

DISTRIBUIÇÃO DE ATIVIDADES ECONÔMICAS E CENTRALIDADES EM REDES ESPACIAIS URBANAS: ESTUDO DE CASO: LORENA (BRASIL)¹

DISTRIBUTION OF ECONOMIC ACTIVITIES AND CENTRALITIES IN URBAN SPATIAL NETWORKS: STUDY CASE: LORENA (BRAZIL)

LEONARDO LIMA, BÁRBARA MARIA GIACCOM-RIBEIRO

RESUMO

Ultimamente, a aplicação de redes espaciais urbanas vem ganhando destaque em trabalhos que envolvem Sistemas de Informação Geográfica. Assim, modelos de centralidade têm sido aplicados a fim de diferenciar espaços e descrever aspectos vinculados à estrutura espacial urbana. Neste trabalho, é explorada a relação entre o fenômeno da distribuição de atividades econômicas e as propriedades do espaço urbano, utilizando-se a teoria de redes como base metodológica. Considerando-se três propriedades espaciais – Acessibilidade, Intermediação e Excentricidade –, foram aplicados modelos de centralidade capazes de diferenciar porções discretas de espaço urbano sobre a rede espacial formada por trechos de ruas da cidade de Lorena (São Paulo). Na sequência, os resultados da aplicação desses modelos foram comparados, estatisticamente, com suas respectivas quantidades de atividades econômicas. O coeficiente de correlação *Pearson* (r) foi utilizado para verificar qual desses modelos se associaria ao fenômeno da distribuição de atividades econômicas urbanas de forma mais adequada. Os resultados sugerem uma correlação moderada entre os valores de centralidade por excentricidade e centralidade por proximidade, processadas de forma geométrica, com a distribuição espacial de atividades econômicas na cidade de Lorena (São Paulo).

PALAVRAS-CHAVE: Atividades econômicas. Centralidades. Lorena (São Paulo). Redes espaciais urbanas.

ABSTRACT

This application of urban space networks has lately been gaining prominence in works involving Geographic Information Systems. Thus, centrality models have been applied in order to differentiate spaces and describe aspects linked to urban spatial structure. This paper explores the relationship between the phenomenon of the distribution of economic activities and urban space properties, using the network theory as the methodological basis. Considering three spatial properties – Accessibility, Intermediation and Eccentricity –, centrality models were applied and allowed to differentiate discrete portions of urban space over the spatial network formed by streets sections in the city of Lorena (São Paulo, Brazil). Subsequently, the results of the application of these models were statistically compared with their relevant amounts of economic activities. Pearson's correlation coefficient (r) was used to verify which of these models would be more appropriately associated with the phenomenon of the distribution of urban economic activities. The results suggest a moderate correlation between the values of eccentricity centrality and proximity centrality, geometrically processed, with spatial distribution of economic activities in the city of Lorena (São Paulo, Brazil).

KEYWORDS: Urban Economic Activities. Centralities. Lorena (São Paulo). Urban Spatial Networks.

INTRODUÇÃO

A LOCALIZAÇÃO URBANA é um aspecto fundamental para a análise da dinâmica comercial de uma cidade. Do ponto de vista comercial, geralmente, associam-se às melhores localizações do espaço urbano aqueles espaços que apresentam as maiores quantidades de pedestres e as maiores facilidades de acesso, pois estes são os com maior tendência a concentrar consumidores. Assim, analisar as relações entre a forma urbana e suas condições de propiciar melhores oportunidades de geração de lucros tem sido de interesse de pesquisadores urbanos, ao menos, desde o começo do século XX, quando as bases da economia regional foram lançadas (ISARD, 1956). No entanto, apesar dos esforços de pesquisadores dessa área em vincular atributos de economia à forma da cidade, aspectos mais refinados acerca da maneira como o espaço urbano se articula costumavam ser, reiteradamente, negligenciados.

Apenas na segunda metade do século XX, com avanços no campo da modelagem urbana (ECHENIQUE, 1975), é que aspectos mais pormenorizados da configuração espacial urbana (como *layout* de ruas, quantidade de conexões entre ruas, navegabilidade e cognição urbana) passaram a ganhar destaque em pesquisas que procuravam analisar a influência da forma urbana na eficiência econômica de uma cidade (e vice-versa). Contribuiu, significativamente, para análise da configuração espacial urbana o trabalho de Hillier e Hanson (1984), que apresentou os fundamentos da teoria da Sintaxe Espacial. De forma geral, essa teoria converte a configuração espacial urbana em uma rede e, sobre essa rede, aplica modelos capazes de diferenciar cada vértice em função de propriedades espaciais urbanas específicas (BATTY, 2004).

Do trabalho seminal de Hillier e Hanson (1984), que relaciona a maneira como o espaço urbano se articula a uma espécie de “lógica social” dada em função da aplicação de um modelo chamado de integração, foram derivados outros trabalhos que associam, diretamente, a forma urbana a aspectos do cotidiano urbano (KRAFTA, 2014). Entre esses, um dos mais relevantes foi o apresentado por Hillier *et al.* (1993), no qual os autores alegam, deliberadamente, que a configuração espacial urbana é a responsável pela forma como pedestres se distribuem sobre o espaço urbano. Ou seja, ao se conhecer uma propriedade espacial vinculada apenas à forma como a cidade se configura, é possível estimar – com certo grau de confiança –, a maneira como os fluxos de pedestres tenderão a se distribuir pelo espaço urbano. Evidentemente, ao reconhecer que a forma urbana é responsável pela maneira como pedestres utilizam o espaço urbano, uma gama de possibilidades de pesquisas se abriu, originando uma série de trabalhos que, metodologicamente, passam a vincular aspectos do cotidiano urbano – como segregação socioespacial, valor do solo, ocorrência de crimes, entre outros –, à configuração espacial urbana. Dentre esses trabalhos, uma tradição que busca vincular propriedades espaciais urbanas à distribuição de atividades econômicas tem sido desenvolvida ao longo

dos últimos anos, como pode-se notar na produção de Porta *et al.* (2009, 2012), Sevtsuk (2010), Maraschin, Ribeiro e Souza (2017) entre outros. Dentro desse cenário, o trabalho aqui apresentado é uma tentativa de se analisarem propriedades espaciais que estariam mais (ou menos) associadas à distribuição de atividades econômicas urbanas na cidade de Lorena, interior do Estado de São Paulo. Metodologicamente, o conjunto de vias e espaços públicos dessa cidade foi convertido em uma rede espacial e, sobre essa rede, foram aplicados três modelos configuracionais urbanos capazes de descrever três propriedades do espaço urbano. A primeira delas é uma propriedade conhecida como proximidade, que se vincula ao grau de acessibilidade que uma unidade discreta de espaço urbano possui em relação a todas as outras (INGRAM, 1971). A segunda propriedade espacial é chamada de intermediação (FREEMAN, 1979) e é capaz de refletir o quão frequentemente uma unidade discreta de espaço urbano é utilizada nos deslocamentos realizados pela cidade, funcionando como uma espécie de “corredor”. Finalmente, a terceira propriedade espacial vincula-se à ideia de que a conexão entre um par de espaços na cidade é mais eficiente quanto menos mudanças de direção são realizadas no deslocamento que as conecta (VRAGOVIC; LOUIS; DIAS-GUILERA, 2005).

Assim, este estudo problematiza o fenômeno da distribuição de atividades econômicas sobre o espaço urbano por meio da abordagem configuracional, e compara um conjunto de medidas de diferenciação espacial com a distribuição de atividades econômicas em uma cidade do interior do estado de São Paulo a fim de verificar qual dessas propriedades espaciais estaria mais associada à forma como as atividades econômicas urbanas se distribuem pelo espaço urbano².

ABORDAGEM CONFIGURACIONAL URBANA

Esse trabalho se insere na tradição dos estudos configuracionais urbanos. A abordagem configuracional compreende a cidade como um sistema de espaços que se articulam e formam uma rede³, definida em função de suas relações de adjacência e justaposição. Sobre esse sistema são aplicadas rotinas matemáticas das quais derivam indicadores que são capazes de hierarquizar e descrever a estrutura espacial urbana (KRAFTA, 2014). Ao que parece, a origem da abordagem configuracional urbana relaciona-se ao trabalho de Haggett e Chorley (1969), que estabeleceu os fundamentos da geografia quantitativa. Assim, a adoção de conceitos e técnicas oriundos das ciências exatas e naturais, como a matemática e a física, levou a aplicação de métodos lógico-dedutivos a questões referentes à cidade, incomuns na tradição dos estudos urbanos que utilizam, recorrentemente, métodos discursivo-indutivos, consolidados nas ciências sociais aplicadas (BUNGE, 1999). Com a difusão de ferramentas computacionais ocorrida após a década de 1960, muitos trabalhos que procuravam simular e modelar fenômenos urbanos passaram a ser produzidos (ECHENIQUE, 1975; BERTUGLIA; CLARKE; WILSON, 1994), o que consolidou

centros de pesquisa urbana focados em trabalhos que envolviam o emprego extensivo de recursos computacionais e de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e favoreciam a produção de rotinas matemáticas capazes de descrever e analisar aspectos intrinsecamente vinculados ao espaço urbano.

Modelos configuracionais urbanos, ou modelos de centralidade, nada mais são do que rotinas matemáticas capazes de diferenciar e hierarquizar porções discretas de espaço, simplificando a realidade urbana. Para que esses modelos sejam aplicados, é necessário converter a cidade em uma rede formada por um conjunto desagregado de elementos, como as máximas extensões percorridas sem mudanças de direção (linhas axiais), os pontos notáveis do sistema viário, como esquinas e/ou intersecções viárias (mapas nodais); ou, ainda, por trechos de ruas localizados entre cada par de esquinas (mapa de trechos) (KRAFTA, 2014). Cada unidade desagregada de espaço se vincula às outras em função de relações de adjacência (se dois espaços desses se conectam diretamente) e justaposição (quando dois espaços desses não se conectam diretamente), que acabam definindo a configuração da rede espacial.

Recentemente, a teoria de redes parece ter ganhado relevância na área da tecnologia da geoinformação, surgindo SIG que têm implantado essa possibilidade metodológica em seus pacotes de ferramentas (BATTY, 2008). As propriedades das redes são estudadas por meio de um campo da matemática discreta chamado de grafos (BLANCHARD & VOLCHENKOV, 2009). Assim, aplicando a teoria dos grafos, é possível analisar as características de cada uma das unidades espaciais discretas (vértices) que compõem uma rede espacial e diferenciá-las em função de suas propriedades na configuração do espaço urbano.

A aplicação de modelos configuracionais urbanos implica a definição de caminho mínimo, *i.e.*, o menor percurso conectando um par de unidades espaciais discretas (ou vértices) não diretamente conectadas ou justapostas. Em suma, o processamento de modelos de centralidade, geralmente, baseia-se na distância entre os vértices da rede. Finalmente, dentro de redes espaciais urbanas, a extensão desses caminhos pode refletir sua geometria ou topologia. No primeiro caso, a distância entre um par de vértices em uma rede equivale a uma distância euclidiana real, igual à extensão das arestas que os conectam. No segundo caso, a distância entre um par de vértices na rede não se refere às extensões das arestas entre eles interpostas, mas apenas à quantidade de arestas no caminho mínimo que os conectam. Isto é: se no caminho mínimo entre um par de vértices existe mais de uma aresta os conectando, a extensão do caminho mínimo será igual ao somatório da quantidade de arestas interpostas entre eles e não o somatório de suas respectivas extensões.

DISTÂNCIA RELATIVA

Na tradição configuracional, a distância relativa ou acessibilidade não se refere apenas a uma noção de distância associada a distâncias euclidianas (*i.e.*, expressas em metros, quilômetros, milhas *etc.*), mas também a tempo,

custos, topologia etc., ou a qualquer maneira possível de se mensurar a distância entre um par de espaços. Trata-se de uma das propriedades espaciais mais estudadas por geógrafos, sendo fundamental para a compreensão da primeira lei da geografia: *"everything is related to everything else, but near things are more related than distant things"* (TOBLER, 1970, p. 236, tradução nossa)⁴. A noção de acessibilidade serviu como base para a formulação de importantes contribuições nos estudos urbanos, como a "Teoria dos Anéis Concêntricos" – elaborada por Johann Heinrich Von Thünen –, que, posteriormente, serviu para que William Alonso elaborasse a "Curva de Oferta de Preços Urbanos", Lowdon Wingo Jr. apresentasse a "Teoria do Equilíbrio Espacial" (RICHARDSON, 1975) e Walter Christaller propusesse a "Teoria do Lugar Central" (NORTHAM, 1995)⁵.

Ao que parece, os trabalhos de Hansen (1959) e Ingram (1971) foram os primeiros a operacionalizar essa propriedade espacial. A acessibilidade relativa refere-se à noção de distância existente entre um par de espaços, refletindo, apenas, o quão distantes eles estão um do outro. Entretanto, a acessibilidade global refere-se à relação de distância de um espaço com todos os outros que compõem um sistema espacial. Com base nessas noções, um modelo computacional pôde ser proposto, diferenciando e hierarquizando espaços em função de suas distâncias relativas, de maneira local e global, como será apresentado na seção de metodologia.

POSIÇÃO RELATIVA

A posição relativa (ou intermediação) é uma propriedade espacial vinculada à noção de que certos espaços são mais importantes do que outros porque são capazes de intermediar maiores quantidades de deslocamentos entre outros pares de espaços quaisquer num sistema espacial (KRAFTA, 1994). Ao que parece, a operacionalização dessa propriedade espacial foi, originalmente, proposta em estudos de sociologia estrutural (BAVELAS, 1948).

A noção de intermediação é capaz de apontar aqueles espaços que têm um caráter estrutural na dinâmica de fluxos urbanos, uma vez que esses espaços têm por característica controlar, cortar ou amplificá-los: Freeman (1979, p. 221)⁶ argumenta que a posição relativa refere-se à "[...] *frequency with which a point falls between pairs of other points on the shortest or geodesic paths connecting them*". Portanto, essa propriedade permite explorar aqueles espaços que apresentam maior potencial de concentrar fluxos e – se se admitir que espaços que tendem a ser utilizados com maior frequência nos deslocamentos intraurbanos são os mais adequados às práticas comerciais –, permite estimar as áreas da cidade que possuem maior probabilidade de concentrar serviços e comércios.

De forma similar à acessibilidade, a posição relativa pode ser dada em função de um dado par de espaços ou em função de todos os elementos que compõem o sistema espacial, refletindo o quão importante um espaço é ao conectar um par de espaços ou ao conectar todos os pares de espaços possíveis nesse sistema.

EFICIÊNCIA

A eficiência é uma propriedade espacial associada à maior ou à menor quantidade de mudanças de direção na comunicação entre pares de espaços (SEVTSUK & MEKONNEN, 2012). O termo eficiência, neste trabalho, relaciona-se com a ideia de que uma rede possui maior eficácia na distribuição de fluxos ao apresentar, simultaneamente, maior proximidade e menor quantidade de mudanças de direção nos deslocamentos entre seus elementos. Empiricamente, sabemos que a cidade é um conjunto de barreiras e permeabilidades, e, para se contornarem essas barreiras é necessário superar distâncias. Assim, existem deslocamentos que podem ser realizados sem a necessidade de mudanças de direção, ou seja, sem a necessidade de contornar barreiras. Todavia, existem deslocamentos que implicam várias mudanças de direção por uma série de razões (e.g., leis de trânsito, obstáculos, aspectos geográficos). Consequentemente, essas mudanças de direção implicarão deslocamentos mais longos, indicando que quanto mais mudanças de direção existirem num deslocamento, menos eficiente ele será. Assim, existiriam entre um par de espaços quaisquer ao menos duas distâncias. A primeira é dada desconsiderando-se as implicações da configuração urbana (i.e., suas barreiras); outra é definida em função das barreiras impostas pela configuração do espaço urbano. Logo, obtém-se uma relação entre essas distâncias, e, quanto mais próxima de 1 for essa relação, mais eficiente e menos excêntrico é um deslocamento. Entretanto, se essa relação se aproxima de zero, o deslocamento é demasiadamente excêntrico e pouco eficiente, refletindo uma situação na qual um par de espaços está virtualmente próximo, no entanto seu deslocamento é complexo, implicando mudanças de direção que ocasionarão uma distância real significativamente maior do que a virtual (VRAGOVIĆ; LOUIS; DÍAZ-GUILERA, 2005).

Finalmente, essa propriedade do espaço pode considerar a excentricidade de deslocamentos realizados entre um dado par de espaços (i.e., eficiência local) ou entre um espaço e todos os outros que com ele compõem um sistema espacial (i.e., eficiência global).

APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO: LORENA (SÃO PAULO)

A cidade de Lorena está localizada na região Sudeste do Brasil, no Estado de São Paulo, distante cerca de 200km da capital, São Paulo. O município possui 414,16km² de área e, atualmente, a população estimada é de 87.980 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018). A cidade beneficia-se economicamente da proximidade com uma das principais rodovias que cortam o país (BR-116), posicionando-se no entroncamento de três importantes estados da federação (Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo). Além dessa rodovia, existe outra importante maneira de acessar a cidade: por meio da rodovia BR-459, que liga São Paulo ao estado de Minas Gerais e que está localizada na porção Leste da cidade. Lorena é um centro universitário de referência para a região onde se insere e, segundo o Instituto

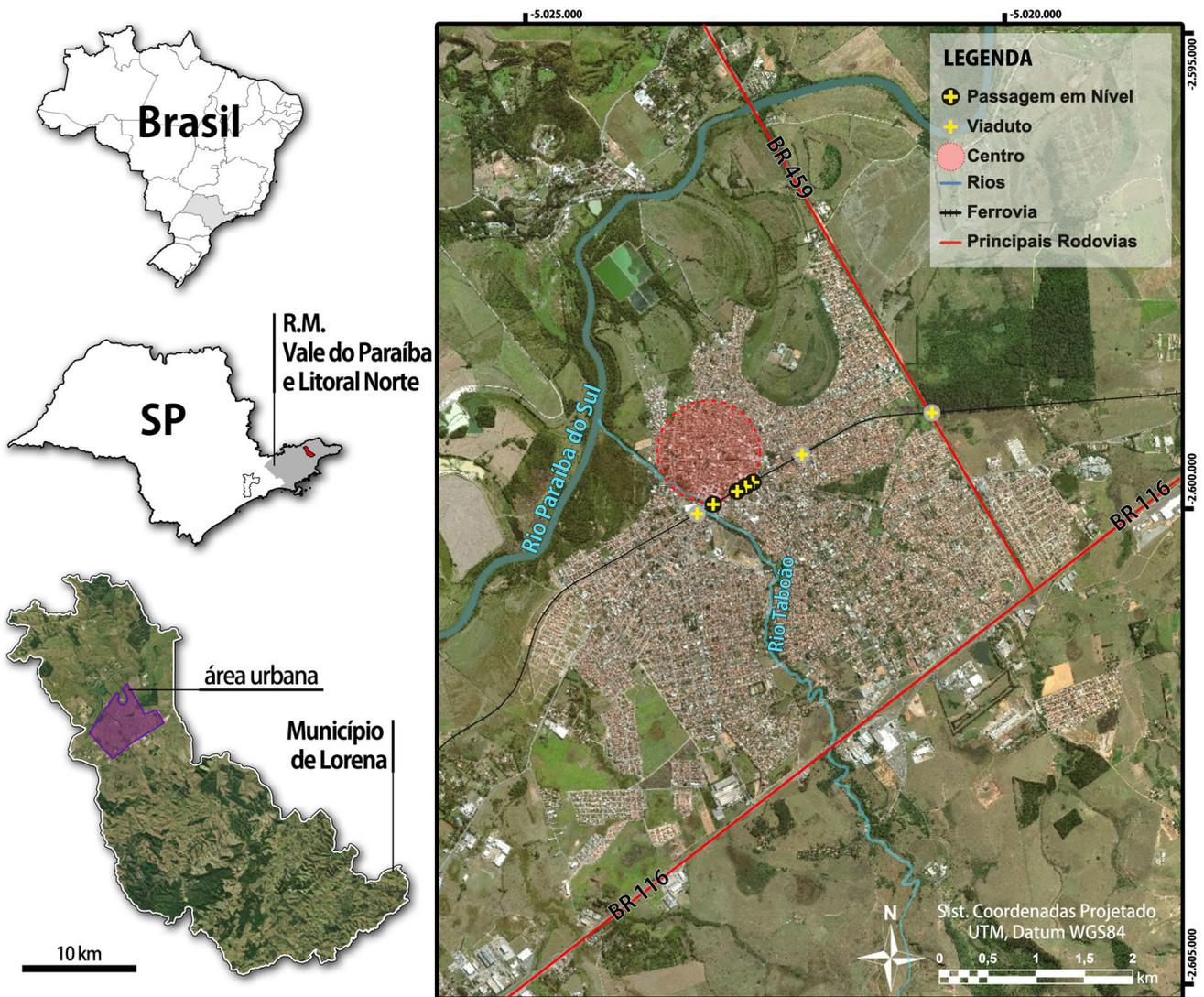


FIGURA 1 – Área urbana de Lorena (SP): principais acessos e aspectos naturais, centro e entroncamentos entre a ferrovia e o traçado viário.

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Brasileiro de Geografia e Estatística (2015), 63,5% da participação do Produto Interno Bruto (PIB) vêm do setor terciário (comércios e serviços).

Atualmente, a cidade apresenta Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,766 (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013). O relevo da zona urbana de Lorena é praticamente plano, tornando-se mais acidentado e íngreme à medida que se aproxima de uma serra que divide os estados de São Paulo e Minas Gerais (ao norte da zona urbana). Outro fator relevante na conformação da cidade reside no fato de o município ser cortado por um rio que serviu como principal vetor para a formação das cidades do Vale do Paraíba, o rio Paraíba do Sul (Figura 1).

A zona urbana de Lorena está quase que em sua totalidade localizada na área entre o Rio Paraíba do Sul e as rodovias BR-116 e BR-459. A área urbana da cidade também é dividida em duas porções (leste e oeste) por um grande maciço vegetal, formado por uma mata ciliar que cobre o rio Taboão (Figura 1). A forma urbana de Lorena é claramente influenciada pelo desenho das duas

rodovias que se encontram, perpendicularmente, na porção leste da cidade. Esse encontro define um desenho que, de certa forma, norteia o traçado viário dos bairros da periferia adjacente. Ao Norte, a forma urbana da cidade é limitada por uma grande área de extravaso do rio Paraíba do Sul, que, em função das cheias, eventualmente ocupa a planície de inundação. Com exceção do centro, a maior parte da cidade segue um traçado de inspiração hipodâmica, indicando algum rigor projetual. Outro fator relevante da cidade é o fato de sua zona urbana ser cortada por uma ferrovia que a divide no sentido norte-sul (Rede Ferroviária Federal, Sociedade Anônima, RFFSA). Existem sete pontos onde o traçado viário é interceptado pela ferrovia: três são viadutos e quatro são passagens em nível.

Lorena vem sofrendo, nos últimos anos, um processo de expansão urbana em direção a BR-116 (sul) que age como um vetor de atração econômica das cidades da região, fato este que é otimizado pela pouca área disponível nas franjas norte e oeste da cidade, ambas limitadas pelo rio Paraíba do Sul.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

CONVERSÃO DAS VIAS PÚBLICAS DA CIDADE DE LORENA (SP) EM REDE ESPACIAL URBANA

O método proposto requer a descrição da cidade como uma rede espacial urbana. Para definir a configuração dessas redes, recorre-se a relações existentes entre os espaços urbanos, definidas em função de suas conectividades. Assim, emergem relações de adjacência e justaposição que configurarão a rede espacial urbana analisada (KRAFTA, 1994).

Existe uma série de maneiras de se converter o conjunto de vias de uma cidade em uma rede espacial urbana (BATTY, 2004; PORTA; CRUCITTI; LATORA, 2006a, 2006b). Nesta pesquisa, por razões operacionais, foram aplicados modelos de centralidades sobre uma representação espacial definida por trechos de ruas. Esse tipo de representação é composto por linhas definidas entre cada par de esquinas (ou intersecção viária) da cidade. A representação espacial utilizada nesta pesquisa e sua respectiva rede espacial urbana foram elaboradas a partir de mapas disponibilizados pela plataforma *World Street Maps* – ESRI/ArcGIS em escala 1:5.000, por meio de vetorização manual. À esquerda da *Figura 2*, é ilustrado um fragmento urbano (a). No centro, uma representação espacial definida por trechos de ruas equivalente ao fragmento urbano é mostrada (b) e; finalmente, à direita, tem-se o grafo equivalente a essa representação espacial, onde os vértices representam unidades discretas de espaço público (trechos de rua) e as arestas representam as relações de adjacência entre esses trechos de ruas (c). Os trechos de rua e os respectivos vértices estão numerados.

BANCO DE DADOS GEOESPACIAIS

Além da transformação do sistema de vias da cidade em uma rede espacial urbana, os experimentos desenvolvidos implicam a construção de um banco

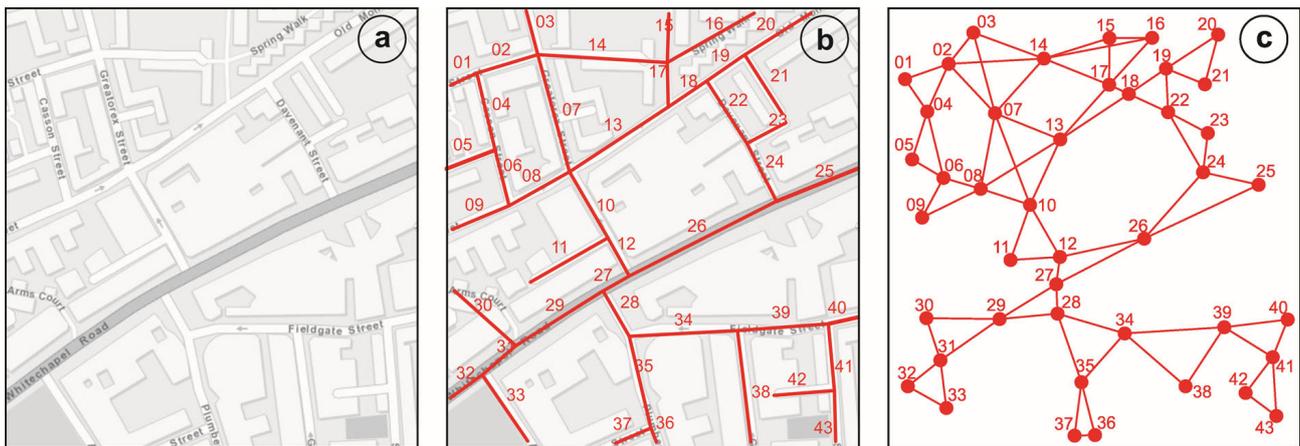


FIGURA 2 — Processo de conversão de vias públicas em uma rede espacial urbana: em (a) é ilustrado um fragmento urbano; em (b) uma representação espacial definida por trechos de ruas; e em (c) o grafo equivalente a essa representação espacial, onde os vértices representam unidades discretas de espaço público (trechos de rua) e as arestas representam as relações de adjacência entre esses trechos de ruas.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

de dados com a localização das atividades econômicas dispersas pela área urbana. Por atividade econômica entende-se, neste artigo, qualquer tipo de estabelecimento comercial, formal ou informal, que presta/oferta algum tipo de serviço/bem e que gera qualquer tipo de transação comercial. O conjunto de dados compreende espaços de profissionais autônomos – como manicures, cabeleireiros, cozinheiros –, estabelecimentos tradicionais – como farmácias, padarias, lojas de vestuário –, de prestadores de serviços – como oficinas mecânicas, consultórios médicos, escritórios de advocacia, engenharia, contabilidade e grandes estabelecimentos –, como supermercados, agências bancárias e indústrias. O levantamento das localizações desse grupo de atividades foi executado por meio de observação e cadastramento *in loco*.

A cada atividade econômica atribuiu-se um ponto (em formato vetorial) e o conjunto desses dados foi espacializado em um ambiente SIG (*i.e.*, ArcGIS v.10.1) (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, 2012). A Figura 3 apresenta a distribuição dos pontos das atividades econômicas sobre a rede espacial definida por trechos de ruas da cidade de Lorena (SP). Na sequência, cada ponto (localização) relativo às atividades econômicas foi integrado à rede espacial urbana em função de sua proximidade, atribuindo-se um valor de quantidade de atividades econômicas a cada trecho de rua. A fim de se evidenciar as correlações entre atividades econômicas e centralidades na rede espacial, normalizou-se a quantidade de atividades econômicas pela extensão do respectivo trecho onde elas estão localizadas. Assim, aumentasse a heterogeneidade dos valores, uma vez que muitos trechos de rua, com extensões distintas, apresentam as mesmas quantidades de atividades econômicas enquanto as centralidades, geralmente, diferenciam – de forma muito particular –, cada unidade espacial discreta adotada (trecho de rua).

MODELOS CONFIGURACIONAIS URBANOS

CENTRALIDADE POR PROXIMIDADE

A centralidade por proximidade está relacionada à facilidade de se alcançar determinado ponto no sistema urbano, e pode ser definida como a propriedade

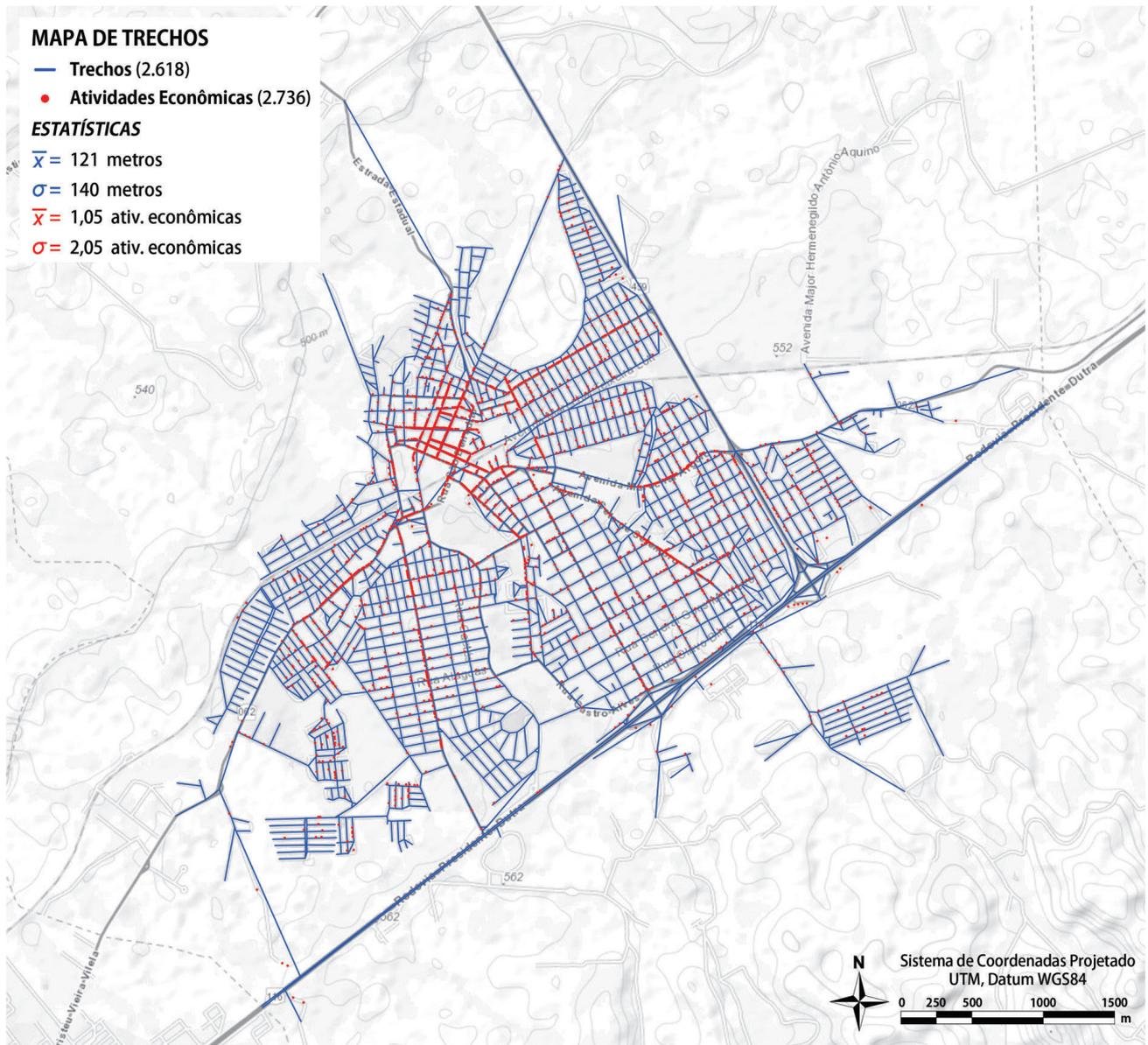


FIGURA 3 — Distribuição de atividades econômicas e representação espacial por trechos de rua de Lorena (SP).

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

que um determinado vértice da rede espacial possui por estar mais próximo de todos os outros, considerando a extensão dos caminhos mínimos que os conectam (HAGGETT & CHORLEY, 1969; INGRAM, 1971). Para um sistema S com n vértices, a centralidade por proximidade de um vértice genérico é (Equação 1). Onde d é a distância entre os espaços i e j :

EQUAÇÃO 1

$$CP(i) = \sum_{i=0}^n \frac{1}{d_{ij}}$$

CENTRALIDADE POR INTERMEDIÇÃO

O modelo de centralidade por intermediação tem origem na sociologia (FREEMAN, 1977). Descreve, basicamente, a quantidade de vezes que um determinado elemento do sistema espacial intermedeia relações entre outros pares de espaços quaisquer, estando no caminho mínimo entre eles. Assim,

indica onde estão os elementos do espaço que possuem maior probabilidade de concentrar fluxos e informação. Inicialmente, esse modelo calcula os caminhos mais curtos entre cada par de espaços possível no sistema espacial não diretamente conectados⁷. Depois, computa-se a quantidade de vezes que cada entidade espacial aparece intermediando relações entre outros pares quaisquer de espaços. Finalmente, é feita a hierarquização dos elementos espaciais em função da quantidade de vezes que eles aparecem nos caminhos mínimos existentes nas interações entre todos os elementos do sistema. Se mais de um caminho mínimo é encontrado no deslocamento entre um par de nós (como acontece frequentemente em redes espaciais urbanas), então, a cada um dos caminhos equidistantes é dado o mesmo peso, de tal forma que a soma das parcelas seja igual ao valor total (SEVTSUK & MEKONNEN, 2012). O modelo é matematicamente descrito como:

EQUAÇÃO 2

$$CI[i]^r = \sum_{j,k \in G - \{i\}, d[j,k] \leq r} \frac{n_{jk}[i]}{n_{jk}}$$

Onde $CI[i]^r$ é a centralidade por intermediação de um espaço i , num dado raio de busca r , $n_{jk}[i]$ é a quantidade de caminhos mínimos do espaço j até o espaço k que são intermediados pelo espaço i ; e n_{jk} é a quantidade total de caminhos mínimos do espaço j até o espaço k (inclusive os que passam por i). A intermediação de um espaço i é computada considerando-se todos os pares de espaços j,k que estão dentro de um raio de distância r um do outro.

CENTRALIDADE POR EXCENTRICIDADE

O modelo de centralidade por excentricidade captura a relação entre a menor distância existente entre um par de nós em uma rede sem nenhum tipo de restrição imposta por sua configuração – ou seja, uma distância euclidiana (em linha reta – virtual) –, e a extensão do seu respectivo caminho mínimo na rede; isto é, considerando as distâncias influenciadas por mudanças de direção ocasionadas por barreiras impostas por sua configuração (SEVTSUK & MEKONNEN, 2012). Segundo Porta, Crucitti e Latora (2006b, p. 710)⁸, “*this measure captures how much the connecting routes from node ‘i’ to all other nodes in the graph deviate from the virtual straight routes*”.

O processamento desse modelo implica, inicialmente, o cômputo de dois tipos de distância que um nó na rede possa ter para todos os outros: uma distância virtual, ou em linha reta, e uma distância definida pelo caminho mínimo, isto é, considerando as distâncias impostas pela configuração da rede (distância real). Depois de calculadas as distâncias virtual e real, cada nó passa a apresentar um índice que mostra a relação de sua distância em linha reta (virtual) com a distância gerada pela extensão de seu caminho mínimo (considerando as barreiras) para todos os outros nós do sistema espacial. De acordo com esse índice, cada vértice é hierarquizado e aqueles que apresentam menor

desvio, ou excentricidade, são os mais centrais, e os que apresentam os maiores desvios, ou os mais excêntricos, são os menos centrais. A definição matemática de centralidade por excentricidade é dada por:

EQUAÇÃO 3

$$CE[i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}, d[i,j] \leq r} \frac{\delta[i,j]}{d[i,j]}$$

Onde $CE[i]^r$ é a centralidade por excentricidade de um espaço i , num dado raio de busca r ; $\delta[i,j]$ é a distância em linha reta (virtual) entre os espaços i e j ; e $d[i,j]$ é a extensão do caminho mínimo (real) entre os espaços i e j , considerando-se as barreiras impostas pela configuração da rede.

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PEARSON (r)

O coeficiente de correlação *Pearson* (r) é uma medida estatística que calcula o grau de correlação linear entre duas variáveis. É um índice adimensional com valores entre “-1” e “+1”, representando a intensidade de uma relação linear entre dois conjuntos de dados. Os valores iguais ou próximos a “+1” significam correlações positivas e diretamente proporcionais, enquanto valores iguais ou próximos a “-1” significam correlações negativas e inversamente proporcionais entre as duas variáveis. Resultados próximos de “0” significam que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra (PEARSON, 1900). Na literatura, encontra-se referência à seguinte escala de atributos do coeficiente de correlação *Pearson*: de 0,70 a 1 (positivo ou negativo) indica uma forte correlação; de 0,30 a 0,70 (positivo ou negativo) indica correlação moderada; e de 0 a 0,30 (positivo ou negativo) uma correlação fraca.

Aqui foram calculados seis valores de coeficiente de correlação *Pearson* (r) utilizando-se os valores da quantidade de atividades econômicas por trechos de ruas da rede espacial (*i.e.*, quantidades normalizadas pela extensão (em metros) de cada trecho) e os resultados obtidos após a aplicação de cada um dos três modelos de centralidade, considerando-se a geometria e a topologia da rede espacial (três modelos processados duas vezes cada um em função da geometria ou da topologia da rede).

O PERCURSO METODOLÓGICO

O percurso metodológico desta pesquisa pode ser sistematizado da seguinte forma: inicialmente, é elaborada a rede espacial urbana da cidade analisada, seguindo a técnica da representação espacial por trechos de rua. Na sequência, a localização de cada uma das atividades econômicas levantadas *in loco* é associada aos trechos de rua (ou vértices da rede espacial equivalente). Então, sobre essa rede, são processados os três modelos configuracionais apresentados (proximidade, intermediação e excentricidade – geométrica e topologicamente). Os modelos processados nessa pesquisa foram desenvolvidos no *software* ArcGIS v.10.1, utilizando-se o pacote de ferramentas oriundo da extensão UNA

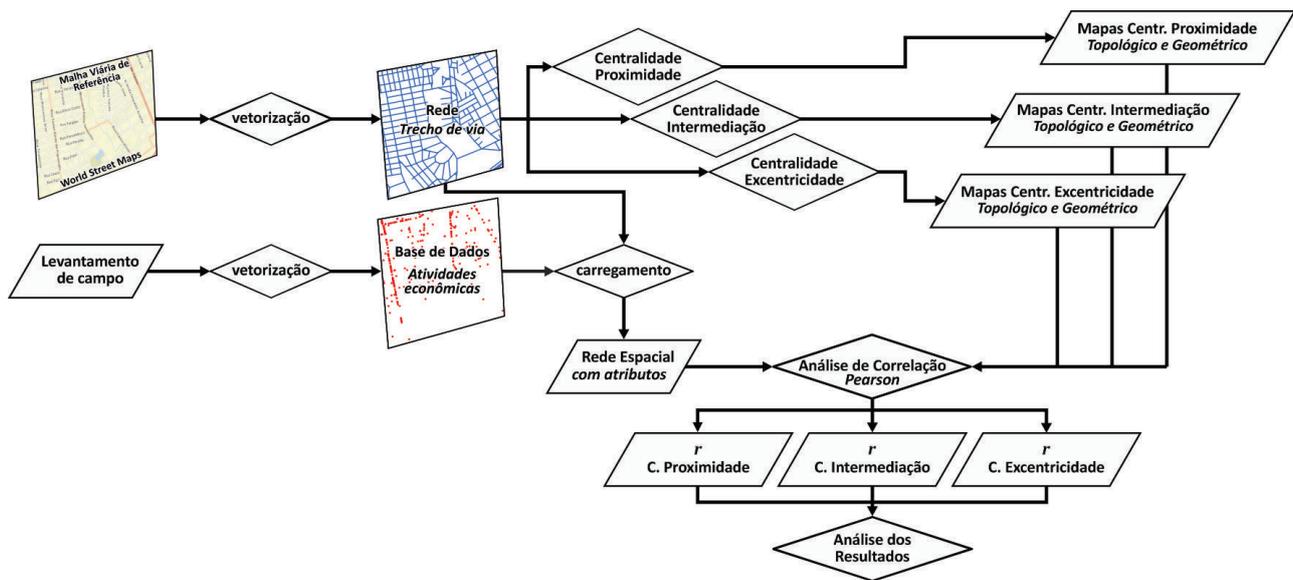


FIGURA 4 – Fluxograma com as etapas metodológicas desenvolvidas.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

(Urban Network Analysis) (SEVTSUK & MEKONNEN, 2012). Cada vértice da rede é diferenciado em função de suas propriedades espaciais e da quantidade de atividades econômicas nele localizadas. Na sequência, tais valores são comparados estatisticamente, utilizando-se o coeficiente de correlação *Pearson* (r), que apontará qual dos modelos descreve de forma mais adequada a maneira como ocorre a distribuição de atividades econômicas urbanas na cidade. As etapas metodológicas estão resumidas no diagrama de blocos na *Figura 4*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A representação espacial por trechos de rua da cidade de Lorena é composta por 2.618 unidades espaciais. O comprimento dos trechos varia de 10 a 2.476 metros, sendo o comprimento médio (\bar{x}) igual a 121 metros e o desvio-padrão (σ) igual a 140 metros, sugerindo uma considerável variação no tamanho das unidades e, conseqüentemente, uma configuração espacial com quadras de dimensões diversas.

No total, 2.736 atividades econômicas foram espacializadas e posteriormente agregadas por proximidade aos vetores dos trechos de rua. Essa distribuição atribuiu, em média (\bar{x}), 1,05 atividades econômicas por trecho (*Figura 5a*). O desvio-padrão (σ) da quantidade de atividades econômicas por trecho foi de 2,50, com uma variação de 0 a 35 atividades econômicas por trecho de rua. Em Lorena, observa-se que cerca de 24% das atividades econômicas catalogadas localizam-se em apenas 1,52% dos trechos, o que indica uma lei de potência que associa poucas unidades espaciais a uma quantidade considerável de atividades econômicas e, por outro lado, muitas unidades espaciais com pouca ou nenhuma atividade econômica. De maneira similar à de Porta *et al.* (2009) e visando a otimizar os valores de correlação linear, foram excluídos das comparações estatísticas aqueles vértices cujo valor de centralidade e/ou quantidade de atividades econômicas era nulo.

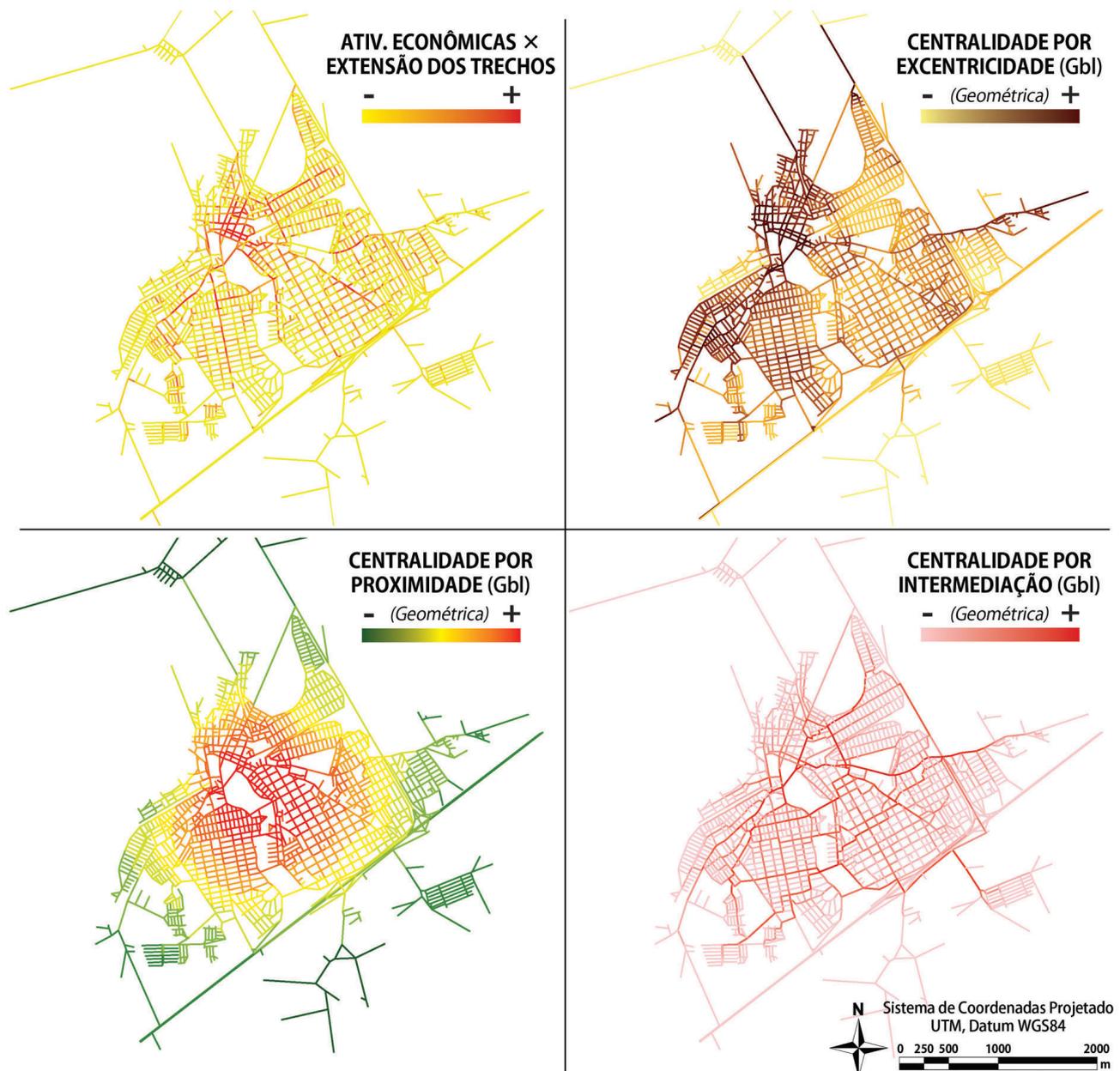


FIGURA 5 — (a) Relação entre a quantidade de atividades econômicas e a extensão dos respectivos trechos de rua; e comparações entre os resultados dos modelos de centralidade aplicados: (b) por excentricidade, (c) por proximidade e (d) por intermediação.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Após aplicar os três modelos configuracionais urbanos apresentados anteriormente, considerando-se a geometria e a topologia da rede espacial, as correlações lineares (r) foram calculadas e encontram-se sintetizadas na *Tabela 1*.

Entre os modelos de centralidade processados sobre a rede espacial da cidade de Lorena, o modelo de centralidade por excentricidade é o que melhor consegue descrever a forma como as atividades econômicas parecem se distribuir pela cidade. O valor de correlação $r=0,48$, oriundo do processamento desse modelo, de forma geométrica, sugere uma correlação moderada entre o fenômeno da distribuição espacial de atividades econômicas e os valores de centralidade. Esse resultado indica que os lugares mais excêntricos – com os maiores valores de mudança de direção –, são, em média, os que mais concentram atividades na cidade (*Figura 5b*). Esse fato pode estar associado à maior

TABELA 1 — Valores de correlação entre centralidades (calculados pelos métodos de processamento geométrico e topológico) e quantidades de atividades econômicas por trechos de ruas.

Método de Processamento	Correlações Lineares (<i>r</i>)			
	Proximidade Global	Excentricidade Global	Intermediação Global	Correlação Média
Geométrico	0,43	0,48	0,34	0,42
Topológico	0,14	- 0,33	0,03	- 0,05

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

ocorrência de atividades econômicas na área central da cidade, que, historicamente, associa-se ao núcleo urbano original. Trata-se de uma região com ruas estreitas e traçado parcialmente irregular, fruto de um núcleo urbano colonial e, se comparada com áreas mais recentes da cidade, apresenta uma configuração de ruas menos regular e ortogonal. Todavia, o mesmo modelo aplicado, considerando-se a topologia da rede, gera um valor de correlação praticamente oposto ($r=-0,33$), destacando áreas distantes do centro consolidado da cidade, como o cruzamento das vias BR-459 e BR-116, na porção leste da cidade. No entanto, muito poucas atividades econômicas se concentram nessa área, sugerindo que essa propriedade espacial, ao menos do ponto de vista topológico, não se vincula à maneira como atividades econômicas tendem a se distribuir pelo espaço urbano.

O valor de correlação obtido após a aplicação do modelo de centralidade por proximidade, considerando-se a geometria da rede espacial, gerou uma correlação $r=0,43$, próxima da observada após a aplicação do modelo de centralidade por excentricidade, segundo o mesmo tipo de processamento (Figura 5c). Isso sugere que, como apontam Hillier (1997) e Porta *et al.* (2009), a acessibilidade seja uma propriedade espacial que dirige a distribuição da localização de atividades econômicas no espaço urbano. No entanto, quando o modelo é processado considerando-se a topologia da rede, há uma sensível queda no valor de correlação ($r=0,14$), deslocando o núcleo de integração (os valores mais acessíveis do sistema) para o cruzamento das rodovias BR-459/BR-116, o que sugere que o efeito da distância seja bastante atenuado ao se considerar a topologia da rede e, portanto, indicando que – para a tomada de decisão locacional de agentes econômicos urbanos –, a distância permanece um fator determinante. É fartamente documentado que a medida de proximidade é capaz de descrever a intensidade de uso e ocupação do solo, especialmente naqueles sistemas espaciais monocêntricos (ALONSO, 1964). Como sugerido em outros trabalhos, a menor distância entre espaços parece se vincular, de fato, a maiores quantidades de pedestres (HILLIER *et al.*, 1993) e, conseqüentemente, maior quantidade de ofertas e serviços, levando a suas especializações. Esse é um cenário que parece ser bastante plausível na dinâmica comercial de Lorena.

Os resultados oriundos da aplicação do modelo de centralidade por intermediação, por sua vez, destacaram a importância que certas vias da cidade apresentam na dinâmica de fluxos diários, como o eixo da Avenida Marechal Argolo, a Avenida Peixoto de Castro e a Avenida Coronel Marciano (*Figura 5d*). No entanto, apesar de essas vias também apresentarem quantidades relevantes de atividades econômicas, as correlações ficaram abaixo das testadas anteriormente com os outros modelos. Os testes que consideram a geometria e a topologia da rede retornaram correlações $r=0,34$ e $r=0,03$, respectivamente, o que aponta que aqueles trechos de rua que mais funcionam como “corredores” – conectando os deslocamentos globais na cidade de Lorena –, não parecem ser, simultaneamente, os que concentram as maiores quantidades de atividades econômicas urbanas. Uma possível explicação para esse resultado pode estar no fato de que a região central de Lorena é aquela caracterizada como a que concentra a maior parte das facilidades urbanas. No entanto, devido à sua posição na configuração espacial da rede (apesar do nome “Centro”), suas unidades espaciais não são as que mais intermedeiam deslocamentos intraurbanos cotidianamente (atravessa-se a cidade sem, necessariamente, se utilizar o centro).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem que os processamentos dos modelos que consideraram a geometria da rede espacial foram capazes de descrever de forma mais apurada o fenômeno da distribuição espacial de atividades econômicas urbanas do que os modelos processados de forma topológica. A média de correlações obtida dos processamentos geométricos ($r=0,416$) é maior do que a média oriunda dos processamentos topológicos ($r=-0,052$), o que aponta que as deformações de distância impostas pela topologia da rede prejudicam os valores de correlação e descrevem com pouca eficiência o fenômeno urbano estudado.

Dentre os valores de coeficiente de correlação (r) obtidos, tem-se que, para Lorena, os espaços mais excêntricos – aqueles que são alcançados após as maiores mudanças de direção –, em média, são os que apresentam as maiores concentrações de atividades econômicas ($r=0,480$). Esse resultado parece estar associado à ocorrência das maiores quantidades de atividades econômicas na região central da cidade, morfologicamente caracterizada como uma área com traçado de ruas consideravelmente desarticulado do traçado das áreas adjacentes mais novas, que apresentam, em sua maioria, um conjunto de ruas em formato de grelhas regulares.

O segundo valor de correlação mais alto obtido neste trabalho é oriundo da aplicação do modelo de centralidade por proximidade processado, considerando-se a geometria da rede espacial urbana. O valor $r = 0,430$ sugere uma correlação moderada entre os resultados dessa diferenciação espacial e as quantidades de atividades econômicas por extensão de trecho de rua. Apesar deste não ser o valor de correlação mais alto obtido nesta pesquisa, ele é pró-

ximo do valor mais alto ($r=0,48$) verificado (centralidade por excentricidade), sustentando que, conforme relata a bibliografia, essa propriedade espacial age como um indicador sugestivo daqueles locais no espaço que possuem maior potencial em concentrar atividades econômicas.

O terceiro maior valor de correlação verificado nesses experimentos foi obtido pela aplicação do modelo de centralidade por intermediação. Esse modelo aponta as entidades espaciais mais utilizadas como “corredor” nos deslocamentos intraurbanos. O resultado indica que, atualmente, as quantidades de atividades econômicas por trechos de rua da cidade de Lorena não parecem ser, simultaneamente, proporcionais aos valores de centralidade por intermediação, sugerindo que tais atividades não se concentram de forma proporcional ao potencial de fluxos que cada uma dessas vias possui. Esse resultado, portanto, evidencia que as atividades econômicas nessa cidade tendem a se concentrar, de forma mais significativa, na porção central da cidade, muito mais associada a um polo atrator de fluxos do que a um meio de ligação entre espaços de demanda e oferta. Além disso, muitas vias indicadas como concentradoras de fluxos na cidade, conforme o modelo, não se consolidaram como corredores comerciais, apresentando quantidades significativamente menores de atividades econômicas do que aquelas vias com baixos valores de intermediação, mas localizadas na porção central da cidade.

Apesar de a pesquisa indicar que o modelo de centralidade por excentricidade consegue descrever de forma mais eficiente a maneira como atividades econômicas se distribuem pelo espaço urbano, não é possível afirmar que ele seja o melhor modelo de centralidade a ser aplicado com essa finalidade, haja vista que o modelo de centralidade por proximidade apresentou um valor de correlação bastante semelhante. Finalmente, os experimentos desta pesquisa suportam a conclusão de que, na cidade de Lorena, as atividades econômicas tendem a buscar aquelas localizações mais acessíveis do espaço urbano. No entanto, estima-se que, em razão da evolução urbana da cidade, essas atividades se concentraram nas porções de espaço mais antigas, que apresentam o traçado urbano mais irregular, especialmente se comparado com as áreas urbanas consolidadas posteriormente.

NOTAS

1. Artigo elaborado a partir da dissertação de L. LIMA, intitulada “Centralidades em Redes Espaciais Urbanas e Localização de Atividades Econômicas”. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
2. Mais sobre o assunto pode ser encontrado em Lima (2015).
3. Redes são conjuntos de vértices e arestas que representam as relações entre eles. Assim, em uma rede espacial, os vértices representam porções discretas de espaço e as arestas equivalem às suas relações de adjacência e justaposição.
4. “[...] tudo está relacionado com tudo, mas coisas mais próximas estão mais relacionadas do que as coisas mais distantes” (TOBLER, 1970, p. 236, tradução nossa).

5. De forma geral, todos esses trabalhos admitem que a distância é um fator primordial para a definição de valores e dos padrões de usos do solo. Considerando uma cidade que conta com apenas um centro provedor de facilidades, é provável que haja maior procura pelas áreas mais próximas à zona central, elevando seu valor e, em contrapartida, diminuindo os custos na área periférica. A alta procura pelas áreas centrais tenderá a gerar densidades mais altas que irão diluir os custos locais das áreas mais próximas ao centro de forma a se aumentar a quantidade de compradores nessas unidades fundiárias. Assim, as densidades tenderão a diminuir à medida que a distância até o centro provedor de facilidades aumenta, de forma tal que os custos com transportes nos deslocamentos periferia-centro tenderão a se equilibrar com os valores do solo, haja vista que aqueles que residem mais próximos ao centro gastam uma parte menor do orçamento com transportes, comprometendo a maior parte de seus rendimentos com a localização. O contrário é verdadeiro para os residentes nas zonas mais afastadas do centro. Da mesma forma, a concentração de facilidades no centro e as densidades mais altas levarão, fatalmente, à produção de bens e serviços especializados que, por sua vez, atrairão deslocamentos que configurarão áreas de influência de cidades que irão favorecer o surgimento de centros de importância regional, urbana e local, associados – respectivamente –, a limiares de distância que consumidores estariam dispostos a percorrer para encontrar um determinado bem ou serviço especializado ou ordinário.
6. “[...] frequência com que um ponto cai entre pares de outros pontos no caminho mais curto, conectando-os” (FREEMAN, 1979, p. 221, tradução nossa).
7. Se um par de vértices está diretamente conectado, então não existe centralidade entre eles (KRAFTA, 1994).
8. “[...] essa medida reflete o quanto os deslocamentos que ligam o nó “i” a todos os outros nós do grafo são desviados de linhas retas virtuais que os conectam” (PORT; CRUCITTI; LATORA, 2006b, p. 710, tradução nossa).

REFERÊNCIAS

- ALONSO, W. *Location and land use: toward a general theory of land rent*. Cambridge: Harvard University Press, 1964.
- BATTY, M. A new theory of space syntax. *CASA Working Paper Series*, v. 75, n. 1, p. 1-34, 2004.
- BATTY, M. Whither network science? *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 35, n. 1, p. 569-571, 2008.
- BAVELAS, A. *Some mathematical properties of psychological space*. 1948. 77 f. Dissertation (Doctor of Philosophy) – Massachusetts Institute of Technology, Boston, 1948.
- BERTUGLIA, C. S.; CLARKE, G.; WILSON, A. *Modelling the city: performance, policy and planning*. Londres: Routledge, 1994.
- BLANCHARD, P.; VOLCHENKOV, D. *Mathematical analysis of urban spatial networks*. Heidelberg: Springer-verlag Berlin, 2009.
- BUNGE, M. *Las ciencias sociales en discusión: una perspectiva filosófica*. Buenos Aires: Sudamericana, 1999.
- ECHENIQUE, M. *Modelos matemáticos de la estructura espacial urbana, aplicaciones en América Latina*. Buenos Aires: Ediciones SIAP/Nueva Visión, 1975.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. *ArcGIS: Professional GIS for the desktop*. [S.l.]: Redlands, 2012. v. 10.1.
- FREEMAN, L. A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, v. 40, n. 1, p. 35-41, 1977. <http://dx.doi.org/10.2307/3033543>
- FREEMAN, L. Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, v. 1, n. 3, p. 215-239, 1979. <http://dx.doi.org/10.2307/3033543>

- HAGGETT, P.; CHORLEY, R. *Network analysis in geography*. London: Edward Arnold, 1969.
- HANSEN, W.G. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, v. 25, n. 2, p. 73-76, 1959. <http://dx.doi.org/10.1080/01944365908978307>
- HILLIER, B. Cities as movement economies (Version 2). In: DROEGE, P. *Intelligent environments: spatial aspects of the information revolution*. Amsterdam: Elsevier, 1997. p. 295-342.
- HILLIER, B.; HANSON, J. *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- HILLIER, B. et al. Natural movement - or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 20, n. 1, p. 29-66, 1993. <http://dx.doi.org/10.1068/b200029>.
- INGRAM, D.R. The concept of accessibility: a search for an operational form. *Regional Studies*, v. 5, n. 2, p. 101-107, 1971. <http://dx.doi.org/10.1080/09595237100185131>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *PIB Municípios: base de dados 2010-2015*. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: ftp.ibge.gov.br/Pib_Municipios/2015/base/. Acesso em: 28 ago. 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Cidades: São Paulo - Lorena*. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/lorena/panorama>. Acesso em: 28 ago. 2018.
- ISARD, W. *Location and space-economy*. New York: Wiley, 1956.
- KRAFTA, R. Modelling intraurban configurational development. *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 21, n. 1, p. 67-82, 1994. <http://dx.doi.org/10.1068/b210067>
- KRAFTA, R. *Notas de aula de morfologia urbana*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2014.
- LIMA, L.S. *Centralidades em redes espaciais urbanas e localização de atividades econômicas*. 2015. 189 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- MARASCHIN, C.; RIBEIRO, B. M. G.; SOUZA, J. L. Medindo a oportunidade espacial nas cidades: o acesso aos estabelecimentos varejistas de grande porte em Porto Alegre. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 17., 2017, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: FAU-USP, 2017. p. 1-18.
- NORTHAM, R. M. Urban hierarchies and urban regions. In: NORTHAM, R. M. *Urban geography*. New York: Willey, 1995. Cap. 6, p. 98-118.
- PEARSON, K. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, v. 50, n. 302, p. 157-175, 1900. <http://dx.doi.org/10.1080/14786440009463897>
- PORTA, S.; CRUCITTI, P.; LATORA, V. The network analysis of urban streets: a dual approach. *Physica A*, v. 369, n. 1, p. 853-866, 2006a. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2005.12.063>
- PORTA, S.; CRUCITTI, P.; LATORA, V. The network analysis of urban streets: a primal approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 33, n. 1, p. 705-725, 2006b. <http://dx.doi.org/10.1068/b32045>
- PORTA, S. et al. Street centrality and densities of retail and services in Bologna, Italy. *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 36, n. 1, p. 450-465, 2009. <http://dx.doi.org/10.1068/b34098>
- PORTA, S. et al. Street centrality and the location of economic activities in Barcelona. *Urban Studies*, v. 49, n. 7, p. 1471-1488, 2012. <http://dx.doi.org/10.1177/0042098011422570>

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013*. Brasília: PNUD, 2013. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/. Acesso em: 28 ago. 2018.

RICHARDSON, H. W. *Economia regional: teoria da localização, estrutura urbana e crescimento regional*. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

SEVTSUK, A. *Path and place: a study of urban geometry and retail activity in Cambridge and Somerville, MA*. 2010. 225 f. Dissertation (Doctor of Philosophy) – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2010.

SEVTSUK, A.; MEKONNEN, M. Urban network analysis: a new toolbox for ArcGIS. *International Journal of Geomatics and Spatial Analysis*, v. 22, n. 2, p. 287-305, 2012 <http://dx.doi.org/10.3166/RIG.22.287-305>

TOBLER, W.R. A computer movie simulating urban growth in the detroit region. *Economic Geography*, v. 46, p. 234-240, 1970. Supplement. <http://dx.doi.org/10.2307/143141>

VRAGOVIĆ, I.; LOUIS, E.; DÍAZ-GUILERA, A. Efficiency of informational transfer in regular and complex networks. *Physics Review E*, v. 71, n. 026122, p. 1-9, 2005. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevE.71.036122>

LEONARDO LIMA

ORCID iD: 0000-0002-9473-2768 | Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional | Porto Alegre, RS, Brasil.

BÁRBARA MARIA GIACCOM-RIBEIRO

ORCID iD: 0000-0003-0411-3339 | Universidade Federal de Santa Maria | Coordenadoria Acadêmica | Curso de Arquitetura e Urbanismo | Rod. Taufik Germano, 3013, Passo D'Areia, 96503-205, Cachoeira do Sul, RS, Brasil | Correspondência para/Correspondence to: B. M. GIACCOM-RIBEIRO | E-mail: barbara.giaccom@ufsm.br

COLABORADORES

L. LIMA colaborou na concepção original do trabalho, realização dos experimentos, graficação de mapas, confecção de tabelas, interpretação dos dados, discussão dos resultados, conclusão e revisão da versão final. B. M. G. RIBEIRO colaborou com a graficação de mapas, confecção de tabelas, interpretação dos dados, discussão dos resultados, conclusão e revisão da versão final.

COMO CITAR ESTE ARTIGO/HOW TO CITE THIS ARTICLE

LIMA, L.; GIACCOM-RIBEIRO, B. M. Distribuição de atividades econômicas e centralidades em redes espaciais urbanas: estudo de caso: Lorena (Brasil). *Oculum Ensaios*, v. 17, e204338, 2020. <http://dx.doi.org/10.24220/2318-0919v17e2020a4338>

RECEBIDO EM

27/8/2018

REAPRESENTADO EM

11/2/2019

APROVADO EM

11/3/2019