



ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS DISPOSITIVOS DE ACESSIBILIDADE NAS PROXIMIDADES DA TOLEDO PRUDENTE CENTRO UNIVERSITÁRIO

Lissa Cruz RUSSI¹
Renan Furlan de OLIVEIRA²

RESUMO: A acessibilidade é um tema que vem sendo alvo de investigações e contribuições de forma muito mais ampla recentemente, seja por meio de iniciativas que discutem a relação entre equipamentos urbanos e pessoas com deficiência, ou até mesmo por diagnósticos, análises e propostas de soluções para os problemas encontrados diariamente nos municípios brasileiros. De forma geral, ainda existem muitas possibilidades para se investigar e contribuir sobre a acessibilidade em espaços urbanos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é analisar a distribuição espacial dos dispositivos de acessibilidade nas proximidades da Toledo Prudente. Para isso, foram utilizados materiais e recursos que vêm sendo desenvolvidos pelos autores desde 2019, com a finalidade de aprimorar a abordagem e promover novas contribuições sobre o tema de pesquisa. Dessa forma, a metodologia consiste em três etapas principais: identificação e localização dos dispositivos de acessibilidade; determinação de características, principalmente em relação à inclinação de rampas; e análise das áreas de abrangência dos dispositivos de acessibilidade a partir do diagrama de Voronoi, bem como determinação da concentração dos dispositivos a partir do mapa de Kernel. Os resultados são importantes indicativos para auxiliar gestores municipais no contexto do planejamento urbano e tomadas de decisão em planos de mobilidade e acessibilidade, visando o aprimoramento, a manutenção e a utilização de equipamentos urbanos acessíveis.

Palavras-chave: Identificação e localização. Rampas. Vagas de estacionamento exclusivas para pessoas com deficiência. Diagrama de Voronoi. Mapa de Kernel.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Estatuto da Pessoa com Deficiência, lei 13.146 de 2015, a acessibilidade consiste na capacidade de utilização de forma segura e autônoma tanto de espaços, mobiliários, transporte quanto de informações, por pessoas com deficiência. Paralelamente ao estatuto e, com a finalidade de incentivar e promover a

¹ Discente do 5º ano do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Antonio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente, e-mail: lissarussi@toledoprudente.edu.br.

² Docente do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Doutor em Ciências Cartográficas pela FCT/UNESP, e-mail: renan.furlan@ufsc.br. Orientador do trabalho.

acessibilidade, diversas leis e decretos têm sido propostos, com destaque para a lei 10.048 de 2000 e para o decreto nº 5.296 de 2004, que regulamenta a lei 10.098 de 2000.

Baseado nos dados do Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), bem como nas orientações técnicas da NBR 9050 (ABNT, 2015), diversos trabalhos de pesquisa e demais iniciativas têm concentrado esforços na realização de diagnósticos, análises, avaliações, bem como em proposições de soluções para os problemas de acessibilidade encontrados nos municípios brasileiros. Por exemplo, Orlandi (2003), Vasconcelos e Pagliuca (2006), em suas abordagens teóricas sobre o tema, ressaltam as principais necessidades e dificuldades das pessoas com deficiência diante das barreiras físicas, com destaque para os apontamentos sobre possíveis adaptações e recomendações para garantir direitos e dignidade à população quanto aos aspectos de acessibilidade.

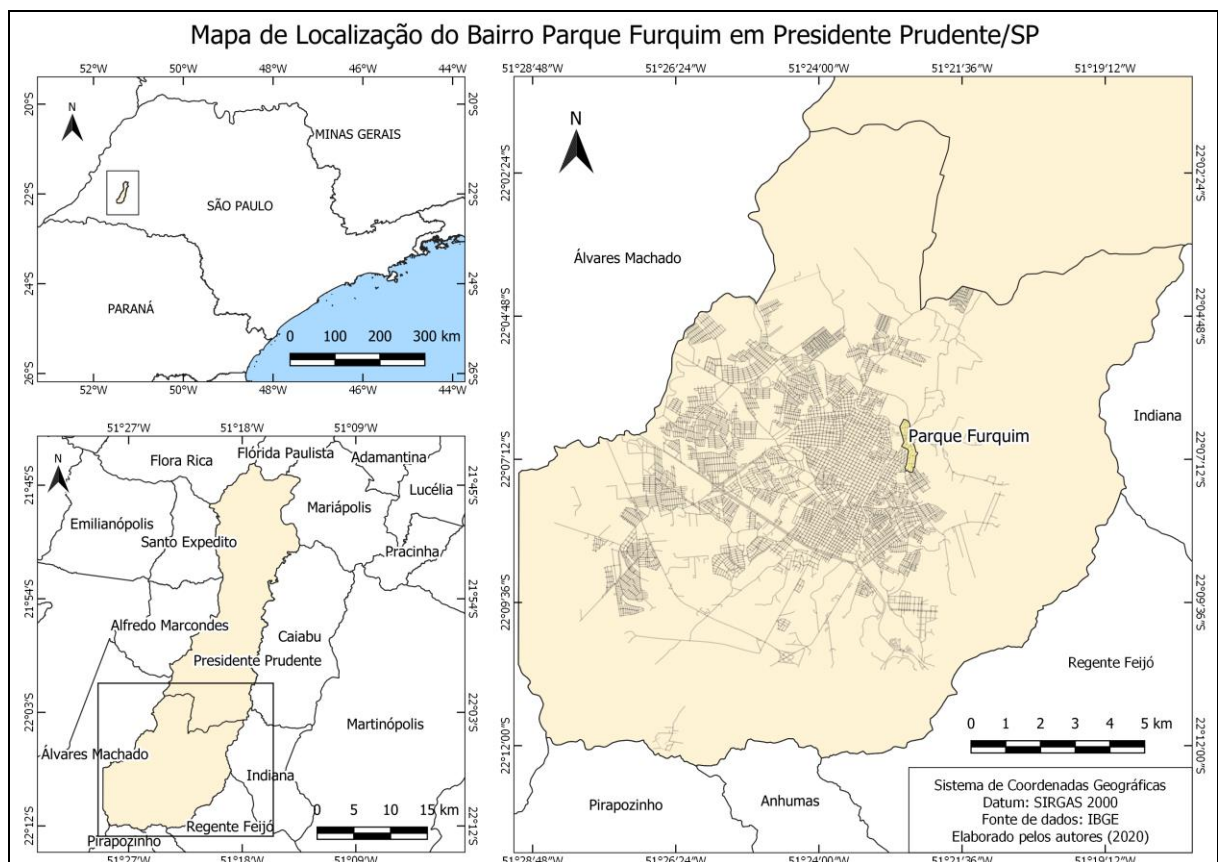
Por outro lado, abordagens práticas encontradas na literatura têm ressaltado a capacidade dos recursos e ferramentas tecnológicas nas análises dos aspectos de acessibilidade e de mobilidade, principalmente em espaços urbanos, contemplando áreas do conhecimento relacionadas à Arquitetura e Urbanismo, Computação e Cartografia, a partir da utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Dentre as principais abordagens, internacionais, destacam-se: Beale et al. (2006), Kasemsuppakorn e Karimi (2009), Ren e Karimi (2009). No contexto brasileiro, pode-se mencionar Oliveira et al. (2015), Rocha et al. (2016) e Dos Santos et al. (2018).

Diante desse contexto, é importante mencionar que o presente trabalho faz parte de uma pesquisa de maior abrangência que vem sendo desenvolvida desde 2019, os detalhes podem ser consultados em Russi e Oliveira (2019) e em Russi e Oliveira (2021). As abordagens propostas anteriormente são de extrema importância e fornecem subsídios às novas investigações e análises para alcançar o objetivo do presente trabalho de pesquisa, o qual consiste na análise da distribuição espacial dos dispositivos de acessibilidade nas proximidades da Toledo Prudente Centro Universitário. As principais contribuições desta proposta se referem às análises dos dispositivos de acessibilidade, com foco no suporte às atividades de planejamento e tomadas de decisão, visando o aprimoramento dos aspectos de acessibilidade, favorecendo a manutenção e utilização dos equipamentos urbanos adaptados, diante da realidade do bairro Parque Furquim, em Presidente Prudente/SP.

2 DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho de pesquisa se baseou nas abordagens contempladas em Russi e Oliveira (2021), com a finalidade de contribuir com novas investigações, propostas e avaliações sobre os dispositivos de acessibilidade localizados no bairro Parque Furquim, em Presidente Prudente/SP. Com isso, os critérios para a definição da área de estudo e dos tipos de dispositivos de acessibilidade, além das estratégias utilizadas no levantamento de dados em campo, a preparação da base cartográfica em um SIG e o projeto gráfico das representações cartográficas temáticas, podem ser consultados, na íntegra, em Russi e Oliveira (2021). A partir dessa abordagem, foi possível realizar, no presente trabalho de pesquisa, uma análise da distribuição espacial dos dispositivos de acessibilidade nas proximidades da Toledo Prudente. A Figura 1 apresenta o mapa de localização, com ênfase no bairro em destaque.

Figura 1 – Mapa de localização do bairro Parque Furquim, em Presidente Prudente/SP.

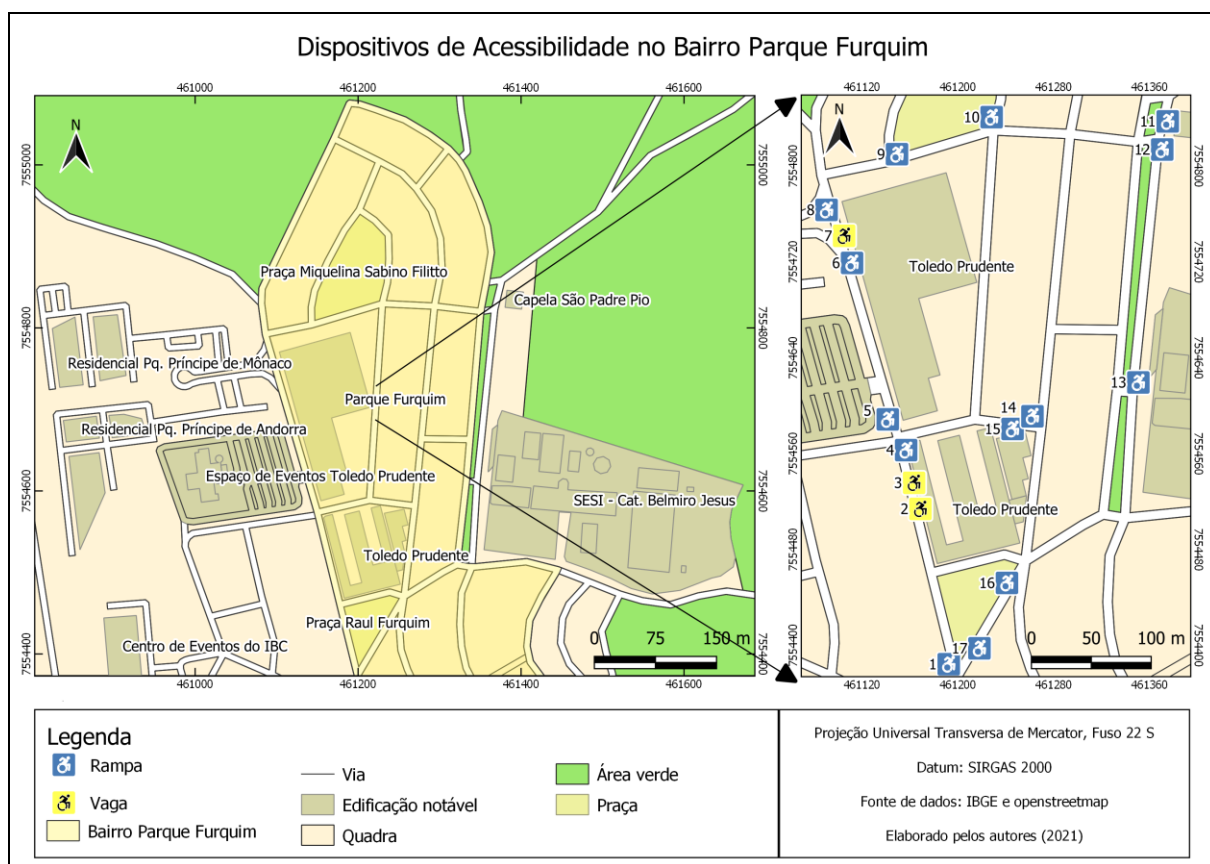


Fonte: Russi e Oliveira (2021).

A partir da delimitação da área de estudo, foram considerados dois tipos de dispositivos de acessibilidade para serem analisados espacialmente, as rampas e as vagas de estacionamento exclusivas para pessoas com deficiência. O levantamento de dados em campo foi realizado inicialmente em maio de 2019, porém novas visitas ao local de estudo foram feitas em junho de 2020 para realizar a atualização dos dados (RUSSI; OLIVEIRA, 2021).

Ao todo, foram identificados e localizados 17 dispositivos de acessibilidade nas proximidades da Toledo Prudente, sendo 14 rampas e apenas três vagas de estacionamento exclusivas para pessoas com deficiência. A Figura 2 apresenta a identificação e a localização dos dispositivos de acessibilidade, rampas e vagas, nas proximidades da Toledo Prudente.

Figura 2 – Identificação e localização dos dispositivos de acessibilidade nas proximidades da Toledo Prudente, bairro Parque Furquim em Presidente Prudente/SP.



Fonte: Adaptado de Russi e Oliveira (2021).

A identificação dos dispositivos, apresentada na Figura 2, é iniciada na parte inferior seguindo para a parte superior da representação, no sentido horário, de 1 a 17. Esta numeração foi realizada para auxiliar na associação entre o número, o tipo, o registro a partir de fotografia e as características dos dispositivos de acessibilidade localizados na área de estudo. Dentre as principais características, destacam-se: a sinalização, horizontal e/ou vertical, para as vagas de estacionamento e, a inclinação para as rampas. Ressalta-se que a inclinação foi calculada a partir das medidas coletadas *in loco* e, de acordo com as orientações da NBR 9050 (2015). Dessa forma, foi utilizada a seguinte expressão matemática:





$$i = \left(\frac{h}{c}\right) * 100,$$





em que: i é a inclinação, h é o desnível e c é o comprimento.





É importante mencionar que nas abordagens de Russi e Oliveira (2019) foi realizada uma proposta preliminar para a avaliação da inclinação, porém apenas 5 rampas foram analisadas. Estes dispositivos encontram-se identificados na Figura 2 como 4, 5, 8, 11, 12. Uma vez que novas pesquisas sobre os dispositivos de acessibilidade nas proximidades da Toledo Prudente Centro Universitário vêm sendo desenvolvidas pelos autores, seja por meio da aplicação de diferentes técnicas e métodos para mapear ou coletar novos dados *in loco* (RUSSI; OLIVEIRA, 2021), atualizar os dados, registros e características dos dispositivos de acessibilidade é fundamental para realizar a análise da distribuição espacial das rampas, bem como das vagas de estacionamento exclusivas para pessoas com deficiência.





Independentemente da sobreposição com alguns elementos e características analisadas no estudo preliminar de Russi e Oliveira (2019), o presente trabalho de pesquisa além de apresentar uma proposta complementar e atualizada em relação à pesquisa mencionada, propõe uma abordagem de maior consistência para o tema investigado. Nesse contexto, o Quadro 1 apresenta elementos de identificação, tipo, fotografia e características para cada dispositivo de acessibilidade. Ressalta-se que a aquisição das fotografias foi efetuada nas datas de realização do levantamento de dados em campo.

Quadro 1 – Identificação, tipo, fotografia e características dos dispositivos de acessibilidade localizados nas proximidades da Toledo Prudente, bairro Parque Furquim em Presidente Prudente-SP.

ID	Tipo	Fotografia	Características
1	Rampa		$i = 15,96\%$ $h = 0,15\text{m}$ $c = 0,94\text{m}$
2	Vaga de estacionamento		Sinalização vertical e horizontal
3	Vaga de estacionamento		Sinalização vertical e horizontal
4	Rampa		$i = 10\%$ $h = 0,10\text{m}$ $c = 1,00\text{m}$
5	Rampa		$i = 12,31\%$ $h = 0,16\text{m}$ $c = 1,30\text{m}$

6	Rampa		$i = 30\%$ $h = 0,18\text{m}$ $c = 0,60\text{m}$
7	Vaga de estacionamento		Sinalização vertical e horizontal
8	Rampa		$i = 10,59\%$ $h = 0,18\text{m}$ $c = 1,70\text{m}$
9	Rampa		$i = 10,53\%$ $h = 0,10\text{m}$ $c = 0,95\text{m}$

10	Rampa		$i = 10\%$ $h = 0,10\text{m}$ $c = 1,00\text{ m}$
11	Rampa		$i = 12,31\%$ $h = 0,16\text{m}$ $c = 1,30\text{m}$
12	Rampa		$i = 40\%$ $h = 0,16\text{m}$ $c = 0,40\text{m}$
13	Rampa		$i = 5,26\%$ $h = 0,10\text{m}$ $c = 1,90\text{m}$

14	Rampa		$i = 10\%$ $h = 0,11\text{m}$ $c = 1,10\text{m}$
15	Rampa		$i = 12,22\%$ $h = 0,11\text{m}$ $c = 0,90\text{m}$
16	Rampa		$i = 18,75\%$ $h = 0,15\text{m}$ $c = 0,80\text{m}$
17	Rampa		$i = 13,04\%$ $h = 0,15\text{m}$ $c = 1,15\text{m}$

Fonte: Os autores (2021).

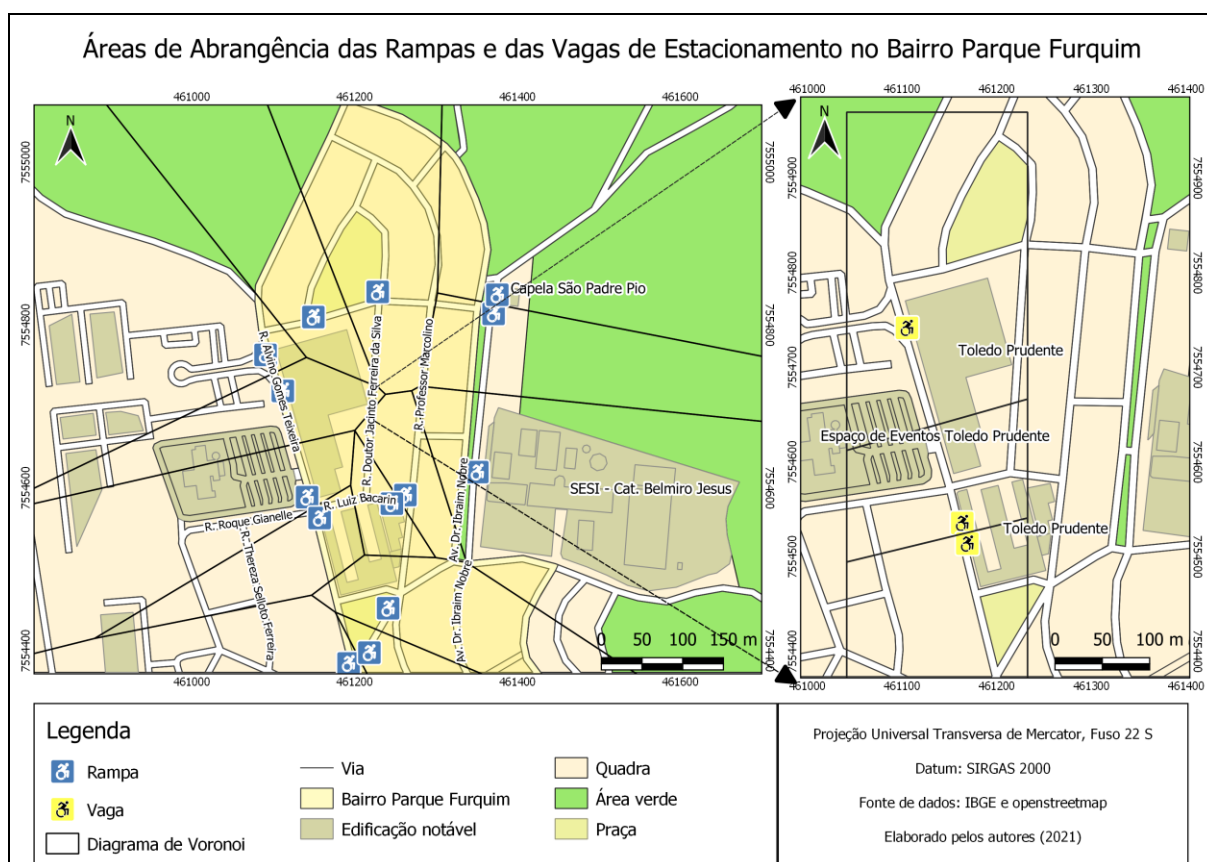
Conforme a NBR 9050 (2015), a inclinação máxima recomendada é 8,33%, em rotas acessíveis para vias de pedestres. Ao observar o Quadro 1, verifica-se que apenas a rampa 13 apresentou inclinação inferior à 8,33%, sendo $i = 5,26\%$. Todas as outras rampas apresentaram inclinação superior ao valor recomendado. Por outro lado, as rampas 4, 8, 9, 10, 14 devem ser mencionadas, uma vez que apresentaram inclinação próxima à 10%. Embora o valor esteja acima do recomendado pela NBR 9050 (2015), o procedimento de obtenção das medidas, conduzido no momento do levantamento de dados *in loco* pode ter influenciado, diretamente, na estimativa da inclinação e, portanto, deve ser ponderado nas análises. No entanto, mesmo com as ponderações, nota-se por meio dos registros a partir das fotografias das rampas e/ou calçadas rebaixadas a condição de uso desses dispositivos de acessibilidade, o que contribui para o entendimento das características analisadas no Quadro 1.

Quanto à análise da distribuição espacial dos dispositivos de acessibilidade nas proximidades da Toledo Prudente, foram utilizados dois importantes recursos e processamentos de análise de dados geográficos, ou análise espacial, denominados diagrama de Voronoi (AURENHAMMER, 1991; AURENHAMMER; KLEIN, 2000) e mapa de Kernel (MONTEIRO *et al.*, 2004).

O diagrama de Voronoi contribui na resolução de problemas que envolvem aspectos de proximidade. De forma geral, a partir de um conjunto de objetos em um espaço geométrico, o diagrama de Voronoi desse conjunto consiste na divisão do espaço em regiões, sendo cada uma das regiões associada a um determinado objeto do conjunto, de tal forma que todos os pontos de uma região devem ser mais próximos do objeto correspondente do que todos os demais (AURENHAMMER, 1991; AURENHAMMER; KLEIN, 2000). Diversas aplicações do diagrama de Voronoi têm sido consideradas em diferentes áreas do conhecimento, detalhes podem ser encontrados em Okabe *et al.*, 2009.

No presente trabalho de pesquisa, o diagrama de Voronoi foi utilizado para verificar a área de abrangência para cada um dos dispositivos de acessibilidade, considerando critérios de distância e vizinhança, a partir da extensão total da região de estudo. O diagrama de Voronoi foi aplicado, inicialmente, para as rampas e, em seguida, para as vagas de estacionamento exclusivas para pessoas com deficiência. A Figura 3 apresenta as áreas de abrangência dos dispositivos de acessibilidade a partir do diagrama de Voronoi.

Figura 3 – Diagrama de Voronoi para os dispositivos de acessibilidade, rampas e vagas, nas proximidades da Toledo Prudente.



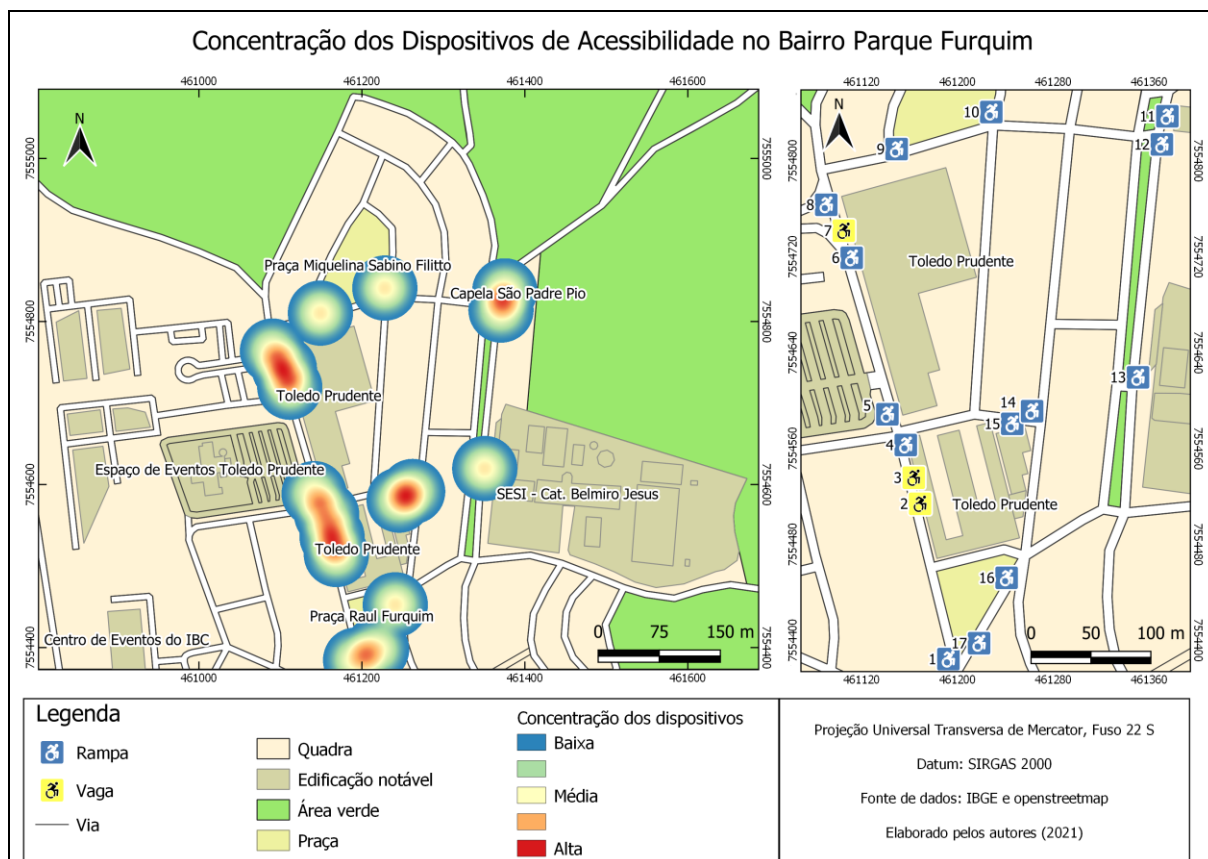
Fonte: Os autores (2021).

A partir da Figura 3, é possível identificar quais dispositivos de acessibilidade melhor atendem determinadas demandas em relação a área de abrangência, nas proximidades da Toledo Prudente. No que se refere às rampas, nota-se que apenas um dispositivo está presente nas proximidades do CAT Belmiro Jesus (Escola SESI-SP de Presidente Prudente – Pq. Furquim). Para as vagas de estacionamento, nota-se que as três vagas se encontram predominantemente próximas às infraestruturas da Toledo Prudente Centro Universitário.

O mapa ou diagrama de Kernel é um outro importante recurso em análise espacial, o qual permite verificar o comportamento de conjuntos de eventos pontuais (TERRELL; SCOTT, 1992; MONTEIRO *et al.*, 2004). Neste trabalho de pesquisa, o mapa de Kernel foi elaborado para promover a identificação de concentrações dos dispositivos de acessibilidade, considerando rampas e vagas em um único conjunto, conforme critério de distância, dentre um raio de 40 metros. A Figura 4 apresenta as

concentrações dos dispositivos de acessibilidade a partir do mapa de Kernel, além da identificação e localização das rampas e vagas.

Figura 4 – Mapa de Kernel dos dispositivos de acessibilidade nas proximidades da Toledo Prudente, identificação e localização de rampas e vagas.



Fonte: Os autores (2021).

A partir da Figura 4, é possível identificar a concentração dos dispositivos de acessibilidade conforme determinadas áreas da região analisada no bairro Parque Furquim. Como já observado, a partir do diagrama de Voronoi (Figura 3), algumas áreas específicas nas proximidades da Toledo Prudente apresentam dispositivos de acessibilidade, rampas e vagas, que provavelmente, atendam as demandas diante das circunstâncias do dia a dia e fluxo de pessoas. Por outro lado, nas proximidades do CAT Belmiro Jesus (Escola SESI-SP de Presidente Prudente – Pq. Furquim), destaca-se a baixa concentração de rampas e vagas. Adicionalmente, verifica-se que o diagrama de Voronoi e o mapa de Kernel podem fornecer suporte às novas implantações de dispositivos de acessibilidade, a partir das análises.

3 CONCLUSÃO

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo analisar a distribuição espacial dos dispositivos de acessibilidade, rampas e vagas de estacionamento exclusivas para pessoas com deficiência, no bairro Parque Furquim, em Presidente Prudente/SP, especificamente nas proximidades da Toledo Prudente. Para isso, as abordagens que vêm sendo conduzidas pelos autores desde 2019 sobre o objeto de pesquisa, com detalhes em Russi e Oliveira (2019) e, em Russi e Oliveira (2021), tiveram fundamental importância para fornecer suporte na proposição da análise da distribuição espacial dos dispositivos de acessibilidade.

A identificação e a localização das rampas e das vagas de estacionamento exclusivas para pessoas com deficiência apontaram para uma predominância das rampas. A partir de um total de 14 rampas, foram realizadas análises em relação à inclinação, sendo possível verificar que apenas uma rampa apresentou inclinação inferior ao recomendado pela norma vigente (8,33%). Cinco rampas apresentaram inclinação de aproximadamente 10% e para as demais, a inclinação foi superior a 10%. As fotografias retrataram a condição dos dispositivos de acessibilidade, o que auxilia na compreensão da situação da implantação e da manutenção das rampas. Observações como essas deveriam atrair a atenção de gestores públicos municipais quanto aos importantes aspectos de acessibilidade e mobilidade para a região de estudo, uma vez que os dispositivos de acessibilidade devem ser utilizados de forma autônoma e segura, não só por pessoas com deficiência, mas também por todas as pessoas.

Outro ponto que merece atenção se refere à pouca quantidade de vagas de estacionamento exclusivas para pessoas com deficiência, em destaque, por meio do diagrama de Voronoi, o qual revelou uma área de abrangência que possivelmente atenda as demandas da Toledo Prudente, porém, talvez, não seja suficiente para as demandas do CAT Belmiro Jesus (Escola SESI-SP de Presidente Prudente – Pq. Furquim). Essa observação se confirma a partir do mapa de Kernel elaborado, o qual revela a concentração de dispositivos de acessibilidade, sem distinção entre rampas e vagas. Nota-se que nas proximidades do CAT Belmiro Jesus (SESI) há uma baixa concentração de dispositivos de acessibilidade, sugerindo um importante indicativo para os gestores municipais avaliarem com maiores detalhes as necessidades e demandas da área de estudo, diariamente, a fim de contribuir com o aprimoramento

dos dispositivos de acessibilidade, bem como com a manutenção dos equipamentos urbanos acessíveis.

Recomenda-se aplicar a metodologia do presente trabalho de pesquisa para outros tipos de dispositivos de acessibilidade, além de analisar distintos parâmetros e características, conforme as orientações das normas vigentes. Adicionalmente, considerar outros bairros e regiões de maior abrangência pode ser uma alternativa para auxiliar os gestores em atividades de planejamento e na tomada de decisão no contexto da acessibilidade em espaços urbanos municipais. Por fim, ressalta-se a necessidade de atualizar os dados constantemente, bem como realizar avaliações locais para identificar as demandas da sociedade.

REFERÊNCIAS

AURENHAMMER, F. Voronoi diagrams - a survey of a fundamental geometric data structure. **ACM Computing Surveys** (CSUR), v. 23, n. 3, p. 345-405, 1991.

AURENHAMMER, F.; KLEIN, R. Voronoi Diagrams. **Handbook of computational geometry**, v. 5, n. 10, p. 201-290, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 148 p., 2015.

BEALE, L.; FIELD, K.; BRIGGS, D.; PICTON, P.; MATTHEWS, H. Mapping for wheelchair users: Route navigation in urban spaces, **The Cartographic Journal**, 43(1), p. 68-81, 2006.

BRASIL, Lei de nº 10.048 de 8 de novembro de 2000. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 8 nov. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10048.htm. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

BRASIL, Decreto de nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2 dez. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

BRASIL, Lei de nº 10.098 de 19 de dezembro de 2000. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 19 dez. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10098.htm. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

BRASIL. Lei de n.º 13.146, de 6 de julho de 2015. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 6 jul. 2015. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

DOS SANTOS, E. A.; DE MEDEIROS, M. S.; VIEIRA, R. M. B. O uso de geotecnologias para promoção da cidadania através da melhoria das condições de acessibilidade dos espaços públicos: uma aplicação do projeto ponto certo, **Revista Políticas Públicas & Cidades**-2359-1552, 6(2), p. 164-178, 2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: Amostra – Pessoas com deficiência**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidenteprudente/pesquisa/23/23612?detalhes=true>. Acesso em: 23 de agosto de 2021.

KASEMSUPPAKORN, P.; KARIMI, H. A. Personalised routing for wheelchair navigation, **Journal of Location Based Services**, 3(1), p. 24-54, 2009.

MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S.; DRUCK, S. Análise espacial de dados geográficos. **Brasília: Embrapa**, 2004.

OKABE, A.; BOOTS, B., SUGIHARA, K.; CHIU, S. N. **Spatial tessellations: concepts and applications of Voronoi diagrams**. John Wiley & Sons, 2009.

OLIVEIRA, R. F.; CHAVES, M. D.; RAMOS, A. P. S. M. Distribuição dos Dispositivos de Acessibilidade na Região Central do Município de Presidente Prudente-SP, **Colloquium Exactarum**, 7(especial), p. 25-32, 2015.

ORLANDI, S. C. **Percepção do Portador de Deficiência Física com Relação à Qualidade dos Espaços de Circulação Urbana**, Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

REN, M.; KARIMI, H. A. A Chain-Code-Based Map Matching Algorithm for Wheelchair Navigation, **Transactions in GIS**, 13(2), p. 197-214, 2009.

ROCHA, E. C. O.; DE SÁ, L. A. C. M.; DA COSTA CARNEIRO, E. L. N. Modelagem de Dados Espaciais para Acessibilidade ao Espaço Urbano por Pessoa em Cadeira de Rodas, **Revista Brasileira de Cartografia**, 68(10), p. 2021-2032, 2016.

RUSSI, L. C.; OLIVEIRA, R. F. Identificação Espacial e Caracterização dos Dispositivos de Acessibilidade na Região do Parque Furquim em Presidente Prudente-SP. **Encontro Toledo de Iniciação Científica “Prof. Dr. Sebastião Jorge Chammé” (ETIC)**, 2019.

RUSSI, L. C.; OLIVEIRA, R. F. Mapeamento dos Dispositivos de Acessibilidade no Município de Presidente Prudente-SP: Bairro Parque Furquim. **Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2021 Digital)**, 2021.

TERRELL, G. R.; SCOTT, D. W. **The Annals of Statistics**, p. 1236-1265, 1992.

VASCONCELOS, L., R.; PAGLIUCA, L. M. F. Mapeamento de Acessibilidade do Portador de Limitação Física a Serviços Básicos de Saúde, **Escola Anna Nery Revista de Enfermagem**, 10 (3), p. 494-500, 2006.