

## CENTRALIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO COMÉRCIO VAREJISTA EM PORTO ALEGRE, RS.

**Juliana Lombard Souza**<sup>1</sup>  
julianalombards@gmail.com

**Clarice Maraschin**<sup>2</sup>  
clarice.maraschin@ufrgs.br

### Resumo

Este artigo enfoca a relação entre a centralidade espacial e a localização das atividades varejistas, tema ainda pouco explorado no contexto brasileiro. A centralidade desempenha um papel importante na localização das atividades econômicas e é um conceito básico da ciência das redes e da teoria dos grafos. O trabalho adota uma metodologia baseada em estudos similares que aplicam a densidade Kernel para estimar um valor da densidade de centralidade configuracional e correlacionar com os valores de densidade das atividades varejistas. Adotam-se as medidas de acessibilidade e centralidade Freeman-Krafta como indicadores da centralidade da rede urbana, em diferentes escalas espaciais. O estudo empírico é a cidade de Porto Alegre e os dados de estabelecimentos varejistas são provenientes da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2010 do Ministério do Trabalho e Emprego, classificados em quatro categorias de porte. Os resultados das densidades mostram correlações fracas entre os comércios agregados (todos os portes) com acessibilidade e centralidade, ambas na escala local. O trabalho destaca a importância de considerar atuação simultânea de outras variáveis a fim de melhor compreender a complexidade dos padrões locais varejistas.

Palavras-chave: comércio varejista, modelos configuracionais, análise espacial, KDE.

### Abstract

This paper focuses on the relationship between spatial centrality and the location of retail activities, an underexplored issue in the Brazilian context. Centrality plays an important role in the location of economic activities and is a basic concept of network science and graph theory. The work adopts a methodology based on similar studies applying Kernel density to estimate a configurational centrality density value and correlating it with the density values of retail activities. Accessibility and Freeman-Krafta centrality measures are adopted as indicators of the centrality of the urban network, at different

---

<sup>1</sup> Mestranda em Planejamento Urbano e Regional pelo PROPUR da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

[HTTPS://ORCID.ORG/0000-0001-5146-8808](https://orcid.org/0000-0001-5146-8808)

<sup>2</sup> Professora adjunta da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Departamento de Urbanismo e Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional - PROPUR

[HTTPS://ORCID.ORG/0000-0001-5360-9686](https://orcid.org/0000-0001-5360-9686)

spatial scales. The empirical study is the city of Porto Alegre and data for retail establishments come from 2010 Annual Social Information Report (RAIS) of Ministry of Labor and Employment, classified into four size categories. Density results show weak correlations between aggregated businesses (all sizes) with accessibility and centrality, both at the local scale. The work highlights the importance of considering simultaneous action of other variables in order to better understand the complexity of retail location patterns.

Key-words: retail, configurational models, spatial analysis, KDE.

## Introdução

Este artigo enfoca a relação entre a centralidade espacial e a localização das atividades varejistas. Centralidades urbanas podem ser entendidas como aglomerações de atividades atradoras de deslocamentos que emergem em alguns pontos específicos do território. Abrigam atividades geradoras de fluxos, como as empresas de serviços públicos e privados, o comércio varejista mais especializado, as atividades sociais e religiosas. Geralmente se apresentam de forma hierárquica a depender da importância dessas atividades com relação ao conjunto da cidade e dos níveis de acessibilidade presentes. A formação de centralidades é um processo histórico de cada cidade, vinculado às vantagens locais de certos espaços e à busca por acessibilidade por parte das atividades. Por sua vez, as centralidades repercutem no seu entorno, desencadeando processos de valorização imobiliária, ocupação intensiva, densidade e movimento de pedestres e veículos (HILLIER, 1999).

As centralidades são aqui enfocadas do ponto de vista espacial, ou seja, da configuração do espaço que abriga as concentrações comerciais. A centralidade desempenha um papel importante na localização das atividades econômicas e é um conceito básico da ciência das redes e da teoria dos grafos (CRUCITTI; LATORA; PORTA, 2006). A hipótese é que a centralidade é capaz de capturar a essência das vantagens locais na área urbana e seus valores devem ser refletidos na intensidade do uso do solo e nas densidades de atividades de varejo (PORTA *et al.*, 2009).

Diversos estudos na área da geografia vêm demonstrando a importância das propriedades da rede urbana (sistema viário) na localização comercial varejista (CHIARADIA *et al.*, 2012; MARASCHIN; RIBEIRO; DUPONT, 2018; PORTA *et al.*, 2009; SCOPPA; PEPONIS, 2015; SEVTSUK, 2010). Tais estudos têm conduzido à identificação de propriedades derivadas da posição relativa e do número de conexões de cada componente no sistema espacial, permitindo incluir a configuração espacial na análise da localização varejista, superando análises locais agregadas, baseadas em zonas e distâncias genéricas.

Essa linha de investigação tem produzido abordagens quantitativas e sistêmicas de casos empíricos em diversos países. O presente trabalho se insere nesse debate e seu objetivo é desenvolver

uma análise espacial da relação entre a centralidade configuracional e a localização varejista na cidade de Porto Alegre, RS. O trabalho adota uma metodologia baseada em estudos similares (PORTA *et al.*, 2009; YOSHIMURA *et al.*, 2020) que aplicam a densidade Kernel (KDE) para estimar um valor da densidade de centralidade configuracional e correlacionar com os valores estimados de densidade das atividades varejistas. Adotam-se as medidas de acessibilidade e centralidade Freeman-Krafta (KRAFTA, 1996) como indicadores da centralidade da rede urbana, em diferentes escalas espaciais. Adota-se uma classificação do comércio por portes, relacionando-os com diferentes requisitos de localização. As questões que norteiam o presente trabalho são: Como o comércio varejista está relacionado com as centralidades espaciais? O comércio de menor porte tende a buscar centralidades mais locais e o de maior porte as centralidades mais globais?

O estudo justifica-se, pois, principalmente no Brasil, há uma carência de estudos sistemáticos com o propósito de compreender mais efetivamente as especificidades das demandas locacionais dos diversos tipos de comércio varejista. Tais preferências locacionais têm impactos na dinâmica urbana (usos e fluxos) e, se bem compreendidas, podem auxiliar na implementação de políticas públicas de dinamização e requalificação urbana (VARGAS, 2020).

Este artigo está organizado em quatro partes, além desta introdução. Na sequência apresenta-se uma discussão sobre a localização varejista e sua relação com a configuração espacial urbana. Na sessão 2 apresenta-se o delineamento do estudo e, na sessão 3, a metodologia, constando do processo de modelagem, dados empíricos e procedimentos de análise estatística. A sessão 4 traz os resultados do estudo empírico em Porto Alegre, iniciando por uma breve contextualização da distribuição espacial do comércio varejista na cidade, seguida pelos resultados e discussão. A última sessão traz as conclusões permitidas pelo estudo e apresenta as potencialidades e limites do método adotado, bem como direções futuras de continuidade da pesquisa.

## **1. Configuração espacial e localização varejista**

Teorias e modelos no âmbito da geografia e da economia buscam analisar as regularidades observadas na distribuição espacial do comércio varejista. Tais modelos assumem que a distribuição espacial da atividade humana reflete uma adaptação ordenada ao fator distância. Nesse sentido, as decisões de localização se tomam, em geral, de forma a minimizar o efeito da fricção devido à distância.

A teoria do lugar central (BERRY, 1967; CHRISTALLER, 1966) fornece as bases para a compreensão da hierarquia espacial das centralidades terciárias, combinando as lógicas de comportamento espacial do consumidor com a viabilidade econômica dos diferentes tipos de comércio e serviços. A teoria constata que existem diferentes ordens de bens e serviços, sendo que alguns são especializados, têm alto custo e são adquiridos com pouca frequência, requerendo grandes

populações para sustentá-los. Outros são vinculados a necessidades diárias e requerem populações menores. De acordo com o modelo, haveria uma quantidade maior de centros pequenos, com baixo grau de complexidade, servindo populações locais, em termos de serviços cotidianos. Também haveria um conjunto menor de centros maiores, ofertando serviços mais sofisticados a uma região mais ampla. Poucos grandes centros ofereceriam serviços mais especializados a uma grande região. Dessa teoria deriva um sistema de centros, ocupando posições equidistantes e hierarquizadas.

Os bens de conveniência (ou de ordem inferior) se caracterizam pela compra frequente, a intervalos curtos e regulares, representam uma pequena proporção da renda familiar e a seleção é relativamente pouco importante. Para este tipo de comércio, a acessibilidade local atende ao critério da minimização das distâncias no entorno imediato. Já os bens especializados (ou de ordem superior) são adquiridos a intervalos irregulares e pouco frequentes, são de alto custo relativo e a compra necessita comparação. Os estabelecimentos deste tipo de bem necessitam estar expostos a um maior número de usuários possível, daí o interesse pelas localizações centrais, de acessibilidade global. No ambiente intraurbano, fatores como a distribuição desigual da densidade populacional, da capacidade de consumo e da mobilidade dos consumidores, tendem a superpor e entrecortar diferentes áreas de mercado, criando irregularidades.

Desde a década de 1980, a relação entre centralidade espacial e dinâmica social e econômica vem sendo explorada com o auxílio da modelagem urbana, através de modelos configuracionais (CRUCITTI; LATORA; PORTA, 2006; HILLIER; HANSON, 1984). Para Hillier et al. (1993), o padrão espacial das rotas de caminhos tende a criar fluxos desiguais de pessoas nos diferentes segmentos dessas rotas. Essas desigualdades na localização dos fluxos irão criar localizações com maior ou menor oportunidade para o comércio que, por sua vez, irá atuar como multiplicador desse movimento. Nesse sentido, a distribuição de fluxos no espaço urbano tem relação com a configuração (malha urbana), mas considerando que os deslocamentos são feitos com motivos específicos, as atividades que atraem usuários também orientam e polarizam os fluxos. Na sequência, apresentam-se alguns trabalhos relevantes à abordagem aqui desenvolvida.

Estudando o caso de Bolonha, Porta et al. (2009) analisam a densidade de atividades de comércio e serviços correlacionando-a com diferentes conceitos (modelos) de centralidade, utilizando métricas da teoria dos grafos: *closeness centrality*, que se refere à acessibilidade ou distância relativa entre espaços na rede; *betweenness centrality* ou intermediação, que captura a propriedade de um espaço recair nos caminhos mínimos do sistema e *straightness centrality*, que mede a extensão em que um espaço pode ser acessado diretamente, ou em linha reta, a partir de todos os outros espaços na cidade. A metodologia proposta utiliza a densidade Kernel (KDE) para transformar as medidas de centralidade e também as densidades de varejo e serviços para uma mesma unidade de escala, permitindo a análise de correlação entre ambas. Os resultados indicam que as

atividades de varejo e serviços em Bolonha tendem a se concentrar nas áreas com maior centralidade. A distribuição dessas atividades mostrou correlação mais intensa com a medida de intermediação global e também com a acessibilidade global, porém em menor intensidade.

Posteriormente um estudo semelhante foi desenvolvido em Barcelona (PORTA *et al.*, 2012), desta vez classificando as atividades econômicas (comércio, serviços, indústria) em duas ordens: primárias (atividades-âncora ou mais especializadas) e secundárias (menor especialização). A mesma metodologia de análise de densidades Kernel foi aplicada. Os resultados mostraram que as atividades econômicas secundárias apresentaram uma correlação mais alta com os três tipos de centralidade do que as primárias. Além disso, a correlação das atividades secundárias resultou maior com centralidades globais do que com as locais.

Numa abordagem semelhante, Yoshimura et al. (2020) analisam as relações entre clusters de lojas de varejo, seus respectivos volumes de vendas e as propriedades configuracionais da rede viária em Barcelona. O trabalho busca analisar se, e em que medida, a acessibilidade e a densidade de lojas estão correlacionadas com seus volumes de vendas. Os resultados apontam que os clusters de lojas não resultaram necessariamente em vendas mais altas, e que a densidade de lojas não explica as distribuições do volume de vendas. Tal resultado é contraintuitivo, pois supõe-se que quanto mais lojas de varejo em uma área, maior será o volume de vendas esperado. Já a análise das relações entre centralidade (*betweenness*) e volume de vendas revelou que as lojas localizadas perto de nós centrais na escala global da cidade tiveram receitas superiores à média. Algumas categorias de lojas localizadas perto de nós centrais na escala local também tiveram maior receita que a média.

Esses estudos revelam que, dentre as propriedades configuracionais que parecem ter maior influência na localização e nos padrões de distribuição espacial varejista, destacam-se a acessibilidade (*closeness*) e a centralidade por intermediação (*betweenness*). A acessibilidade enfoca a distância que separa o consumidor da loja e a centralidade, por sua vez, refere-se ao quanto a localização da loja está no caminho do consumidor.

Em análise de redes, a acessibilidade é uma medida de distância relativa entre os elementos numa rede espacial (HAGGETT; CHORLEY, 1969). A acessibilidade pode ser definida como a propriedade de um elemento (espaço) estar mais próximo a todos os demais da rede, considerando os caminhos mínimos (ou preferenciais) entre eles. A distância relativa pode ser tomada de diferentes formas: distância métrica na rede, número de mudanças de direção, soma angular das mudanças de direção, entre outras. Numa rede (grafo) composta por nós e ligações, a acessibilidade para um nó  $i$  é definida pela Equação 1:

**Equação 1 – Acessibilidade:**

$$A_i = \sum_{j=0}^n \frac{1}{d_{ij}}$$

Onde  $d_{ij}$  é o caminho mínimo entre os nós  $i$  e  $j$ . Em outras palavras, a acessibilidade de um nó é a soma do inverso da distância para todos os outros nós.

A centralidade por intermediação é a propriedade de um nó estar ao longo do caminho que conecta dois outros nós. A hierarquia, então, é dada pelo número total de vezes que esse nó aparece nos caminhos que conectam todos os pares de um sistema (FREEMAN, 1977). Krafta (1996) propõe uma centralidade por intermediação ponderada pela distância (Centralidade Freeman-Krafta), introduzindo as noções de tensão e dissipação: a tensão reflete a relação entre dois pontos expressa pelo produto de seus conteúdos (atributos); a dissipação refere-se à extensão do caminho mínimo entre cada par de pontos. Assim, a centralidade é afetada pela distância, pois a tensão é dissipada, diminuindo conforme aumenta a distância entre os espaços. A centralidade Freeman-Krafta (FK) para um nó  $k$  é definida a partir de um cálculo em três etapas:

**Equação 2 – Tensão:**

$$t_{ij} = a_i a_j$$

**Equação 3 – Dissipação:**

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

**Equação 4 – Centralidade FK:**

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

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.

**2. Delineamento do estudo:**

O presente trabalho aplica uma metodologia baseada em Porta et al. (2009, 2012), estabelecendo correlações entre a densidade de atividades varejistas e a centralidade medida em diferentes escalas espaciais. Adotam-se as medidas de acessibilidade e centralidade FK como indicadores da centralidade da rede urbana.

Para este método, tanto as medidas de centralidade como a quantidade de estabelecimentos comerciais são transformadas em densidades Kernel (KDE) a fim de se trabalhar em uma mesma unidade de análise (raster), permitindo a análise das correlações. Ao tratar esses parâmetros enquanto densidades, essa etapa do estudo não é focada na loja individual ou no trecho de via, mas no seu

entorno imediato, incluindo o entorno próximo, aquilo que torna o ambiente especial (PORTA *et al.*, 2009).

Procura-se explorar uma classificação dos comércios em quatro categorias de porte: familiar, pequeno, médio e grande, funcionando como indicadores da especialização varejista. Diferente dos trabalhos revisados, o presente estudo seleciona, no âmbito do setor terciário, apenas as atividades varejistas, tendo em vista que os serviços tendem a apresentar comportamentos de localização diferente no espaço urbano (VARGAS, 2020).

### 3. Metodologia

Para aplicação da análise configuracional proposta, a base espacial utilizada é uma representação da cidade de Porto Alegre por trechos de vias - i.e., espaço geográfico contido entre duas esquinas (BATTY, 2004) - sobre base vetorial dos eixos de rua fornecida pela Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura de Porto Alegre, no formato *shapefile*, ano de 2013. A base espacial totalizou 29.840 trechos de vias.

No que se refere aos dados empíricos dos estabelecimentos varejistas, a pesquisa obteve acesso a um banco de dados do Ministério do Trabalho e Emprego relativo à RAIS, Relação Anual de Informações Sociais, ano de 2010. Este banco contém um total de 35.817 registros dos estabelecimentos varejistas formais em Porto Alegre, com a informação de seu endereço. A representação desses dados envolveu a identificação e geolocalização na base espacial.

Para o processo da geolocalização dos estabelecimentos varejistas, foi aplicada a proposta metodológica de Mendes e Ferreira (2019), na qual os dados endereçados foram importados no software Google Earth Pro v. 7.3.4 (GOOGLE, 2021) e geocodificados por pontos que incidem diretamente sobre o centroide dos seus lotes. Deste processo, resultaram 35.605 estabelecimentos geocodificados, representando 99,4% do total dos registros. Apenas uma parcela mínima desses dados (0,6%) não pode ser geolocalizada por problemas nos endereços. Posteriormente, os pontos de estabelecimentos varejistas geolocalizados foram exportados em arquivos *.kml* e importados no software ArcGIS v.10.6.1 (ESRI, 2020), no qual foram salvos em formato *shapefile* (datum SIRGAS 2000/UTM zone 22s).

Devido ao fato de que, no banco de dados obtido da RAIS (BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2010), não consta a informação do tipo de atividade varejista (classificação), utilizou-se a alternativa de adotar o número de funcionários de cada estabelecimento como um indicador de seu porte e de seus requisitos locais. Com base na distribuição dos dados empíricos, quatro categorias de porte foram adotadas para classificação dos estabelecimentos varejistas, conforme Tabela 1.

**Tabela 1 – Classes de porte dos estabelecimentos varejistas e quantidades.**

Classes de Porte do Estabelecimento	Número de Funcionários	Quantidade de Estabelecimentos	Percentual sobre o total de Estabelecimentos
Familiar	sem funcionários	23.413	67,66%
Pequeno	1-10	9.445	27,29%
Médio	10-50	1.541	4,45%
Grande	acima de 50*	206	0,60%
<b>Total</b>		<b>34.605</b>	<b>100%</b>

\*Enquadram-se nessa categoria: supermercados e hipermercados.

A hipótese é que o comércio de menor porte (menos funcionários) seria um indicador para lojas de bens de conveniência, que tenderiam a se localizar em regiões de centralidades mais locais, sugerindo o acesso de pedestres a localizações na escala da vizinhança. Já o comércio de maior porte (mais funcionários) indicaria lojas de bens mais especializados, voltadas ao acesso de clientes motorizados, que buscariam as centralidades numa escala mais global.

Este método possui limitações, pois pode haver comércios especializados em estabelecimentos com poucos funcionários, como por exemplo, comércio de aparelhos ortopédicos, antiguidades, entre outros. A classificação do comércio por tipos de produto (bens de conveniência, comparação, especializados, etc.) seria um indicador mais preciso dos requisitos locacionais do que o porte, no entanto este dado não estava disponível.

A manipulação do banco de dados, desde sua construção e sistematização (i.e., base espacial e dados de atividades varejistas), bem como organização e análise dos resultados, foi realizada no ArcGIS v.10.6.1 (ESRI, 2020), que é um software de ambiente de SIG (Sistema de Informações Geográficas).

Para a aplicação dos modelos configuracionais de Acessibilidade e Centralidade FK, utilizou-se o plugin GAUS (DALCIN; KRAFTA, 2021) com auxílio do software QGIS v.3.18.1 (QGIS.ORG, 2021). O cálculo de ambas as medidas considerou a distância topológica, com diferentes medidas de raios (i.e., distâncias de rede): r6, r10 e r50. Esses raios buscam representar diferentes abrangências das medidas, desde as mais locais até a totalidade do sistema. Considerando que os trechos têm em média 100 metros (um quarteirão), o raio 10 equivaleria a uma distância em torno de um quilômetro. Buscou-se corroborar, com a escolha dos diferentes raios, a hipótese de que o raio menor (por exemplo, r6) seria útil para empreendimentos de menor porte, pois facilitaria o acesso de pedestres em torno da localização na escala de bairro; ao passo que o raio maior (por exemplo, r50) poderia ser mais útil para empreendimentos de maior porte, de uso não diário, pois seria direcionado ao acesso baseado em veículos (YOSHIMURA *et al.*, 2020).



## Densidade Kernel

Uma vez que os resultados das medidas configuracionais e a intensidade das atividades varejistas apresentam características espaciais distintas (em trechos de rua para o primeiro caso e em pontos de estabelecimentos varejistas para o segundo), foi necessário transformar os dois conjuntos de dados em uma mesma unidade de análise para que a comparação pudesse ser realizada. Assim, optou-se por utilizar a abordagem adotada por Porta et al. (2009) e transformar ambos os dados em uma nova estrutura raster (dado matricial) para fins de se examinar a relação entre as centralidades de trechos de rua e a intensidade das atividades varejistas.

Para este estudo, foi utilizado o método KDE. A estimativa da densidade kernel é uma técnica não paramétrica comum que usa suavização espacial e interpolação para transformar pontos de eventos discretos em superfícies contínuas. É usado para calcular a densidade de eventos de células da grade de saída em diferentes intervalos de limite na área dada. O resultado do cálculo do KDE tem uma distribuição uniforme, que reflete a lei da redução com a distância, e pode produzir mudanças na densidade nuclear da área com mais eficácia (MEHMOOD *et al.*, 2021). A densidade diminui gradualmente à medida que a distância aumenta. A função é mostrada na Equação 5 (SILVERMAN, 1986):

**Equação 5 – Densidade Kernel:**

$$f(j) = \frac{1}{h^2} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{3}{\pi} \cdot w_i \left( 1 - \frac{d_{ij}^2}{h^2} \right)^2 \right]$$

Onde  $f(j)$  é a densidade no centro da célula;  $h$  é o raio de busca (i.e., largura da banda);  $W_i$  é o peso no ponto  $i$ ;  $d_{ij}$  é a distância entre o ponto de incidência e o centro da célula; e  $n$  é o número de incidentes dentro do raio de pesquisa.

Ainda, o KDE é uma ferramenta padrão de análise espacial do ArcGIS/ESRI, e seus resultados podem ser facilmente integrados no software SIG para mapeamento (PORTA *et al.*, 2009). Para nossa área de estudo, a estrutura raster resultante é uma região com o recorte limítrofe do município em análise, Porto Alegre, com 1.048.575 células de grade, sendo cada célula um quadrado de 10 m x 10 m.

Inicialmente, calculamos as densidades de lojas de varejo. Em um segundo momento, calculamos a densidade kernel das medidas de acessibilidade e centralidade FK dos trechos de via. Cabe destacar que, diferente da densidade de lojas, a densidade kernel da centralidade dos trechos de rua em cada célula da grade na região R é a soma de todas as superfícies kernel dentro da largura da banda multiplicada pelo valor da centralidade em cada superfície. No ArcGIS/ESRI, isso é implementado selecionando cada medida configuracional como o campo ‘população’ (peso). Ao fazer isso, não se está computando apenas a densidade de ruas, mas a densidade da centralidade das

ruas. Para ambos os cálculos de densidade (lojas e centralidade), a largura de banda “h” estipulada foi de 300m, o que corresponde a cinco minutos de caminhada, conforme estabelecido por Porta et al. (2009, 2012) e Yoshimura et al. (2020).

### Correlação de densidades

A análise KDE converteu as medidas de centralidade e as densidades de atividades de varejo para a mesma unidade de análise de estrutura raster, onde cada célula contém atributos em várias camadas matriciais. O coeficiente de correlação espacial entre os KDEs de acessibilidade e centralidade da rede viária e os KDEs de estabelecimentos varejistas por porte foi determinado usando o método Band Collection Statistics (BCS) no software ArcGIS v.10.6.1 (ESRI, 2020).

A matriz resultante de correlação BCS expressa os valores dos coeficientes que representam como os valores das células de uma camada raster se relacionam com os valores das células de outra camada. A correlação entre duas camadas raster é uma medida de dependência entre as camadas; é a razão da covariância entre as duas camadas dividida pelo produto de seus desvios padrão. Por ser uma proporção, é um número sem unidade. A Equação 6 (SNEDECOR; COCHRAN, 1967) é usada para determinar a covariância entre as camadas i e j:

**Equação 6 – Covariância BCS:**

$$Cov_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N (z_{ik} - \mu_i)(z_{jk} - \mu_j)}{N - 1}$$

Onde Z é o valor da célula; i, j são as camadas rasters,  $\mu$  é a média da camada; N é o número de células e k denota uma célula particular.

A equação para calcular a correlação pelo método Band Collection Statistics (SNEDECOR; COCHRAN, 1967) é a seguinte:

**Equação 7 – Correlação BCS:**

$$Corr_{ij} = \frac{Cov_{ij}}{\delta_i \delta_j}$$

Onde  $Cov_{ij}$  é a covariância entre as camadas i e j, e  $\delta_i$  e  $\delta_j$  são os desvios padrão de i e j, respectivamente.

## **4. Resultados e discussão**

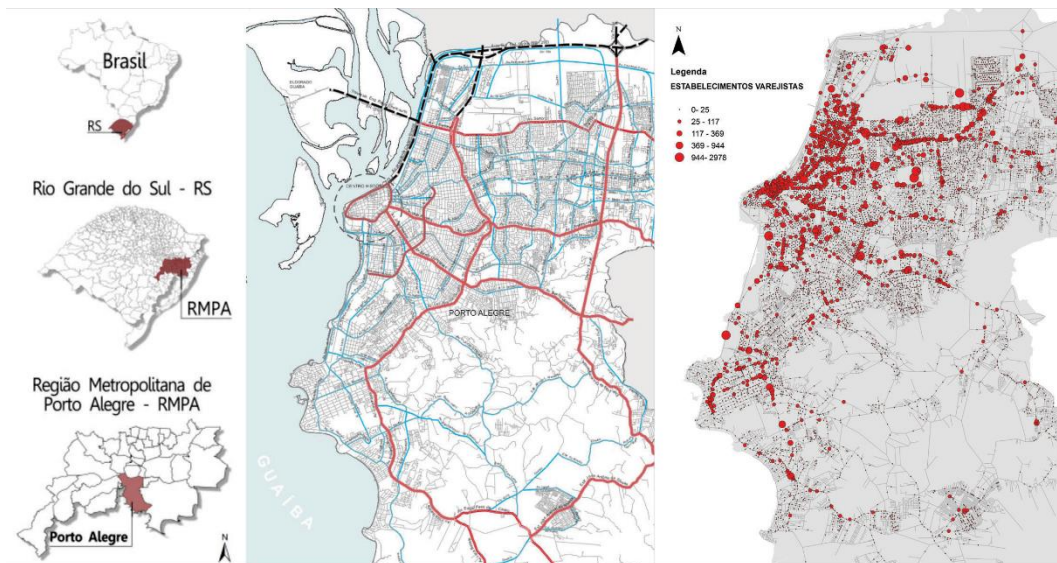
### Breve contextualização da distribuição espacial das atividades varejistas em Porto Alegre

Porto Alegre, capital do estado do RS, conta com 1.488.252 mil habitantes e é o centro de uma região metropolitana com mais de 4,4 milhões de habitantes (IBGE, 2020). Trata-se de uma cidade de serviços, onde mais de 90% do PIB do município provém do setor terciário (IBGE, 2018).

O setor de comércio varejista é bastante desenvolvido, contando com um total de 35.817 empresas registradas em 2010 (BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2010), distribuídas em várias categorias de varejo. A Figura 1 apresenta a localização da cidade e seu sistema viário principal, de acordo com o Plano Diretor de 2010 (PORTO ALEGRE, 2011). Dada a sua formação à beira do Lago Guaíba, a rede viária de Porto Alegre apresenta uma característica radiocêntrica, composta por diversas avenidas radiais que partem do centro histórico e três avenidas perimetrais principais.

O padrão de distribuição espacial do comércio varejista (Figura 1, direita) é bem diversificado. O comércio aparece concentrado no centro histórico e também em aglomerações distribuídas nos bairros formando sub centros (Cidade Baixa, Moinhos de Vento, Bom Fim, entre outros). Os estabelecimentos também formam corredores comerciais ao longo de algumas avenidas, tanto radiais como perimetrais (Protásio Alves, Assis Brasil, Ipiranga, entre outras). Ainda, uma parcela dos estabelecimentos comerciais também se apresenta de forma dispersa no território.

**Figura 1 – Localização de Porto Alegre (esq); rede viária principal de acordo com o Plano Diretor de 2010 (centro) e quantidade de estabelecimentos varejistas de todos os portes para o ano de 2010 (dir). O pontilhado marca o centro histórico. Fonte: elaboração própria com base em Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego (2010) e Porto Alegre (2011).**



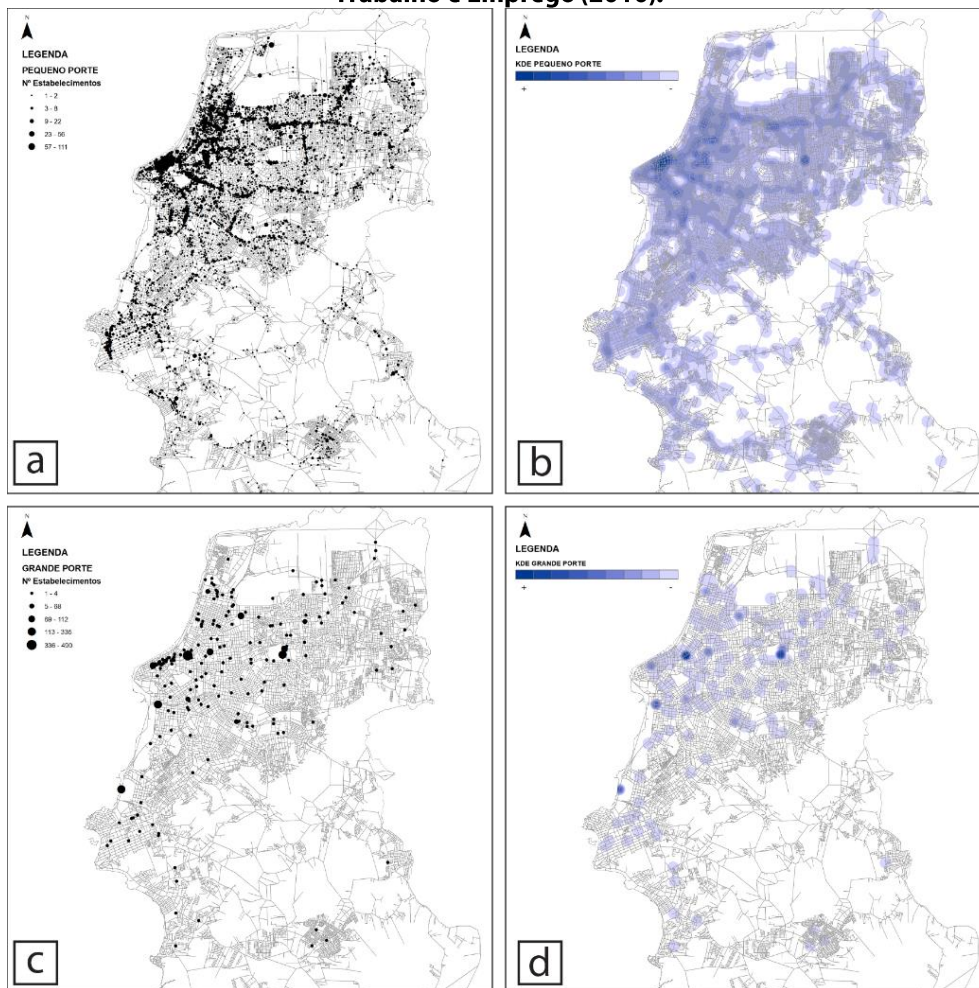
### As densidades de comércio varejista e centralidade

Esse item apresenta os resultados das análises das densidades através do método Kernel (KDE). As densidades foram calculadas para todas as categorias de porte (familiar, pequeno, médio e grande) e para todas as medidas configuracionais com os diferentes raios definidos. A Figura 2 ilustra os mapas de densidades de estabelecimentos varejistas de pequeno e grande portes e a Figura 3 ilustra os mapas de densidades da medida de acessibilidade local e da centralidade FK local (raio 6).

A acessibilidade local (R6), Figura 3-A, identifica as vias mais próximas considerando o seu entorno imediato. Em Porto Alegre, essa medida é caracterizada por um padrão espacial heterogêneo. Verifica-se que a acessibilidade está bastante concentrada no centro histórico, englobando também uma região pericentral limitada pela III Perimetral. Esse comportamento indica um decréscimo da densidade de ocupação a partir do centro em direção à periferia. Observa-se também uma distribuição da acessibilidade em diversos núcleos de bairros mais distantes que apresentam grande acessibilidade na escala de vizinhança.

Já a centralidade FK local, ilustrada na Figura 3-C, representa a capacidade de um lugar intermediar caminhos mínimos e possivelmente atrair movimento num raio de 600 metros. Em Porto Alegre, esta medida captura rotas de caminhos importantes dentro e entre os bairros.

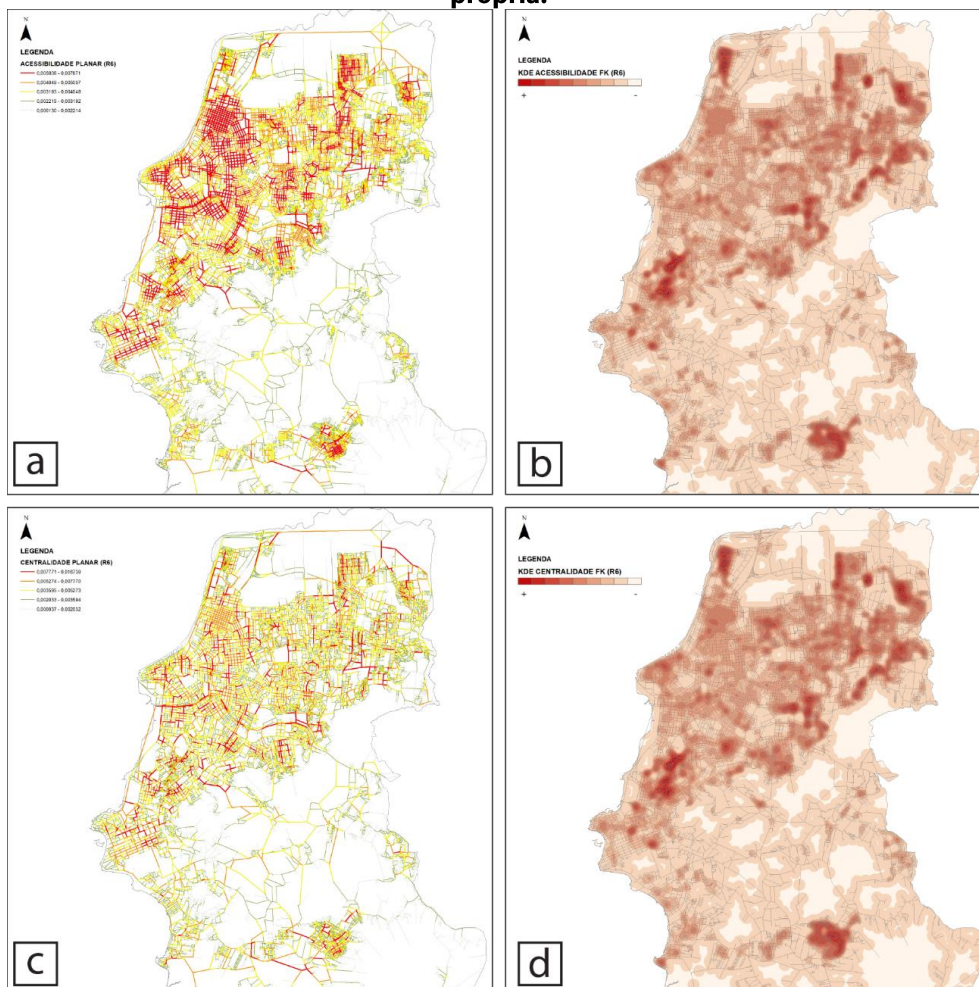
**Figura 2 – Densidades de estabelecimentos varejistas: (a) localização dos estabelecimentos varejistas de pequeno porte; (b) estimativa de densidade Kernel (KDE) dos estabelecimentos de pequeno porte; (c) localização dos estabelecimentos varejistas de grande porte; (d) KDE de estabelecimentos de grande porte. Fonte: elaboração própria com base em Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego (2010).**



As Figura 3-B e D apresentam, respectivamente, as densidades das medidas configuracionais para os portes pequeno e grande. Um aspecto importante é que, conforme

mencionado na metodologia, a densidade das medidas configuracionais é afetada pela quantidade de trechos de rua dentro de cada região. Dessa forma, observa-se que os tipos de traçados viários mais fragmentados, compostos de muitos trechos pequenos de via, aparecem com valores altos de densidade. Já os traçados mais regulares, com quadras maiores, perdem densidade. Porto Alegre apresenta, principalmente em sua coroa periférica, diversas áreas de ocupação informal (vilas e favelas) com aglomerados de ruas tortuosas e curtas, que se destacam nos mapas das densidades configuracionais. Este ponto será retomado nos resultados.

**Figura 3 – Densidades de medidas configuracionais: (a) medida de acessibilidade local  $r_6$  nos trechos; (b) estimativa de densidade Kernel (KDE) da medida de acessibilidade local; (c) medida de centralidade FK local  $r_6$  nos trechos; (d) KDE da medida de centralidade FK local. Fonte: elaboração própria.**



Obtidas as densidades, a etapa seguinte foi analisar as correlações entre as matrizes raster de densidade kernel, utilizando o método BCS, considerando todas as variáveis definidas para análise. A Tabela 2 apresenta uma seleção das melhores correlações (BCS) válidas obtidas.

**Tabela 2 – Seleção das correlações (BCS) válidas entre densidades dos estabelecimentos varejistas e medidas de acessibilidade e centralidade.**

Classes de Porte	Acessibilidade		Centralidade FK	
	Raio 6	Raio 10	Raio 6	Raio 50
	R	R	R	R
<b>Pequeno</b>	0,27619*	0,26996*	0,28234*	0,19505*
<b>Grande</b>	0,02466*	0,02582*	0,02763*	-
<b>Todos os portes</b>	0,31708*	0,31143*	0,32444*	0,24047*

\*Resultados são significantes no nível de 95%.

Todas as correlações resultaram positivas, ou seja, maiores valores de densidade de centralidade estão associados a maiores densidades de estabelecimentos varejistas, como previsto pela literatura (PORTA *et al.*, 2009, 2012). As medidas de centralidade FK e acessibilidade mostraram correlações fracas (0,30) com as atividades varejistas agregadas (todos os portes) na escala local (raio 6 e 10), porém um pouco mais intensas que na escala global (0,24). Isso apontaria uma tendência geral dos comércios em buscar localizações com bom desempenho na escala do seu entorno. Quando o comércio é desagregado por porte, pode-se ter uma ideia mais precisa de seus diferentes requisitos de centralidade. Verificou-se que os estabelecimentos de pequeno porte estão associados às centralidades de vizinhança. Esse é um resultado que confirma a expectativa, visto que o comércio de pequeno porte, aqui um indicador das tipologias de varejo menos especializadas (mercearias, petshops, lavanderias, etc.), tende a buscar localizações que permitam atrair clientes de um entorno próximo.

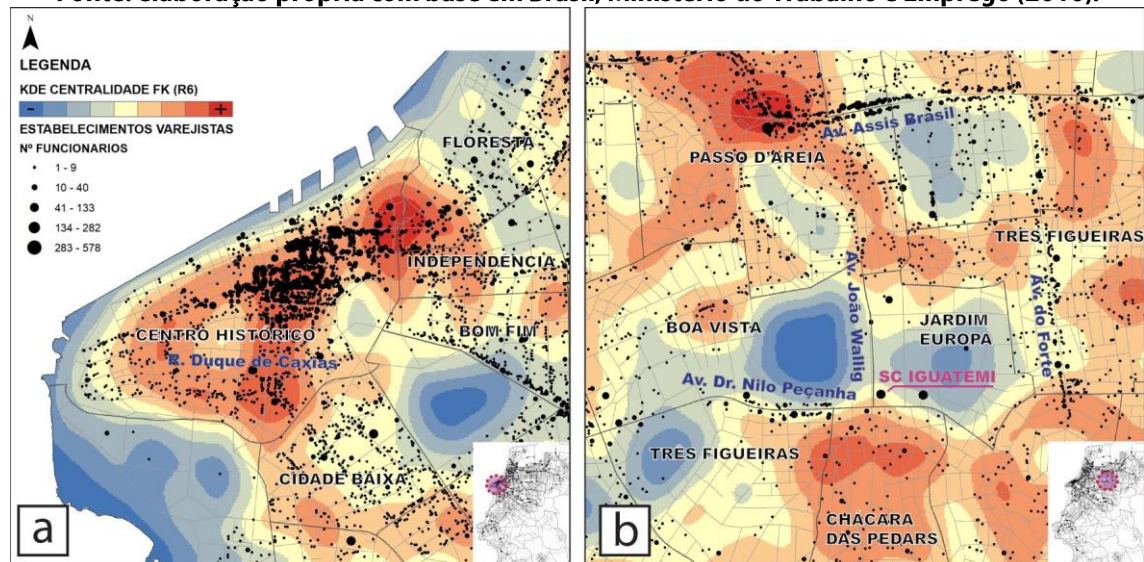
Chama atenção o fato de que a classe de comércio familiar (sem funcionários), apesar de ser a mais numerosa (67% do total de estabelecimentos), não se correlacionou com as medidas configuracionais. Isso pode ser explicado em parte pela característica de grande dispersão desse tipo de varejo. Em Porto Alegre, observou-se que o comércio familiar aparece distribuído em toda a área ocupada por urbanização, adotando localizações variadas. Trabalhos anteriores também verificaram que, no caso de Barcelona, os comércios secundários (uso diário) se localizam tanto em ruas de baixa centralidade como em ruas de alta centralidade. Esse tipo de comércio, mais do que o comércio especializado, parece necessitar de toda a centralidade que possa obter na cidade. Segundo os autores Porta *et al.*, isso se explicaria pelo fato de que as atividades primárias (comércio mais especializado) já são capazes de atrair movimento pela sua própria função, enquanto que as atividades secundárias (comércio diário) sobrevivem pelo movimento de passagem, portanto, através de sua localização (PORTA *et al.*, 2012; YOSHIMURA *et al.*, 2020).

Ainda, a fim de se evidenciar variações espaciais da cidade a nível local, duas regiões foram selecionadas para uma discussão mais detalhada da distribuição e concentração de estabelecimentos

comerciais frente às medidas configuracionais locais: a região do entorno do Centro Histórico e um setor na zona leste de Porto Alegre, indicados na Figura 4.

A região do Centro Histórico da cidade de Porto Alegre está situada em uma península que avança sobre o lago Guaíba, e sobre o qual se configurou como berço de ocupação e de expansão urbana. O Centro Histórico é o local tradicional da localização comercial em Porto Alegre, desde as origens da cidade. Ao longo de seu processo de crescimento, o Centro Histórico passou por diversas transformações. A perda de população de maior renda que residia na porção norte da península veio acompanhada de uma intensificação nas atividades de comércio, serviços e instituições. Enquanto a porção norte se verticalizou e se especializou funcionalmente, a porção sul consolidou um caráter de bairro residencial.

**Figura 4 – Densidade da medida de centralidade FK local r6 e localização dos estabelecimentos varejistas (todos os portes): (a) no entorno no Centro Histórico; (b) na zona leste de Porto Alegre. Fonte: elaboração própria com base em Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego (2010).**



Conforme Figura 4-a, verifica-se uma forte concentração de comércio ao norte da península, acompanhando trechos de alta centralidade local. A porção sul, por outro lado, apresenta-se com menor concentração, embora ainda bastante comercial. Percebe-se também que os bairros adjacentes (Cidade Baixa e Independência) formam uma coroa pericentral de alta centralidade e de forte presença comercial.

A segunda área (Figura 4-b) é uma região no setor leste do município de Porto Alegre e que conta com dois corredores comerciais tradicionais: a Av. Assis Brasil, a qual conecta os municípios ao norte (Cachoeirinha e Gravataí), e a Av. do Forte, arterial no sentido norte-sul. Na década de 1980, implantou-se, mais a sul, o primeiro shopping center regional, o Iguatemi, no centro de uma área ainda vazia. A presença do shopping center desencadeou um processo de ocupação que teve como eixo principal a Av. Nilo Peçanha, a qual ganhou uma caracterização comercial no seu

trecho próximo ao Iguatemi. O entorno do shopping center também atraiu investimentos imobiliários, consolidando uma área de alta densidade e alta renda (MARASCHIN, 2008). Todas as três avenidas-corredores comerciais mencionadas apresentam alta centralidade local. Conforme destacado anteriormente, a densidade das medidas configuracionais é afetada pela quantidade de trechos, pois o método KDE tende a apresentar maiores valores onde há maior concentração de vias. A alta centralidade da Av. Nilo Peçanha, por exemplo, acaba sendo dissipada na análise das densidades.

Os dois casos destacados acima ilustram a incidência de vários fatores no processo de localização varejista e formação de centralidades. No Centro, o processo histórico de ocupação da península criou diferenciações no perfil de população e intensidade de ocupação. A densidade varejista até hoje se apresenta mais intensa ao norte, mesmo que a porção sul tenha condições semelhantes de centralidade local. Já o caso do setor leste evidencia que as centralidades varejistas são dinâmicas, em que novas áreas surgem e competem com as pré-existentes. Também, ilustra que a presença daquele shopping center está associada a mudanças nos fatores que afetam a localização varejista (acessibilidade, densidade populacional, poder de consumo, etc.). Tais impactos propiciaram a emergência de um novo corredor comercial que ocupa área de alta centralidade configuracional.

Em termos gerais, é interessante destacar que os resultados de correlação obtidos para Porto Alegre apresentaram diferenças com relação aos estudos europeus. Em Bologna, foram encontradas correlações entre as densidades de comércio e *betweeness* global (0,70) e também acessibilidade global (0,54). Em Barcelona, a acessibilidade global teve o melhor desempenho (0,61) comparada à *betweeness* global (0,51). Em Porto Alegre, as maiores correlações das densidades comerciais foram obtidas com as medidas locais de centralidade (0,32) e de acessibilidade (0,31). As medidas globais não foram relevantes. Há que se ter em vista que os estudos adotam critérios diferentes e seus resultados não podem ser diretamente comparados com o presente estudo.

Os resultados evidenciam, para análise da cidade de Porto Alegre, que o método de análise das densidades, apesar de ter atendido às expectativas, apresentou uma limitação dada pelas diferenças muito significativas de traçado viário na cidade de Porto Alegre. Os estudos realizados em cidades europeias (Bolonha e Barcelona) parecem ter sido menos afetados por este aspecto, em função da maior padronização do traçado nas áreas estudadas (Bolonha com traçado de origem medieval e Barcelona com a regularidade do Plano Cerdá).

## 5. Conclusão

Este trabalho desenvolveu uma análise espacial da relação entre a centralidade configuracional e a localização varejista na cidade de Porto Alegre, RS. Foi explorada uma metodologia baseada em estudos similares que aplicam a densidade Kernel para estimar um valor da



densidade de centralidade configuracional e correlacionar com os valores de densidade das atividades varejistas. A análise demonstrou correlações fracas entre a distribuição espacial do comércio e as medidas configuracionais. A metodologia adotada viabilizou responder parcialmente às questões de pesquisa, já que as correlações não permitiram uma análise conclusiva. Para todos os portes de comércio apresentados, as correlações mais consistentes foram obtidas pela relação com centralidade FK de raio 6. Nesse sentido, os resultados aqui obtidos se aproximam de estudos anteriores, que também destacam a medida de centralidade por intermediação como tendo a associação mais relevante com a distribuição do comércio. Em outras palavras, parece ser importante à localização comercial aquela centralidade obtida pela posição de encurtar caminhos na rede e, com isso, beneficiar-se do movimento de passagem gerado. No entanto, esse resultado foi relevante apenas quando os comércios foram tratados em conjunto (todos os portes), não se observando a mesma intensidade de importância para os portes em separado.

Os resultados deste artigo revelam também a atuação simultânea das diferentes variáveis que afetam a localização varejista ao longo do tempo. Os dois casos detalhados mostram que fatores históricos, feições naturais do sítio, inserção de grandes elementos atratores também são capazes de redesenhar o mapa das vantagens locais do comércio varejista.

No que se refere às correlações obtidas, vários estudos têm encontrado correlações fracas e moderadas entre a distribuição espacial do comércio varejistas e os diferentes fatores que a afetam (MARASCHIN; RIBEIRO; DUPONT, 2018; SCOPPA; PEPONIS, 2015; SEVTSUK, 2014). Tal fato indica que os padrões de localização do comércio são afetados simultaneamente por diversos fatores espaciais, onde cada um parece ter um papel relativamente pequeno frente aos demais (SEVTSUK, 2014). Futuros estudos poderão considerar a correlação das localizações varejistas com indicadores compostos, incluindo diversas métricas configuracionais combinadas. Esse aspecto foi destacado por Porta et al. (2012), ao afirmar que as atividades comerciais talvez valorizem não apenas um tipo de centralidade, mas uma combinação de vários tipos. Futuros estudos poderão incluir também variáveis clássicas da localização varejista, como a densidade populacional e a renda das famílias, utilizando regressões múltiplas.

Ainda, é importante ressaltar que este trabalho se limitou a explorar correlações entre variáveis que estariam linearmente associadas. Porém, poderiam ter sido observados outros valores de correlação entre o fenômeno da distribuição de localização das atividades varejistas e as centralidades propostas se fossem aplicadas outras ferramentas estatísticas voltadas à identificação de correlações entre variáveis que não são linearmente correlacionadas. Assim, estudos futuros poderão também realizar testes experimentando outros tipos de coeficiente de correlação entre variáveis como o coeficiente de correlação Spearman ou o  $\tau$  de Kendall, por exemplo (SHAO *et al.*, 2018). Ademais, com o intuito de averiguar se a relação entre a distribuição das atividades varejistas

e as centralidades são estacionárias ou variam espacialmente, a presente pesquisa buscará explorar, em trabalho futuro, a variedade da distribuição espacial dos resultados por meio da análise da regressão geograficamente ponderada (GWR).

O artigo mostrou a relevância de estudos configuracionais no contexto brasileiro, sendo que foi possível destacar algumas semelhanças e diferenças com os casos europeus. Isso contribui na direção de metodologias mais adaptadas para o contexto de países periféricos, onde os padrões fragmentados do sistema viário, associado à desigualdade na distribuição da renda, afetam a distribuição espacial e os tipos de comércio.

O presente estudo pode contribuir com o planejamento urbano ao desvendar as lógicas de localização das atividades varejistas através de modelagem urbana, análise espacial e estatística. Sabe-se que relações espaciais em configurações urbanas densas são complexas e diversificadas, sendo que os incentivos aos padrões de uso do solo desejados não têm solução simples. A análise das centralidades urbanas e o monitoramento permanente da sua dinâmica pode contribuir para melhor compreender os padrões espaciais do comércio varejista. Daí a importância de estudos como o aqui apresentado.

### Referências bibliográficas

- BATTY, M. A New Theory of Space Syntax. **Centre for Advanced Spatial Analysis – CASA, University College London – UCL**, Londres, v. 75, n. 1, p. 36, 2004.
- BERRY, B. **Geografia de los Centros de Mercado y Distribución al por Menor**. Barcelona: Vicens-Vives, 1967.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Relação Anual de Informações Sociais - RAIS 2010**. Porto Alegre: MTE - Ministério do Trabalho e Emprego, 2010.
- CHIARADIA, A. *et al.* Compositional and urban form effects on centres in Greater London. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Urban Design and Planning**, Publicação online, v. 165, n. 1, p. 21–42, 2012.
- CHRISTALLER, W. **Central Places in Southern Germany**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.
- CRUCITTI, P.; LATORA, V.; PORTA, S. Centrality in networks of urban streets. **Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science**, Publicação online, v. 16, n. 1, p. 015113, 2006.
- DALCIN, G.; KRAFTA, R. **GAUS: Graph Analysis of Urban Systems**. Concessão: 2021. Versão 1.1
- ESRI. **ArcGIS**. Versão 10.6. Redlands, EUA: ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc., 2020. Professional GIS for the desktop.
- FREEMAN, L. C. A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. **Sociometry**, v. 40, n. 1, p. 35, 1977.
- GOOGLE. **Google Earth Pro**. Versão 7.3.4. website. <http://earth.google.com/>: Google LLC, 2021.
- HAGGETT, P.; CHORLEY, R. J. **Network analysis in geography**. London, England: Edward Arnold, 1969.
- HILLIER, B. Centrality as a process. Accounting for attraction inequalities in deformed grids. **Urban Desing International**, v. 4, p. 107–127, 1999.
- HILLIER, B. *et al.* Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. **Environment and Planning B: Planning and Design**, Publicação online, v. 20, n. 1, p. 29–66, 1993.

- HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1984.
- IBGE. **Estimativas 2020**. Brasil, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>. Acesso em: 9 ago. 2021.
- IBGE. **PIB por Município**. Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?t=pib-por-municipio&c=4314902>. Acesso em: 9 ago. 2021.
- KRAFTA, R. Urban Convergence: Morphology and Attraction. **Environment and Planning B: Planning and Design**, Publicação online, v. 23, n. 1, p. 37–48, 1996.
- MARASCHIN, C. Shopping centers e estrutura espacial urbana. **VIII Seminário Internacional de LARES**, Mercados emergentes de real estate: novos desafios e oportunidades, p. 12, 2008.
- MARASCHIN, C.; RIBEIRO, B. M. G.; DUPONT, L. C. Forma Urbana e Localização Comercial. **VI Colóquio Internacional sobre Comércio e Cidade**, Porto Alegre, p. 17, 2018.
- MEHMOOD, M. S. *et al.* The spatial coupling effect between urban street network's centrality and collection & delivery points: A spatial design network analysis-based study. **PLOS ONE**, Publicação online, v. 16, n. 5, 2021.
- MENDES, J. A.; FERREIRA, M. Avaliação de métodos de geocodificação para conversão de agravos localizados em endereços, para mapas de pontos em sistema de coordenadas espaciais. **IX Simpósio Nacional de Geografia da Saúde**, Publicação online, p. 70–82, 2019.
- PORTA, S. *et al.* Street Centrality and Densities of Retail and Services in Bologna, Italy. **Environment and Planning B: Planning and Design**, Publicação online, v. 36, n. 3, p. 450–465, 2009.
- PORTA, S. *et al.* Street Centrality and the Location of Economic Activities in Barcelona. **Urban Studies**, Publicação online, v. 49, n. 7, p. 1471–1488, 2012.
- PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Secretaria do Planejamento Municipal. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Regional - PDDUA**. 2011. Disponível em: [http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu\\_doc/planodiretortexto.pdf](http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu_doc/planodiretortexto.pdf). Acesso em: 6 ago. 2021.
- QGIS.ORG. **QGIS Geographic Information System**. Versão 3.18. QGIS Association., 2021. Professional GIS for the desktop. *E-book*. Disponível em: <http://www.qgis.org>.
- SCOPPA, M. D.; PEONIS, J. Distributed Attraction: The Effects of Street Network Connectivity upon the Distribution of Retail Frontage in the City of Buenos Aires. **Environment and Planning B: Planning and Design**, Publicação online, v. 42, n. 2, p. 354–378, 2015.
- SEVTSUK, A. Location and Agglomeration: The Distribution of Retail and Food Businesses in Dense Urban Environments. **Journal of Planning Education and Research**, Publicação online, v. 34, n. 4, p. 374–393, 2014.
- SEVTSUK, A. **Path and Place: A Study of Urban Geometry and Retail Activity in Cambridge and Somerville, MA**. 2010. Tese (City Design & Development / Urban Information Systems) - Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Urban Studies and Planning., Cambridge, Inglaterra, 2010.
- SHAO, C. *et al.* Rank correlation between centrality metrics in complex networks: an empirical study. **Open Physics**, Publicação online, v. 16, n. 1, p. 1009–1023, 2018.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical Methods**. 6th. ed. Ames: The Iowa State University Press, 1967.
- VARGAS, H. C. Comércio, Serviços e Cidade. Subsídios para Gestão Urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Publicação online, v. 22, n. E202010pt, 2020.
- YOSHIMURA, Y. *et al.* Spatial clustering: Influence of urban street networks on retail sales volumes. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, Publicação online, 2020.