


Índices de mobilidade urbana nas capitais do Sul do Brasil

Urban mobility indexes in the capitals of Southern Brazil

Índices de movilidad urbana en las capitales del Sur de Brasil

Tânia Michel Fuga, mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Meridional (PPGARQ/Imed). Passo Fundo/RS.

E-mail: taniafuga@hotmail.com  ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9493-1839>

Alcindo Neckel, doutor em Geografia pelo PPGARQ/Imed. Passo Fundo/RS.

E-mail: alcindo.neckel@imed.edu.br  ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5435-3096>

Para citar este artigo: FUGA, T. M.; NECKEL, A. Índices de mobilidade urbana nas capitais do Sul do Brasil. *Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 150-164, 2022.
DOI 10.5935/cadernospos.v22n2p150-164

Submissão: 2021-04-11

Aceite: 2021-11-06

Resumo

Com os crescentes problemas causados pelas altas taxas de motorização individual, aliados à expansão das cidades e ao crescimento populacional, é importante entender os deslocamentos relacionados à mobilidade urbana nas cidades, correlacionado com os elementos organizadores da estrutura urbana, como os fatores econômicos e sociais que influenciam a produção e o consumo no espaço urbano e suburbano. O objetivo geral deste artigo é identificar os índices de mobilidade urbana das capitais Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, a partir da coleta do conjunto de dados que

compõem a configuração espacial urbana com a aplicação de ferramentas de análise espacial – sistemas de informações geográficas (SIG). Foram atualizados os índices de dispersão urbana, que refletem um maior distanciamento da população em relação ao centro de comércio e serviços (CCS). A partir dessas análises, foram verificadas características comuns em Porto Alegre e Curitiba, onde há maior dispersão nas regiões periféricas, enquanto em Florianópolis foi identificado alto índice de dispersão. A capital Curitiba apresentou melhor desempenho em termos de integração do usuário com o sistema veicular e acessibilidade à infraestrutura urbana, se comparada a Porto Alegre e Florianópolis.

Palavras-chave: Análise espacial; Centralidade; Dispersão; Mobilidade; Sustentabilidade urbana.

Abstract

With the growing problems caused by high rates of individual motorization, allied to the expansion of cities and population growth, it is important to understand the dislocations related to urban mobility in cities, correlating to the organizing elements of the urban structure, such as the economic and social factors that influence production and consumption in urban and suburban spaces. The general objective of this article is to identify the urban mobility indexes of the capitals Curitiba, Florianópolis, and Porto Alegre, based on the collection of the data set that make up the urban spatial configuration with the application of spatial analysis tools – geographic information systems (GIS). The urban dispersion indexes, which reflect a greater distance of the population in relation to the trade and service center (TSC), were updated. From these analyses, common characteristics were verified in Porto Alegre and Curitiba, where there is a greater dispersion in the peripheral regions, while in Florianópolis a high dispersion index was identified. The capital Curitiba presented a better performance in terms of user integration with the vehicular system and accessibility to urban infrastructure if compared to Porto Alegre and Florianópolis.

Keywords: Spatial analysis; Centrality; Dispersion; Mobility; Urban sustainability.

Resumen

Con la creciente de los problemas desdoblados por las altas tasas de motorización individual, aliados a la expansión de las ciudades y el crecimiento poblacional, se hace importante la comprensión de los desplazamientos relacionados a la movilidad urbana de las ciudades, correlacionado a los elementos organizadores de la estructura urbana, como los factores económicos y sociales que influyen la producción y el consumo en el espacio urbano y suburbano. El objetivo general de este artículo es identificar los índices de movilidad urbana de las capitales Curitiba, Florianópolis y Porto Alegre, a partir del levantamiento del conjunto de datos que conforman la configuración espacial urbana con la aplicación de las herramientas de análisis espaciales – sistemas de información geográfica (SIG). Fueran actualizados los índices de dispersión urbana, que reflejan un mayor alejamiento de la población con relación al centro de comercio y servicio (CCS). A partir de estos análisis, se verificaron características comunes en Porto Alegre y Curitiba, donde hay una mayor dispersión en las regiones periféricas, mientras en Florianópolis se identificó un elevado índice de dispersión. La capital Curitiba presentó mejor desempeño en términos de integración del usuario con el sistema vehicular y accesibilidad a la infraestructura urbana, si comparada con Porto Alegre y Florianópolis.

Palabras clave: Análisis espacial; Centralidad; Dispersión; Movilidad; Sostenibilidad urbana.

INTRODUÇÃO

A cidade tem demonstrado a premência de novos formatos urbanos, a partir dos impactos decorrentes dos deslocamentos crescentes em razão do aumento do número populacional. Esses formatos necessitam estar alinhados ao contexto de sustentabilidade urbana, pontuado no documento da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), em que questões relativas à percepção e ao atendimento das necessidades de deslocamentos, tanto das pessoas quanto da circulação de mercadorias no meio urbano, não se reduzem tão somente à mobilidade, mas incluem o contexto mais amplo da organização das cidades e da execução das atividades ocorridas na cidade (BRASIL, 2015). Isso demonstra a necessidade de compreensão e de avaliação do meio urbano em relação ao desenvolvimento, para a aplicabilidade da mobilidade urbana, na perspectiva da sustentabilidade.

A relevância de estudos na área de Arquitetura e Urbanismo, como os desenvolvidos por Ewing e Cervero (2010) e Zegras (2010), dizem respeito à importância do desenho urbano e fazem associações para o controle do uso do automóvel, além de incluírem em seus estudos que atribuem viés sustentável. Nessa mesma linha, Deus (2008) verifica em suas pesquisas, desenvolvidas na cidade de Uberlândia, em Minas Gerais, a influência exercida pela estrutura urbana em relação ao meio de transporte.

Os problemas de mobilidade urbana nas cidades, dentre outros, podem ser atribuídos à operação e à gestão do sistema viário, que sofrem alterações promovidas pelo aumento constante da frota de veículos. Sistemas são adaptados com ênfase na eficiência do uso do automóvel, em detrimento de outros meios de transporte, principalmente nas grandes cidades, capitais regionais e metrópoles (ALVES; RAIA JUNIOR, 2009).

Este estudo considera o desenho urbano relacionado à mobilidade urbana, tomando como objeto de estudo as três capitais dos estados da região Sul do Brasil, analisadas por meio de um conjunto de variáveis obtidas a partir da revisão da literatura. Para tanto, levam-se em conta os aspectos da conformação dessas cidades e os padrões de deslocamento para obtenção da mobilidade urbana sustentável.

Nesse entendimento, são consideráveis os debates e avanços concretizados para repensar novos formatos que venham a favorecer os padrões de mobilidade urbana sustentável no Brasil. Em razão disso, chegou-se ao seguinte problema de pesquisa: é possível verificar os índices de mobilidade urbana das capitais dos estados do Rio Grande do Sul (Porto Alegre), Santa Catarina (Florianópolis) e Paraná (Curitiba) da região Sul do Brasil como forma de avaliação da mobilidade sustentável?

Este estudo considera os eixos principais da mobilidade urbana (BRASIL, 2015; KUNZ; NECKEL; KUJAWA, 2017) com base nos planos setoriais de mobilidade urbana, planos diretores e planos de desenvolvimento territorial. Segundo Kunz, Neckel e Kujawa (2017), esses documentos devem considerar as seguintes variáveis: planejamento setorial; financiamento de mobilidade; eficiência de

gestão de sistemas de mobilidade urbana; sistema de mobilidade e suporte para tecnologia verde; e implementação de políticas de mobilidade.

O objetivo geral deste artigo é identificar os índices de mobilidade urbana das capitais Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, a partir da coleta do conjunto de dados que compõem a configuração espacial urbana com a aplicação das ferramentas de análise espacial – sistemas de informações geográficas (SIG).

Procedimentos metodológicos

As cidades de Porto Alegre, Florianópolis e Curitiba estão localizadas no Sul do Brasil, nos estados do Rio Grande do Sul (RS), de Santa Catarina (SC) e do Paraná (PR), respectivamente. A cidade de Porto Alegre totaliza uma área de 496,682 km², com uma população, no ano de 2004, de 1.383.009 habitantes e, em 2014, estimou-se o total de 1.472.482 habitantes, com densidade demográfica de 2.857.53 habitantes/km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE], 2021). A extensão territorial da cidade de Florianópolis é de 675,409 km². Com uma população, no ano de 2004, de 386.913 habitantes e, em 2014, de 451.524 habitantes, e densidade demográfica de 623.68 habitantes/km². Curitiba tem uma extensão territorial de 435,035 km², com 4.027,04 habitantes/km². Sua população, no ano de 2004, era de 1.727.010 habitantes e, em 2014, de 1.864.416 habitantes (IBGE, 2021).

Para a atualização dos índices de dispersão urbana das três capitais estudadas, foi preciso proceder à classificação dos setores censitários e à delimitação do centro de comércio e serviços (CCS) de cada capital analisada. Com o auxílio do *software* ArcGis 10.1, obtiveram-se as tabelas em formato Excel, contendo os dados por setor censitário de população, com a área em quilômetros quadrados e a distância métrica dos centroides de cada polígono até o CCS da cidade. Consideramos a população com base na estimativa dos censos demográficos de 2004 a 2014 das três capitais da região Sul. Uma vez que esses dados foram obtidos, aplicou-se a Equação 1 (BERTAUD; MALPEZZI, 2003; HOLANDA, 2002; HOLANDA *et al.*, 2015):

$$p = \sum_j - (d_j p_j) / PC$$

sendo:

p = o índice de dispersão;

d = a distância do centroide de cada setor urbano ao centro da cidade (nesse caso, o CCS determinado para cada cidade);

p = a população de cada setor urbano;

P = a população urbana total; e

C = distância média.

O cálculo foi feito por meio dos *softwares* Computer Aided Design (CAD) e Microsoft Excel 2016 na seguinte ordem: 1. Determina-se a área poligonal de cada cidade; 2. Determina-se o ponto central do polígono da cidade analisada. Nesse caso, o ponto central será idêntico ao CCS. Para maior precisão desse cálculo, após determinada a localização do CCS pelos critérios do IBGE e estabelecido esse como o ponto de convergência de todos os raios, optou-se pela utilização de geometria plana, estabelecendo assim um raio médio (RM). O RM é dado pela média de 30 raios, entre raios inscritos (por dentro) e raios circunscritos (por fora), delimitados pelo perímetro do polígono de cada cidade. Essa forma de cálculo permitiu um ajuste mais preciso entre todas as distâncias medidas, visto que o perímetro formado pelos limites das cidades é irregular. Essa medida de distância média (C) foi considerada, assim como nos cálculos de Ribeiro (2008), dois terços (2/3) do resultado desse RM; 3. Determinam-se os raios, (v1, v2...) a partir do ponto médio de cada polígono referente a cada cidade; 4. Calculam-se os raios centrais poligonais, por intermédio da Equação 2:

$$(RM = (v1 + v2 + \dots + vn)/n)$$

5. Calcula-se a média de todos os raios obtidos pela integral, conforme Holanda (2002) e Ribeiro (2008). C = será 2/3 dessa média; Equação 3:

$$C = 2/3 \text{ RM}$$

Por fim, os dados obtidos com o cálculo do índice de dispersão foram transformados em números relativos (normalizados) a partir da aplicação da Equação 4:

$$y = (a(x+1) + b)/2 \quad x = (2(y-b)/a) - 1$$

A normalização dos resultados é necessária para que os números obtidos por meio desses cálculos sejam transformados em números puros (adimensionais), passíveis de comparação e cruzamentos. Para Ribeiro (2008, p. 93), "o processo de normalização é uma transformação matemática baseada na equação de reta, de forma que os valores passam a variar numa escala entre (-1 a 0 e 0 a +1)". As variações dentro da escala (-1 a +1) foram classificadas em tabelas e gráficos, em intervalos de classes de 0,25 e 0,50. O primeiro agrupamento são quatro intervalos de classe de 0,50 e o segundo agrupamento são oito intervalos de classes de 0,25. Dessa forma, ilustram de maneira mais refinada os resultados obtidos com a normalização.

A identificação do CCS das capitais estudadas deu-se a partir das características estipuladas pelo IBGE para o centro funcional, sendo o ponto de concentração da maior parte dos empregos e serviços. Assim, os dados censitários de população foram definidos a partir da estimativa populacional do censo demográfico de 2004 e de 2014, e a área foi obtida em quilômetros quadrados, na base de dados do IBGE (2021). Quanto às malhas viárias de Porto Alegre, Florianópolis e Curitiba, utilizaram-se as malhas urbanas originadas por meio do OpenStreetMap, a partir da imagem do Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul (Sirgas) 2000.

Centro de comércio e serviços das capitais estudadas

Essa pesquisa analisou e cruzou 5.479 setores censitários, a partir das malhas digitais obtidas no banco de dados do IBGE, sendo que, desses, 2.433 são da cidade de Porto Alegre; 651, de Florianópolis; e 2.395, de Curitiba. Para Porto Alegre, as distâncias variaram entre 1,5 Km e 30,9 km. Em Florianópolis, observou-se a menor distância medida na ordem de 1,9 km e maior distância de 24,9 km. Considerando dois terços da média de todos os raios, o RM foi determinado em 7,6 km. Já, Curitiba teve um RM de 8,9 km, bem acima de Florianópolis com seus 7,6 km – dado que pode ser determinado pelo afastamento do CCS em relação às bordas da cidade e seu posicionamento mais centrado em parte do polígono que forma os limites de Curitiba.

Observou-se que, a partir do cálculo de RM, foi alcançado um ajuste mais preciso entre todas as distâncias medidas, visto que os perímetros formados pelos limites poligonais das cidades são irregulares; dessa forma, um número maior de métricas possibilita uma maior precisão, pois, por meio da delimitação dos 30 raios para a cidade de Curitiba, a menor distância observada foi de 6 km até o CCS, bem além das medidas tanto em Porto Alegre (com 1,5 km) quanto a medida de Florianópolis, de 1,9 km. Outro ponto a ser evidenciado foi a existência de um intervalo menor entre os raios medidos, entre 6 e 23 km, se comparado com as demais cidades (Figura 1).

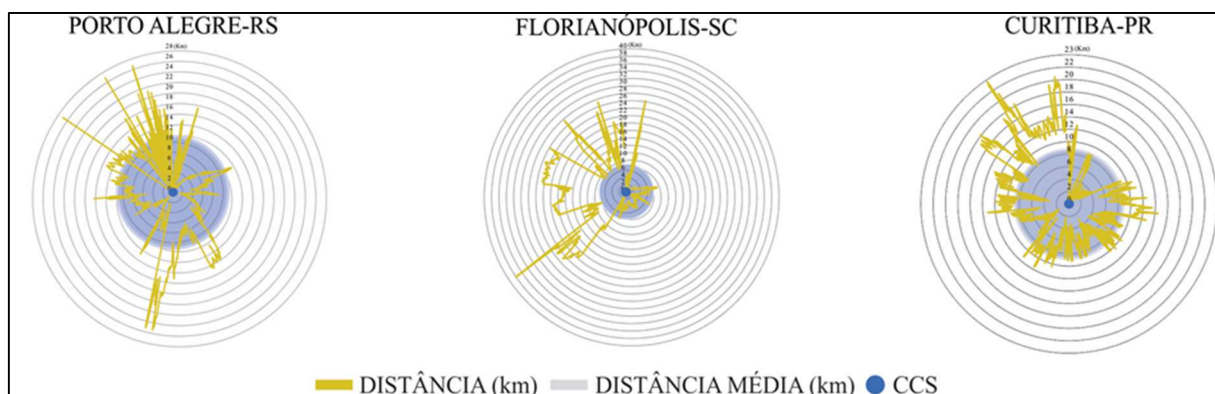


Figura 1: Radiais de distância dos setores ao CCS comparados à distância média de cada capital. Fonte: elaborada pelos autores, 2021.

As motivações que levam a população de baixa renda, deslocar-se para as regiões periféricas das cidades, onde a segregação socioespacial torna-se evidente, se deve a questões de necessidade financeira do grupo familiar agregadas a falta do direito a moradia (AZHDARI; SASANI; SOLTANI, 2018). Outros fatores que levam a população a esse afastamento dos CCS é o preço da terra, pois quanto mais afastada, menor é o custo. Essas localizações mais periféricas terminam implicando custos com deslocamentos e falta de acessibilidade da população, principalmente em grandes centros urbanos, onde as distâncias percorridas normalmente são maiores se comparadas a cidades menores. De forma analítica,

a atualização do índice de dispersão revelou a proximidade dos índices de dispersão normalizados de Porto Alegre (0,29) e Curitiba (0,39), ficando apenas a cidade de Florianópolis com um resultado negativo (-0,01).

Os novos índices de dispersão normalizados sofreram uma redução em 7% no caso de Porto Alegre e de 20% no caso da cidade de Curitiba. Baseando-se na correlação de Pearson (LEVIN; FOX, 2004) como a forma de determinação do significado desses resultados, quanto mais distante de +1, mais negativo é o dado. Entretanto, o caso mais emblemático é o de Florianópolis, em que o índice de dispersão normalizado é de -0,01 (nessa pesquisa), distante do resultado obtido por Ribeiro (2008), que fora de 0,71 normalizado. Tais disparidades do índice de dispersão das cidades analisadas podem ser atribuídas a três fatores: 1. diferença nos critérios de cálculo da distância média ao CCS, que, nesta pesquisa, baseiam-se no RM; 2. escolha do posicionamento do CCS; 3. a diferença devida à atualização de dados do IBGE de 2000 a 2014. Porém, o fator distância média é o mais significativo dentre os três observados, visto que, quanto mais afastada a população estiver das centralidades, dos empregos e dos serviços, maior também será a dispersão urbana.

O resultado de Florianópolis na escala negativa -0,01 atribui-se à dispersão populacional, evidenciada pelas distâncias percorridas pela população ao CCS de Florianópolis, o que pode ser observado na Figura 1, a qual apresenta em forma gráfica radial essas distâncias, evidenciando os deslocamentos necessários da população até esse centro. Tal situação é exemplificada pela localização dos setores representados nos bairros Canasvieiras, Santinho e Capivari, no extremo norte da ilha, a mais de 20 km do CCS de Florianópolis. Para a capital Porto Alegre, o índice de dispersão normalizado é de 0,29 no resultado desta pesquisa, sendo que o resultado obtido por Ribeiro em 2008 foi de 0,31, representando assim uma pequena redução de 6% nesse índice. Esse afastamento de +1 na escala de representação significa um aumento da dispersão populacional em Porto Alegre. Assim também ocorreu com Curitiba, em que o índice de dispersão normalizado nessa atualização é de 0,39, sendo que, na primeira medição, feita por Ribeiro (2008), foi de 0,49, também representando um expressivo afastamento da escala de +1 e, com isso, observa-se o aumento da dispersão nessa capital. Quanto maior a dispersão normalizada (+1), eleva-se a possibilidade de ineficiência dos serviços urbanos (RIBEIRO, 2008).

Tais resultados evidenciam que a dispersão da população gera uma maior necessidade de investimento em transporte, tanto público quanto privado, visto que a população precisa percorrer longas distâncias no cotidiano e, consequentemente, tendo que arcar com os altos custos de transporte.

Identificação do centro de comércio e serviços

Percebem-se alguns pontos próximos ao CCS com resultados de -1,00. Trata-se de espaços públicos de Porto Alegre (Anfiteatro Pôr do Sol, Estádio Beira Rio, Parque da Redenção, Parque Moinhos de Vento [Parcão]) em que não são computados valores de população, de acordo com o censo, sendo espaços de usos transitórios. Assim, observa-se, em uma análise da cidade, a predominância de resultados classificados entre 0,00 e -0,24, confirmando o resultado encontrado de -0,01 como o valor da dispersão normalizada.

No caso de Florianópolis, os dados declinam positivamente em setores, como o centro de Florianópolis, Saco dos Limões e Agrônômica, entre as classes de + 0,01 a +1,00. Outros resultados positivos em Florianópolis foram, entre +0,01 e +0,50, em Carianos, localização do Aeroporto Internacional de Florianópolis, e ao leste, em setores diretamente ligados à Lagoa da Conceição (Porto da Lagoa, Dunas da Lagoa, Canto da Lagoa) – região de turismo intenso que, conseqüentemente, gera mais empregos. Entre os resultados negativos que representam a alta dispersão está a classificação de -0,50 a -1,00, em que se localiza grande parte dos setores representados pelos bairros de Capivari (Ingleses do Rio Vermelho), Chachoeira do Bom Jesus e Canasvieiras, na direção do litoral norte da porção insular de Florianópolis.

Segundo Bertaud e Malpezzi (2003), o caso de Curitiba é predominantemente monocêntrico. Essa afirmação tornou-se visível com a imagem resultante dos cálculos para o índice de dispersão normalizado. Após a classificação dos dados, isso fica evidenciado na escala entre +0,01 e +0,50, na qual se encontra incluído o valor medido nesta pesquisa de 0,39 para a cidade de Curitiba. Nessa classe, estão 46,64% do total de setores da cidade. Outra importante constatação na classe que representa a maior dispersão, ou seja, na classificação entre -0,50 e -1,00, é de que apenas 0,3% de todos os setores analisados encontram-se nesta classe, representando o menor percentual entre as três capitais. Dentre os setores com este desempenho negativo estão Ganchinho e Umbará, localizados ao Sul de Curitiba. Entretanto, no extremo oposto, estão alguns setores dos bairros Santa Cândida e Pinheiro, com resultados na escala positiva de +1,00. Nesse sentido, vale ressaltar a importância das estratégias de desenvolvimento voltadas para fora do centro principal da cidade, por meio do uso de eixos radiais.

Convém lembrar que Florianópolis, a capital litorânea, tem a maior concentração populacional nas imediações do CCS, entre ilha e continente. Fora essa concentração, a estrutura urbana é a mais dispersa, resultado que pode estar atrelado aos usos de turismo em suas bordas, o que requer longos eixos de ligação entre o CCS e as demais zonas urbanas. Devido a isso, a atualização mostrou o pior resultado, de -0,01 para o Índice de Dispersão Normalizado, das três capitais. Muito da situação policêntrica de Florianópolis encontra base em suas gêneses, de comunidades autônomas de imigrantes que foram habitando Florianópolis (BASTOS; MACHADO; DOMINGOS, 2018).

O caso de Curitiba obteve o Índice de Dispersão Normalizado de 0,39, que, comparado às demais capitais, foi o melhor desempenho nesta medição. Ficou evidente a existência de vários aglomerados periféricos, porém com resultados positivos, ou seja, com alta concentração populacional. Sendo assim, essa dispersão não piora o índice no seu produto. Quanto ao Intervalo do Índice de Dispersão Normalizado verifica-se, na Fig. 2, a distribuição percentual por classe das três cidades analisadas.

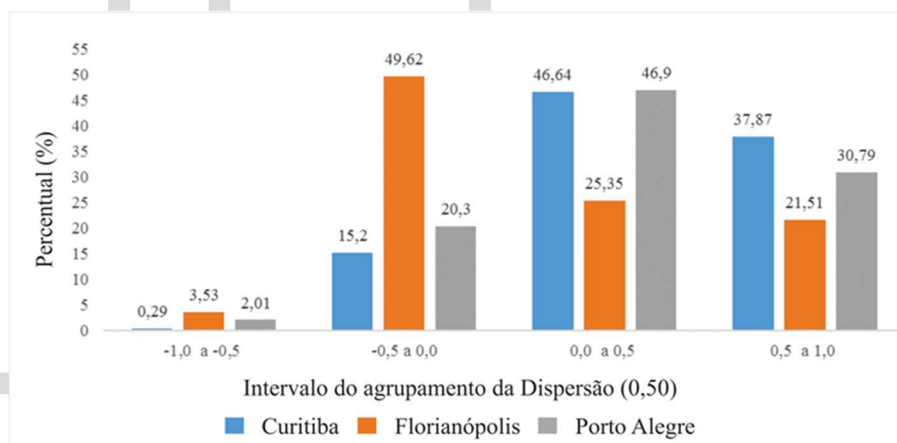


Figura 2: Intervalo de dispersão normalizada. Fonte: elaborada pelos autores.

A normalização aponta um resultado para Florianópolis de 49,62% dos setores censitários no intervalo entre -0,50 e 0,0, o que demonstra uma tendência de forma dispersa a uma forma intermediária. Já Curitiba e Porto Alegre classificam-se entre 0,0 a 0,5, indicando a tendência entre a forma intermediária e a forma compacta, sendo 46,64% e 46,9%, respectivamente. Os resultados de dispersão populacional são ilustrados na Figura 3. Florianópolis tem vasta área territorial (675,4 km²), com uma população estimada nesta pesquisa, para 2017, de 485.838 habitantes, e apresenta um índice de dispersão normalizado igual a -0,01, sendo considerada a mais dispersa das capitais analisadas. Por outro lado, a capital Curitiba, com a menor área territorial entre as três (435,035 km²) e a maior população média estimada para 2004 e 2014, foi de 1.908.359 habitantes, alcançou o melhor índice de dispersão normalizado, de 0,39, o que lhe confere a condição de mais compacta das três capitais. A capital Porto Alegre, com área territorial de 496,682 km² e com uma população estimada de 1.484.941 habitantes, alcançou o índice de dispersão normalizado de 0,29, podendo, assim, ser considerada de intermediária a compacta.

Os resultados de integração após a transposição dos eixos axiais da cidade de Porto Alegre confirmaram a integração máxima do sistema viário no entorno do CCS (determinado no Centro Histórico na Cidade Baixa) e a distância média projetada nesta pesquisa, de 10,6 Km, como sendo a integração máxima do sistema viário. Nota-se que o agrupamento dos dados, devido à normalização, ressalta a concentração na classe entre 0,01 e 0,25, em um raio de abrangência

superior aos 10,6 km de distância média ao CCS da direção leste. Esse dado representa a disponibilidade de sistema viário.

Referente à distância normalizada ao CCS de Porto Alegre, considerando que nesse cálculo foi ponderada a população de cada setor censitário em razão da distância ao CCS, a normalização retrata uma concentração positiva, formando um arco a leste e a sul, que pode ser explicado devido à estruturação da cidade, pois percebe-se que os resultados de dispersão por setor censitário normalizada de Porto Alegre estão concentrados nos setores representantes de bairros já consolidados e densamente ocupados, entre eles, Menino Deus, Partenon e Altos da Petrópolis. É percebida, também, a redução dos valores normalizados nas proximidades do CCS, pois ocorre uma diminuição da densidade populacional nesse local, reduzindo a classificação desses resultados. Porém, essa redução não altera significativamente a constatação anterior, em que mais de 77% dos resultados concentram-se positivamente.

Os setores censitários da capital Florianópolis indicam que as áreas mais acessíveis do sistema viário revelaram distâncias inscritas no raio de 7.6 km. Diante disso, é possível verificar a maior integração do sistema viário nesse raio de abrangência da distância média calculada para esta pesquisa. Assim, os resultados de integração máxima normalizada na capital Florianópolis demonstram uma grande concentração negativa nos extremos da ilha, na escala -0,50 a -1,00. Nas imediações do CCS e a noroeste, tem-se uma integração positiva de 0,25 a 0,75, indicando um sistema viário integrado com a centralidade, porém com baixa densidade viária. Esse fato deve-se provavelmente à interligação formada pela Rodovia SC 401, que conduz o fluxo desde a BR 101 até a região norte da ilha. Outro fato que colabora para compreensão de tal comportamento é o resultado da dispersão, pois, nesses setores, os dados declinam negativamente, confirmando a baixa ocupação populacional.

Ao comparar-se a distância média do CCS calculada em 8,9 km para a capital Curitiba, percebe-se que a integração máxima normalizada ultrapassa o limite desse raio, diferentemente do ocorrido em Porto Alegre e Florianópolis. Diante disso, nota-se em Curitiba uma maior integração do sistema viário, entre 11 e 15 km de afastamento do CCS.

A integração máxima de Curitiba, quando normalizada, organiza os resultados em classes com intervalos de 0,25, retratando certa redução da integração do sistema viário nas extremidades a oeste e ao sul, ao mesmo tempo em que revela a importância de vários eixos viários que ligam o CCS inicialmente nas imediações, com total integração, fluindo em praticamente todas as direções. Porém, há um peso maior de eixos viários na região central, incluindo o centro e os bairros Batel, Rebouças e Água Verde, que apresentam resultados com valores de +1, evidenciando a representação da maior integração do sistema viário. A normalização aponta um resultado para Curitiba bastante positivo, em que 40,71% dos setores se encontram entre 0,5 e 1,0, constituindo a maior eficiência quanto à integração do sistema viário entre as três cidades. Em Florianópolis, 51,77% dos setores se concentram na escala -1,0 a -0,5, confirmando a menor integração do sistema viário. Porto Alegre, por sua vez, tem 84,46% dos setores censitários no intervalo entre 0,0 e 0,5. Tal resultado configura uma integração na

escala positiva. Entretanto, no resultado da integração máxima normalizada para Porto Alegre, percebe-se que a concentração positiva é mais evidente entre 0,0 e 0,25.

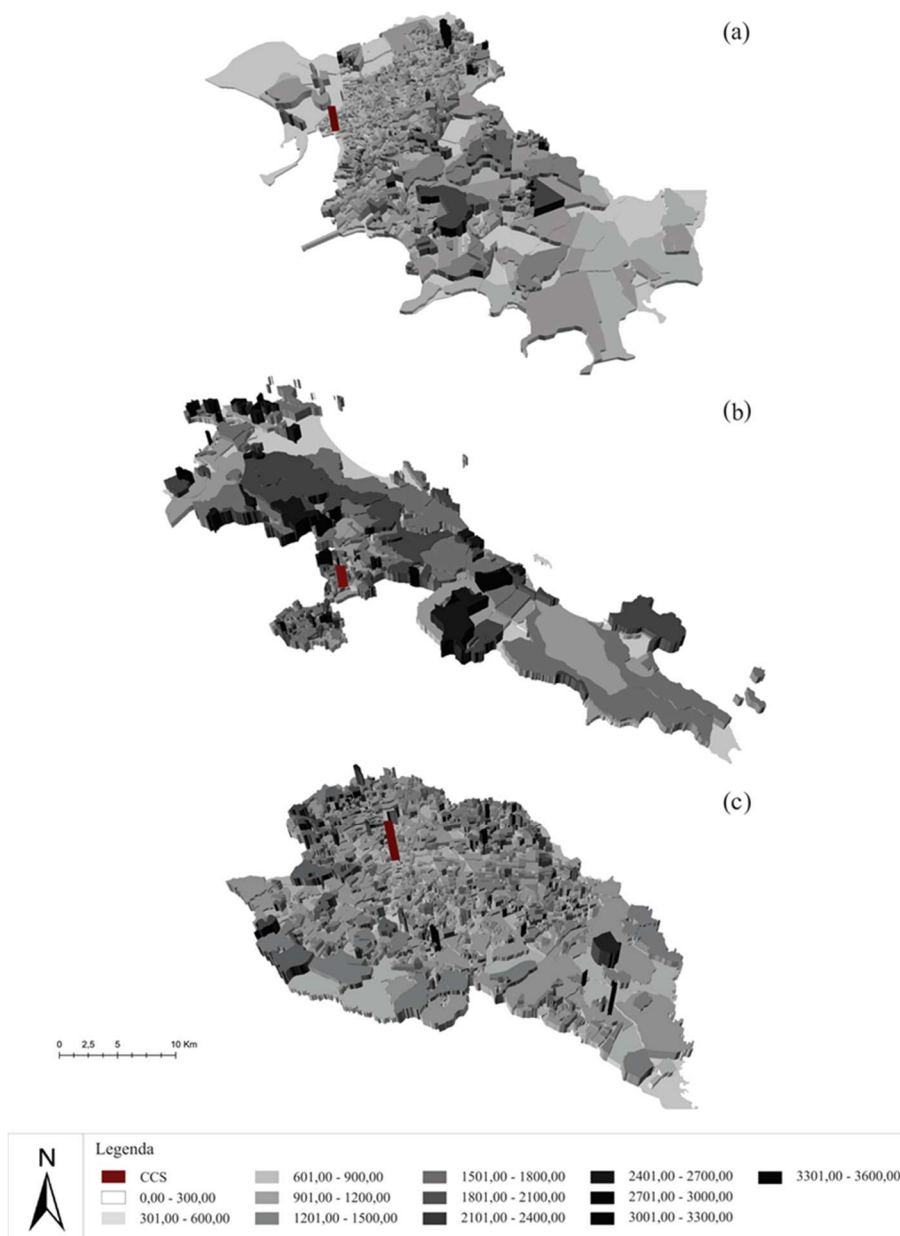


Figura 3: Representação espacial da dispersão populacional para as três capitais. a – Curitiba; b – Florianópolis; c – Porto Alegre. Fonte: adaptada da base de dados do IBGE, 2021.

Em relação à classificação de distância ao CCS, a cidade de Curitiba tem a maior concentração de resultados positivos (entre 0,5 a 1,0), o que significa que 44,01% dos setores censitários se encontram na distância média de 8,9 km do CCS. Porém, quando cruzados com o resultado para o índice de dispersão normalizado, observa-se o comportamento dessas zonas urbanas: quanto mais próxima ao CCS, menor a concentração populacional. Isso se deve provavelmente ao fato de essa centralidade ser predominantemente comercial. Nota-se que Florianópolis tem a maior concentração de setores com resultados negativos, sendo 39,32% (entre -0,5 a 0,0). Tal resultado é esperado, devido à forte dispersão ocorrida nessa capital, onde se observam várias aglomerações populacionais em pontos extremos da ilha e distantes dessa centralidade. Porto Alegre tem um comportamento semelhante a Curitiba nessa avaliação, pois 40% dos setores encontram-se entre 0,5 e 1,0. Da mesma forma, ocorre uma redução populacional nas proximidades do CCS.

Ao correlacionar a integração máxima e a distância do CCS das três capitais, Porto Alegre apresentou um resultado de -0,431; Florianópolis, -0,598; e Curitiba, -0,548. Visto que valores de correlação expressam direção, tanto quanto a intensidade entre as variáveis, representando uma correlação negativa moderada e forte. A análise dos resultados aponta que existe uma correlação inversa entre as variáveis. A Figura 4 reproduz essa situação em que, à medida que a distância do CCS aumenta, a integração máxima do sistema viário é reduzida, sem considerar níveis médios maiores que +1.

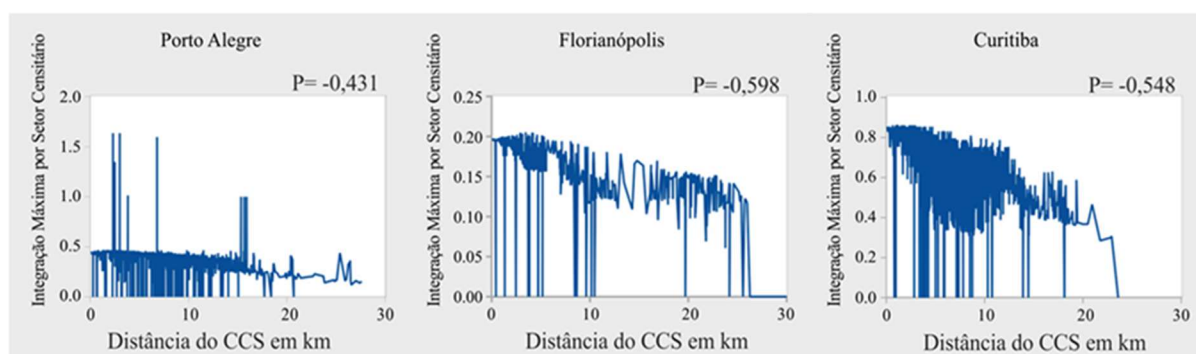


Figura 4: Relação entre a integração máxima e a distância do CCS de Porto Alegre, Florianópolis e Curitiba. Fonte: elaborada pelos autores.

Para maior eficiência na mobilidade, torna-se necessária uma maior integração da malha viária, considerando as menores distâncias de deslocamento da população (ZEGRAS, 2010; EWING; CERVERO, 2010; LARRANAGA, 2012). A variável distância mostra-se relevante nas escolhas do modal de transporte feitas pela população. Quando associada, a variável distribuição populacional tem um peso importante sobre as decisões de implementação de infraestrutura para os meios de transportes, sendo que 3% do total de vias não é utilizado, representando em média 116 km não utilizados. Essa subutilização da infraestrutura gera custos de instalação e manutenção que poderiam ser evitados nas capitais estudadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices de mobilidade revelaram aspectos da configuração urbana coincidentes para Porto Alegre e Curitiba, atribuindo a maior dispersão às regiões mais periféricas a partir dos limites representativos da distância média do CCS, bem como o oposto, em relação às suas proximidades. Em relação ao grau de compactidade, os resultados indicam que Porto Alegre e Curitiba têm um formato de cidade intermediária a compacta e Florianópolis, de dispersa a intermediária. Foi constatada a influência exercida pela área territorial no desempenho do índice de dispersão: menores extensões territoriais denotam melhor desempenho do índice, e maiores extensões reduzem esse desempenho.

A correlação dos dados de integração máxima e distância do CCS apresentou um resultado estatístico negativo para as três capitais analisadas, em que se constatou que, à medida que a distância do CCS aumenta, reduz-se a integração máxima do sistema viário, estabelecendo relações associativas entre as variáveis, pois, quanto maior a distância da centralidade, menor é a integração do sistema.

Para outros pesquisadores que se interessam em aplicar esse método de análise em suas cidades, destaca-se a importância da normalização, que é fundamental para a confiabilidade dos resultados. Sugere-se para estudos futuros a continuidade desta metodologia de aplicação, principalmente, para outras cidades brasileiras, no sentido de avaliar o desempenho da mobilidade urbana pela compreensão do índice de dispersão.

REFERÊNCIAS

- ALVES, P.; RAIA JUNIOR, A. A. Mobilidade e acessibilidade urbanas sustentáveis: a gestão da mobilidade no Brasil. *In: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DA AUGM*, 6., 2009, São Carlos. *Anais [...]*. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2009.
- AZHDARI, A.; SASANI, M. A.; SOLTANI, A. Exploring the relationship between spatial driving forces of urban expansion and socioeconomic segregation: the case of Shiraz. *Habitat International*, v. 81, p. 33-44, 2018.
- BASTOS, J. M.; MACHADO, E. de. M.; DOMINGOS, K. A formação socioespacial de Florianópolis e a atividade artesanal da renda de bilros. *Revista Percursos*, v. 19, n. 41, p. 289-307, 2018.
- BERTAUD, A.; MALPEZZI S. *The spatial distribution of population in 48 world cities: implications for economies in transition*. Glen Rock: Comments Welcome, 2003.

BRASIL. *Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015*. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências.. Brasília: Presidência da República, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13089.htm. Acesso em: 13 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Sustentabilidade urbana: impacto do desenvolvimento econômico e suas consequências sobre o processo de urbanização em países emergentes: textos para as discussões da Rio + 20*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015. v. 1. (Mobilidade Urbana).

DEUS, L. R. de. *A influência da forma urbana no comportamento de viagem das pessoas: estudo de caso em Uberlândia, MG*. São Carlos: Ufscar, 2008.

EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the built environment. *Journal of the American Planning Association*, v. 76, n. 3, p. 1-30, 2010.

HILLIER, B. *Space is the machine: a configurational theory of architecture*. Space Syntax 4 Huguenot Place, Heneage Street London E1 5LN United Kingdom. London: Electronic Edition, 2007.

HOLANDA, F. Ponte para Urbanidade. *Estudos Urbanos e Regionais*, n. 5, maio 2002.

HOLANDA, F. et al. A configuração da área metropolitana de Brasília. In: RIBEIRO, R.; TENORIO, G.; HOLANDA, F. (ed.). *Brasília: transformações na ordem urbana*. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. p. 64-97.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Estimativas de população*. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 27 fev. 2021.

KUNZ, M.; NECKEL, A.; KUJAWA, H. A. The influence of public policies on urban mobility: a comparative study between Porto Alegre (Brazil) and Washington D.C. (United States). *Journal of Civil Engineering and Architecture*, v. 8, n. 1, p. 295-304, 2017.

LARRANAGA, A. M. *Estrutura urbana e viagens a pé*. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LEVIN, J.; FOX, J. A. *Estatística para ciências humanas*. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

Organização das Nações Unidas (ONU). *Transformando Nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods11/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

RIBEIRO, R. J. C. *Índice composto de qualidade de vida urbana: aspectos de configuração espacial, socioeconômicos e ambientais urbanos*. 238 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SEN, A.; KLIKSBERG, B. *As pessoas em primeiro lugar: a ética do desenvolvimento e os problemas do mundo globalizado*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

ZEGRAS, C. O Ambiente construído e a propriedade e uso de veículos motorizados: evidências de Santiago do Chile. *Estudos Urbanos*, v. 47, n. 8, p. 1793-1817, 2010.

