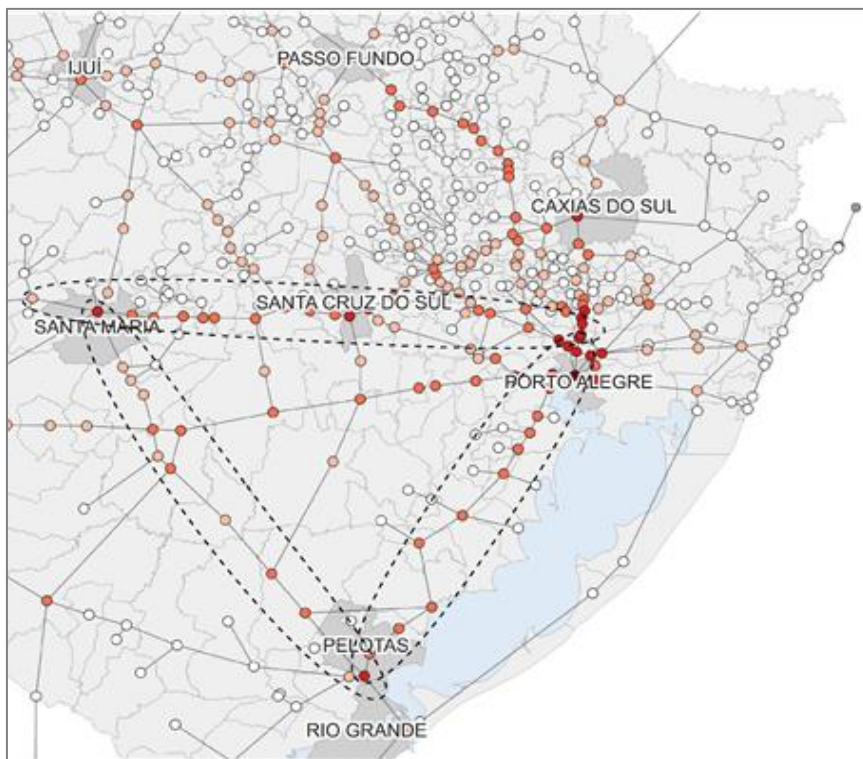
Elaborado pelos Autores.

A Figura 6 mostra os resultados da modelagem ponderada da medida de centralidade. Conforme mencionado, foi considerado o atributo de população total do município nessa medida. Uma primeira observação é que a inserção do atributo de população altera a distribuição da centralidade no sistema. Observa-se que a porção norte do RS perde em centralidade. Os municípios de Pelotas e Rio Grande capturam parte dos valores de centralidade para a metade sul do RS. Já a RMPA mantém e reforça seu papel de centralidade.

Ao considerar o atributo de população no cálculo da centralidade, observa-se o destaque para novos eixos formando um triângulo (Porto Alegre - Santa Maria - Pelotas). A BR-287 (eixo leste/oeste, passando por Santa Cruz do Sul, Santa Maria) mantém alta centralidade. Também se reforçam os eixos da BR-116 sul em direção a Pelotas e da BR-392, entre Pelotas e Santa Maria.

Figura 6 – Resultado da medida de centralidade ponderada para o RS, com ampliação da porção leste do RS.



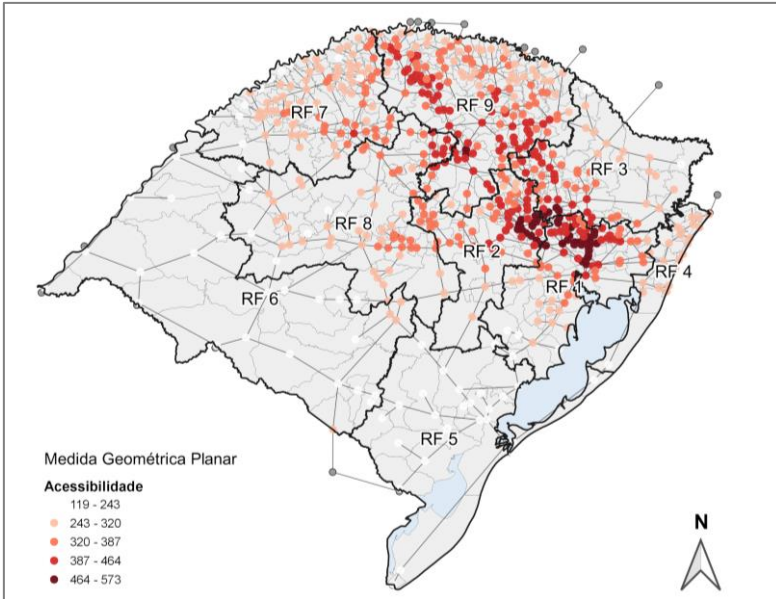


Elaborado pelos Autores.

4. AS REGIÕES FUNCIONAIS E A REDE ESPACIAL DO RS

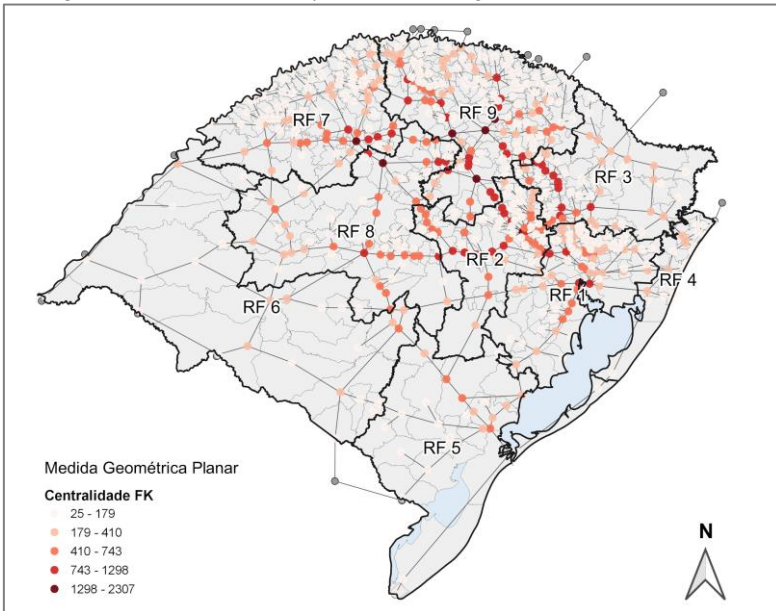
Esse item discute os resultados da análise configuracional à luz das diferentes regiões funcionais em estudo. As Figuras 7, 8 e 9 apresentam os mapas dos resultados das medidas.

Figura 7 – Acessibilidade nas Regiões Funcionais do RS.



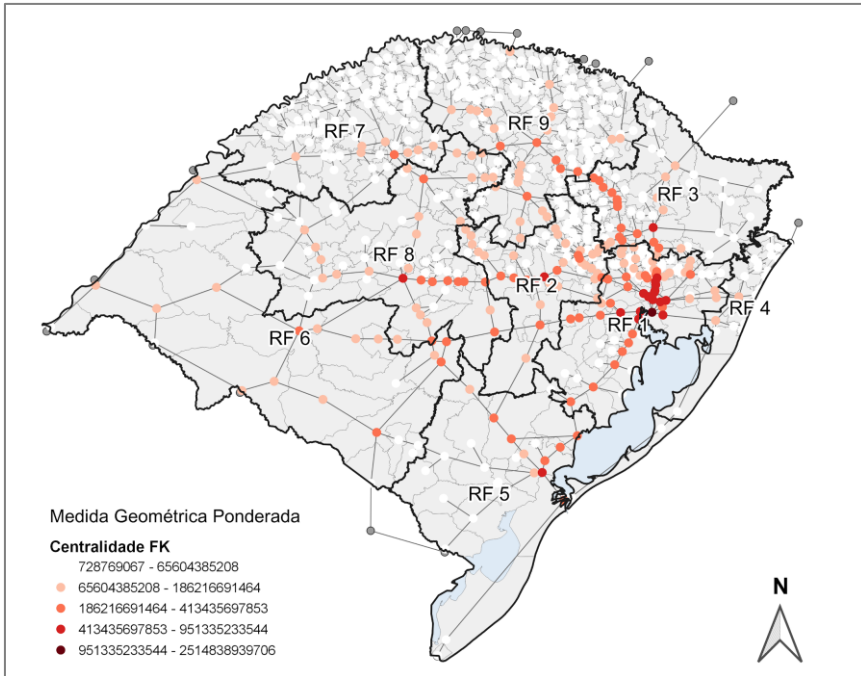
Elaborado pelos Autores.

Figura 8 - Centralidade planar nas Regiões Funcionais do RS.



Elaborado pelos Autores.

Figura 9 - Centralidade ponderada pela população nas Regiões Funcionais do RS.



Elaborado pelos Autores.

A análise dos mapas reforça que as Regiões situadas na porção nordeste desfrutam de vantagens configuracionais, em função da rede densa e conectada. A Tabela 1 auxilia essa análise ao sumarizar os resultados quantitativos da análise configuracional. Em termos de acessibilidade, as Regiões Funcionais 1, 2 e 3 (RMPA, RMSG e Região dos Vales) contam com localização estratégica na rede. Juntas, essas três regiões perfazem 41,37% da acessibilidade total do RS. Cabe o destaque para a Região 9 (Passo Fundo, Erechim) que é a região mais acessível, pois sozinha agrega 27,38% do valor total de acessibilidade. Na análise da centralidade planar, a Região 9 também se destaca, sendo a mais central na rede, abarcando quase 30% do valor total agregado. Ainda na centralidade planar, novamente as Regiões 1, 2 e 3 desempenharam bem, perfazendo quase 40% do valor agregado dessa medida.

Quando se observam os resultados da centralidade ponderada pela população, a Região 1 (RMPA) é de longe a mais central, com 38,48% do valor total. Quando somadas, as Regiões 1, 2 e 3 perfazem 63% da centralidade ponderada. Esse fato mostra que o excelente desempenho configuracional do núcleo formado por Porto Alegre, Caxias do Sul e

Lajeado vem historicamente sendo reforçado pela atração de atividades econômicas dinâmicas e população. Já a Região 9 (Passo Fundo, Erechim) perde posição na centralidade ponderada, abarcando apenas 12% do valor total. No caso da Região 9, a localização acessível e central parece ainda não ter sido acompanhada pela presença de população, mostrando um potencial de crescimento.

A Região Funcional 7 (Ijuí, Santo Ângelo e Santa Rosa), apesar de estar mais periférica e distante no sistema, demonstrou ter bom desempenho configuracional, com altos valores de acessibilidade (14,26% do total) e centralidade (12,53% do total). Sua centralidade ponderada perfaz apenas 4,77% do total, obtendo o menor valor médio dentre as 9 regiões. Verifica-se que internamente, essa região apresenta uma rede mais homogênea e com menor hierarquia interna, em termos configuracionais.

A Região Funcional 5 (Pelotas e Rio Grande) tem fraco desempenho em acessibilidade, é distante no sistema, apresentando a menor média dessa medida dentre todas as 9 regiões. Seu desempenho em centralidade também é fraco, pois sendo extremo do sistema, tem pouca relevância como caminho mínimo na rede. No entanto, essa desvantagem locacional parece ter sido de alguma maneira relativizada pelo seu processo histórico, pois seu desempenho melhora bastante quando considerada a centralidade ponderada pela população. Observou-se o reforço de eixos importantes conectando a Região 5, quando a população é considerada na centralidade (comparação entre as Figuras 5 e 6), mostrando uma forte capacidade de dinamização na metade sul.

Tabela 1 – Medidas configuracionais agregadas por região funcional.

	Municípios	Municípios (%)	Acessibilidade (%)	Média Acessibilidade	Centralidade FK (%)	Média Centralidade FK	Centralidade Ponderada (%)	Média Centralidade Ponderada
RS	497	100	100	344,44	100	248,95	100	7992,58
RF1	70	14,08	16,56	405,1	10,92	192,99	38,48	21793,73
RF2	59	11,87	14,00	406,33	17,87	374,73	13,94	9367,07
RF3	49	9,86	10,81	377,61	11,03	278,61	11,38	9400,97
RF4	21	4,23	3,42	278,78	2,07	122,01	2,10	3961,18
RF5	22	4,43	2,42	188,12	2,39	134,48	5,01	9019,03
RF6	20	4,02	2,21	188,91	2,22	137,31	4,21	8350,98
RF7	77	15,49	14,26	317,11	12,53	201,36	4,77	2455,07
RF8	49	9,86	8,94	312,37	11,71	295,64	7,96	6440,19
RF9	130	26,16	27,38	360,50	29,26	278,48	12,15	3704,78

Elaborado pelos Autores. Obs: células em vermelho e azul indicando maiores e menores valores de cada coluna respectivamente.

Sobre esse caso específico de Pelotas e Rio Grande, cabem algumas considerações. A atração de atividades econômicas e de população está historicamente relacionada à sua localização geográfica em escala mais

global, em termos do país e mesmo do continente. A instalação das charqueadas exportadoras no século XIX em Pelotas foi favorecida pela localização próxima ao porto marítimo de Rio Grande, que permitia o escoamento da produção para o sudeste e nordeste brasileiro e também para o exterior (VARGAS, 2014). Mais recentemente, o papel dessas cidades como porta de entrada do MERCOSUL (principalmente Uruguai e Argentina), juntamente às atividades de polo universitário em Pelotas e polo naval em Rio Grande vem reforçando a atração de população.

5. CONCLUSÕES

Este estudo explorou a rede de municípios do Rio Grande Sul a partir de uma abordagem configuracional. Buscou-se apresentar um quadro preliminar do desempenho configuracional da rede de municípios do RS, capaz de auxiliar a compreensão das diferentes regiões em estudo. Os resultados das medidas configuracionais evidenciaram que as hierarquias identificadas guardam marcas do processo histórico de ocupação do RS. A metade sul foi influenciada pela colonização portuguesa, balizou-se no setor agropecuário e nas grandes estâncias de monocultura. Já a metade norte forjou-se através da imigração italiana e alemã, na produção diversificada em pequenas propriedades e maior densidade populacional (ALVES; SILVEIRA, 2008). Tais características foram moldando uma rede espacial heterogênea, com capacidade de influenciar outros aspectos, tais como a atração de atividades econômicas mais dinâmicas 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.

As medidas planares de acessibilidade e centralidade evidenciaram as vantagens dos municípios e regiões do ponto de vista da sua localização na rede (posição relativa e número de conexões). Estas medidas apontam para uma espécie de potencial locacional, passível de ser transformado em vantagens de desenvolvimento econômico e crescimento. Já a medida de centralidade ponderada com o atributo de população foi capaz de representar outros fatores que influenciam no crescimento demográfico e econômico das regiões. Foi possível observar casos com alto desempenho configuracional e menor desempenho populacional, como por exemplo, na Região de Passo Fundo-Erechim, apontando que essa região teria um potencial de crescimento populacional. Em situação contrária, lugares com fraco desempenho na rede espacial são centrais em população, como é o caso da Região de

Pelotas-Rio Grande. Tal situação revela que outros fatores vêm tendo um papel decisivo em superar tais desvantagens configuracionais.

O método adotado mostrou-se 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. Futuros estudos poderão incluir outras formas de conexão, tais como as fluviais, marítimas ou aéreas. Esta limitação foi evidenciada no caso de Pelotas e Rio Grande (Região Funcional 5) 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.

Finalizando, verifica-se que a abordagem metodológica dos estudos configuracionais é bastante promissora e tem uma contribuição importante para a compreensão da estruturação espacial regional.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, José Antônio Fialho; BENETTI, Maria Domingues; BANDEIRA, Pedro Silveira. Crescimento econômico da Região Sul do Rio Grande do Sul: Causas e Perspectivas. Porto Alegre: FEE, 1994. 229 p.
- ALVES, Flamarion Dutra; SILVEIRA, Vicente Celestino Pires. Evolução das desigualdades regionais no Rio Grande do Sul: espaço agrário, imigração e estrutura fundiária. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 9, n. 26, p. 1 – 15. 2008.
- BATTY, M. *The New Science of Cities*. Cambridge/Londres, Inglaterra: MIT Press, 2013. 496 p. ISBN: 9780262019521.
- CALVETTI, Fernando do Santos. Indicador de Hierarquia Regional. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Programa em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/151160>. Acesso em: 27 jun. 2020.
- COLUSSO, Izabele. Forças regionais, formas urbanas e estrutura interna da cidade: um estudo de relações. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Programa em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/122508>. Acesso em: 27 jun. 2020.
- CRUCITTI, Paolo; LATORA, Vito; PORTA, Sergio. Centrality Measures in Urban Networks. *Physics Review*, Amsterdam, v. 2, n. 0504163, p.1-5, set. 2006.
- FREEMAN, Linton C. A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, v. 40, n. 1, p. 35-41, mar. 1977. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3033543?seq=1>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- GIL, Jorge. Street network analysis “edge effects”: Examining the sensitivity of centrality measures to boundary conditions. *Environment and Planning: Planning and Design*, p. 1–18, 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0265813516650678>. Acesso em: 01 abr. 2020.
- HAGGETT, Peter; CHORLEY, Richard J. *Network analysis in geography*. London: Edward Arnold, 1969.
- HILLIER, Bill; HANSON, J. *The social logic of space*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1984. ISBN: 9780521367844. 296 p.
- HILLIER, Bill. *Space is the Machine*. Londres: Space Syntax, 2007. Disponível em: <https://spaceisthemachine.com/>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- 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.

Acesso em: 27 jan. 2020.

_____. 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=274&t=acesso-ao-produto>. Acesso em:

27 jan. 2020.

_____. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por Setor Censitário. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 5 set. 2020.

INGRAM, D. R. The concept of accessibility: A search for an operational form. *Regional Studies*. n. 5, v. 2, p. 101-107, 1971.

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

_____. Notas de Aula de Morfologia Urbana. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2014.

KRAFTA, Romulo; DALCIN, Guilherme. Graph Analysis of Urban Systems (GAUS). Programa de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2020.

KRENZ, Kimon. REGIONAL MORPHOLOGY: The Emergence of Spatial Scales in Urban Regions. *Internacional Space Syntax Symposium*, v. 11. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2017.

LENCIONI, Sandra. A metamorfose de São Paulo: o anúncio de um novo mundo de aglomerações difusas. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, n.120, p.133-148, jan./jun. 2011.

MATTOS, Carlos A. de. LEFEBVRE, PRODUCCIÓN DEL ESPACIO, REVOLUCIÓN URBANA Y URBANIZACIÓN PLANETARIA. In: MATTOS, Carlos A. de; LINK, Felipe. (ed.) *Lefebvre revisitado: capitalismo, vida cotidiana y derecho a la ciudad*. Santiago do Chile: RIL Editores, 2015. cap. 1.

MOURA, Rosa. Morfologias de concentração no Brasil: o que se configura além da metropolização? *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, n.107, p.77-92, jul./dez. 2004.

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.

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

RIGATTI, Décio. Conurbation in the Porto Alegre Metropolitan Region. In: ISUF - International Seminar on Urban Form, Porto. 21st ISUF - Our common future in Urban Morphology. Porto: Feup, 2014. v. 1. p. 142-154. 2014.

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, 2015a. 1 mapa, color. Escala: 1:1.100.000. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/ mapas>. Acesso em: 27 fev. 2020.

RS – RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Coordenação e Planejamento. Rumos 2015: Um plano de Desenvolvimento para o Estado. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2015b. Disponível em: <https://planejamento.rs.gov.br/ rumos-2015>. Acesso em: 10 dez. 2020.

SOARES, Paulo Roberto. Metropolização, aglomerações urbano-industriais e desenvolvimento regional no sul do Brasil. Cadernos MetrÓpole. São Paulo, v. 20, n.41, p.15-34, jan./abr. 2018.

UGALDE, Cláudio Mainieiri de. Movimento e hierarquia espacial na conurbação: o caso da Região Metropolitana de Porto Alegre. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Programa em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/80426>. Acesso em: 27 jun. 2020.

VARGAS, Jonas. Abastecendo plantations: A inserção do charque fabricado em Pelotas (RS) no comércio atlântico das carnes e a sua concorrência com os produtores platinos (século XIX). História. São Paulo, v.33, n.2, p. 540-566, jul./dez. 2014. ISSN 1980-4369