

## INCLUSÃO E INOVAÇÃO: O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO DA ACESSIBILIDADE PEDONAL EM CRAVINHOS-SP

INCLUSION AND INNOVATION: THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR PEDESTRIAN ACCESSIBILITY PLANNING IN CRAVINHOS-SP

INCLUSIÓN E INNOVACIÓN: EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD PEATONAL EN CRAVINHOS-SP

Melina Rosa da Silveira Franco<sup>1</sup>  
Crediano Maria de Sousa<sup>2</sup>  
Maria Aparecida Bovério<sup>3</sup>  
Ricardo José Sartor<sup>4</sup>  
Luciano de Jesus Rodrigues de Barros<sup>5</sup>  
Thais Dias Martins<sup>6</sup>  
Isabel Cristina Rodrigues<sup>7</sup>  
Nelson Moro da Costa<sup>8</sup>  
Artur Marchioni<sup>9</sup>  
Igor Junior Jacyntho<sup>10</sup>  
Marcio Cristian Sandro dos Santos<sup>11</sup>  
Regina de Fátima Mazaro dos Santos<sup>12</sup>  
Jean Carlos Sousa<sup>13</sup>  
Gilberto Aparecido Rodrigues<sup>14</sup>

1

**RESUMO:** Este estudo teve o objetivo de analisar as condições de acessibilidade pedonal no município de Cravinhos-SP, utilizando inteligência artificial e geotecnologias como ferramentas de planejamento urbano inclusivo. A pesquisa fundamenta-se nos princípios da Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), da Política Nacional de Mobilidade Urbana e da ABNT NBR 9050:2020. A metodologia consistiu na divisão da área urbana em quadrantes, delimitação de corredor de acessibilidade e análise multimodal de 89 pontos por meio do software *Google Earth Pro*, associada à avaliação visual baseada em escala Likert e ao processamento interpretativo por algoritmos de inteligência artificial. Foram avaliadas a presença e qualidade de rampas de acessibilidade, condições dos revestimentos das calçadas, ocorrência de patologias estruturais e interferências de mobiliário urbano. Os resultados evidenciaram significativa heterogeneidade espacial, com melhores condições de acessibilidade

<sup>1</sup>Mestre em Educação, Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara – FCLAR.

<sup>2</sup>Mestrando em Administração, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- Unesp.

<sup>3</sup>Doutora em Educação Escolar, Faculdade de tecnologia Sertãozinho.

<sup>4</sup>Mestrado em Administração de Empresas, Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga.

<sup>5</sup>Especialização em Ensino Médio Técnico, Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga.

<sup>6</sup>Doutora em Agronomia, Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior- ITES.

<sup>7</sup> Doutora em Engenharia de Produção, Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto.

<sup>8</sup>Mestre em Tecnologias Emergentes, Must University.

<sup>9</sup>Doutorando em Direito, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

<sup>10</sup>Especialista em Engenharia de Produção, Centro Universitário Internacional (UNINTER).

<sup>11</sup>Mestre em Engenharia de Produção, UNIARA Universidade de Araraquara.

<sup>12</sup>Doutorado em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP.

<sup>13</sup>Graduando do Curso Superior em Tecnologia em Agronegócio, Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga.

<sup>14</sup>Doutor em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal- UNESP.

na região central e maior incidência de desconformidades nos bairros periféricos. Verificou-se que a ausência de continuidade das rotas acessíveis compromete a mobilidade autônoma de pessoas com deficiência e mobilidade reduzida, configurando barreiras arquitetônicas e exclusão territorial. Conclui-se que a inovação tecnológica aplicada ao planejamento urbano constitui importante instrumento de diagnóstico, mas sua efetividade depende da articulação com políticas públicas permanentes de manutenção, fiscalização e desenho universal.

**Palavras-chave:** Acessibilidade urbana. Inteligência artificial. Mobilidade pedonal. Planejamento urbano. Inclusão social.

**ABSTRACT:** This study aimed to analyze pedestrian accessibility conditions in the municipality of Cravinhos, São Paulo, using artificial intelligence and geotechnologies as tools for inclusive urban planning. The research is based on the principles established by the Brazilian Inclusion Law (Law No. 13,146/2015), the National Urban Mobility Policy, and ABNT NBR 9050:2020. The methodology consisted of dividing the urban area into quadrants, delimiting an accessibility corridor, and conducting multimodal analysis of 89 observation points using *Google Earth Pro* software, associated with visual assessment based on the Likert scale and interpretative processing through artificial intelligence algorithms. The presence and quality of accessibility ramps, sidewalk pavement conditions, occurrence of structural pathologies, and interference caused by urban furniture were evaluated. The results revealed significant spatial heterogeneity, with better accessibility conditions in the central region and a higher incidence of non-compliance in peripheral neighborhoods. It was found that the lack of continuity in accessible routes compromises the autonomous mobility of people with disabilities and reduced mobility, creating architectural barriers and territorial exclusion. It is concluded that technological innovation applied to urban planning constitutes an important diagnostic tool; however, its effectiveness depends on articulation with permanent public policies focused on maintenance, inspection, and universal design.

2

**Keywords:** Urban accessibility. Artificial intelligence. Pedestrian mobility.

**RESUMEN:** Este estudio tuvo como objetivo analizar las condiciones de accesibilidad peatonal en el municipio de Cravinhos-SP, utilizando inteligencia artificial y geotecnologías como herramientas para la planificación urbana inclusiva. La investigación se fundamenta en los principios de la Ley Brasileña de Inclusión (Ley nº 13.146/2015), de la Política Nacional de Movilidad Urbana y de la norma ABNT NBR 9050:2020. La metodología consistió en la división del área urbana en cuadrantes, delimitación de un corredor de accesibilidad y análisis multimodal de 89 puntos mediante el software *Google Earth Pro*, asociado a la evaluación visual basada en la escala Likert y al procesamiento interpretativo por algoritmos de inteligencia artificial. Se evaluaron la presencia y calidad de rampas de accesibilidad, las condiciones de los revestimientos de las aceras, la ocurrencia de patologías estructurales y las interferencias del mobiliario urbano. Los resultados evidenciaron significativa heterogeneidad espacial, con mejores condiciones de accesibilidad en la región central y mayor incidencia de inconformidades en los barrios periféricos. Se verificó que la ausencia de continuidad de las rutas accesibles compromete la movilidad autónoma de personas con discapacidad y movilidad reducida, configurando barreras arquitectónicas y exclusión territorial. Se concluye que la innovación tecnológica aplicada a la planificación urbana constituye una importante herramienta diagnóstica; sin embargo, su efectividad depende de su articulación con políticas públicas permanentes de mantenimiento, fiscalización y diseño universal.

**Palabras clave:** Accesibilidad urbana. Inteligencia artificial. Movilidad peatonal.

## INTRODUÇÃO

A Lei nº 13.146/2015, conhecida como o Estatuto da Pessoa com Deficiência, é o instrumento jurídico mais avançado no Brasil para garantir a autonomia individual. No que tange à acessibilidade pedonal (referente ao pedestre), a lei estabelece obrigações rigorosas que transformam a configuração das cidades. Os pontos principais abordados por essa lei (Brasil, 2015) está no conceito de acessibilidade, desenho universal, prioridade pedonal, calçadas como vias de circulação, responsabilidade do poder público, sinalização inclusiva, continuidade das rotas, mobiliário urbano e combate às barreiras atitudinais (Brasil, 2015).

O pleno desenvolvimento de cidades comprometidas com a sustentabilidade e a inclusão pressupõe que a acessibilidade ocupe o cerne das políticas públicas. Considerando que a gestão do tráfego e a organização espacial são cruciais para a equidade populacional, deve-se privilegiar a caminhabilidade no contexto das cidades médias brasileiras, cujas dinâmicas dependem sobremaneira do deslocamento a pé (Veloso, 2021). Conceber a acessibilidade de forma abrangente é, portanto, indispensável para fomentar a qualidade de vida e assegurar a plena vigência dos direitos humanos no espaço urbano (Ribeiro *et al.*, 2020).

Para a acessibilidade transcender o plano teórico e atingir sua integralidade, é imperativo que ela contemple os eixos físico-arquitetônico, comunicacional, metodológico, instrumental, programático e atitudinal (Sasaki, 2003). Ao pautar a isonomia social, torna-se essencial compreender a acessibilidade como um ativo de alcance coletivo, e não meramente segmentado. Sob a ótica da viabilidade, ressalta-se que o planejamento inclusivo em fase embrionária se revela substancialmente mais econômico do que as intervenções paliativas ou reformas estruturais posteriores (Ribeiro *et al.*, 2020).

A Lei 12.587/12, que versa sobre a Mobilidade Urbana, coloca como princípios que fundamentam a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) (Brasil, 2012):

I — Acessibilidade universal; II — Desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais; III — Equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo; IV — Eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano; V — Gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana; VI — Segurança nos deslocamentos das pessoas; VII — Justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços; VIII — Equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros; e IX — Eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana. (Brasil, 2012).

No limiar do século XXI, Sánchez e Justicia (2005) relataram que indivíduos com deficiências neuromotoras permanecem em um constante embate contra óbices multifacetados que cerceiam seu pleno desenvolvimento social. Considerando o mapeamento e a catalogação pormenorizada dos impedimentos remanescentes, esses autores abordam o estudo sob essa ótica da taxonomia das barreiras arquitetônicas, fazendo distinção de barreiras arquitetônicas urbanas, barreiras arquitetônicas na edificação e barreiras de transporte. Muitas vezes, a barreira arquitetônica é apenas o reflexo de uma barreira atitudinal. Se os planejadores urbanos e arquitetos não possuem a empatia ou o conhecimento sobre a diversidade funcional, eles projetarão espaços excludentes. A barreira atitudinal manifesta-se em preconceitos, estigmas e na subestimação da autonomia da pessoa com deficiência ou do idoso (Ariyanti e Sampaio, 2025).

Em estudo que analisou os desafios de acessibilidade para idosos e pessoas com deficiência no contexto das tecnologias de transporte inteligente e da transição para as *smart cities* foram bem abordados por Karolemeas *et al.* (2026). A pesquisa destaca a necessidade de políticas que priorizem o valor percebido e a usabilidade dos sistemas para grupos vulneráveis. Conclui-se que a acessibilidade é um pré-requisito indispensável para a qualidade de vida e a justiça social no ambiente urbano moderno.

A percepção de usuários de cadeira de rodas foi objeto de estudo de Ferro e Renner (2022) sobre os processos de exclusão e inclusão social em seu cotidiano no Rio Grande do Sul. Os resultados indicam que tais impedimentos resultam no afastamento do convívio social e na precarização da qualidade de vida. Similarmente, Ribeiro *et al.* (2020) discutem a acessibilidade para além das barreiras físicas, tratando-a como uma condição *sine qua non* para o exercício da cidadania.

Fidelis, Buss e Fidelis (2025) apresentam um relato de experiência sobre uma pesquisa desenvolvida entre 2021 e 2025 para definir o Índice de Caminhabilidade (IC) no município de Brusque, Santa Catarina. A metodologia envolveu levantamentos territoriais detalhados em nove bairros, organizando dados sobre a qualidade das calçadas e a infraestrutura urbana. O estudo destaca a caminhabilidade como um direito humano fundamental, essencial para a mobilidade segura e a inclusão social.

Godoy *et al.* (2023), em um dos primeiros estudos envolvendo o software de geotecnologia *Google Earth Pro*, como proposta de avaliar os espaços pedonais, analisaram as condições de acessibilidade nas calçadas da área central de Dobrada-SP, uma cidade de menos

de 9 mil habitantes (Ibge, 2022), por meio de imagens de satélite. Os autores identificaram obstáculos físicos, irregularidades no pavimento e falta de sinalização tátil que comprometem a segurança de pedestres e pessoas com deficiência. A pesquisa destaca que a negligência na manutenção das vias públicas gera segregação espacial e fere o direito à cidade. Similarmente, Chiconato *et al.* (2023), por meio do uso de geotecnologias, apontam irregularidades nas calçadas da cidade de Taquaritinga-SP, num corredor de acessibilidade na região central da cidade. Verificaram que a infraestrutura atual não atende plenamente às normas técnicas, exigindo intervenções públicas para garantir o direito à mobilidade pedonal na cidade.

Utilizando as mesmas técnicas de avaliação pedonal, Bonani *et al.* (2024) investigaram as condições de acessibilidade no corredor central de Monte Alto-SP. Por meio das imagens de satélite, os autores identificaram que, embora o centro concentre os principais serviços, as barreiras arquitetônicas, tais como degraus, inclinações inadequadas e falta de continuidade nas rotas, ainda segregam pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

A percepção de pessoas com deficiência (PCD) e pessoas com mobilidade reduzida (PMR) sobre a qualidade dos espaços públicos de circulação de pedestres é muito importante para garantir a mobilidade e caminhabilidade pedonal plena nos espaços públicos (Rodrigues *et al.*, 2025). Estes autores focaram na percepção de PCDs, ou PMR, dos materiais de revestimento e defeitos recorrentes de calçadas, e na qualidade das rampas de acessibilidade. Os resultados apontam que defeitos como depressões, vegetação inadequada e remendos de materiais distintos geram estresse e barreiras físicas que comprometem o direito de ir e vir das pessoas, perclusas ou não. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar visualmente os espaços públicos pedonais da cidade de Cravinhos- SP, utilizando imagens de satélite disponibilizadas no software Google Earth Pro, associadas à análise multimodal propiciada pela ferramenta de inteligência artificial Gemini IA e níveis de hemorrbia de 89 pontos de corredor de acessibilidade proposto.

## MATERIAL E MÉTODOS

A cidade de Cravinhos-SP-Brasil, situa-se na latitude  $21^{\circ} 19' 34.12''$  S e longitude  $48^{\circ} 37' 49.80''$  O, localizada na microrregião de Ribeirão Preto-SP. Cravinhos pertence ao Departamento Regional de Saúde (DRS), DRS XIII — Ribeirão Preto, do estado de São Paulo (Figura 1, seta preta), onde Araraquara é responsável pela coordenação e execução das políticas de saúde no município e região. Sua população, conforme estimativa de 2024 do IBGE, era de

34.307 habitantes. Possui uma área territorial de 311,423 km<sup>2</sup>, densidade demográfica de 106,87 hab./km<sup>2</sup>.

**Figura 1.** Departamentos Regionais de Saúde do Estado de São Paulo.



**Fonte:** Adaptado de <https://www.saude.sp.gov.br/ses/institucional/departamentos-regionais-de-saude/regionais-de-saude>; seta preta indica a DRS-XIII.

A metodologia utilizada neste estudo inicia-se pela divisão da cidade de Cravinhos/SP em quadrantes, conforme os estudos de Rodrigues, Bovério e Ferrarezi (2020) e Godoy *et al.* (2023), com o uso do software livre de geotecnologia Google Earth Pro (GEP), de acesso livre, pelo método de comparação de imagens, dividindo a área urbana em quadrantes (Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>) (Figura 2, linha branca, A), utilizando-se da ferramenta “caminho”, e em seguida, fez-se a marcação dos contornos do corredor proposto (Figura 2, linha amarela, B). O desenho do corredor proposto procura marcar os principais pontos de maior fluxo da população em busca de serviços, lazer e entretenimento, públicos ou privados. Em seguida, utiliza-se o recurso “Street View” (homenzinho) para descermos de altas altitudes até 2 metros ao nível do solo, o que permitirá visualizar todos os elementos importantes em uma via pública, para uso de pedestres ou veículos, tais como calçadas, rampas de acessibilidade, arborização, postes de iluminação e telefonia, placas de sinalização vertical, faixa de sinalização horizontal para pedestre e veículos, lixeiras, etc.

**Figura 2.** Em “A” contorno do município de Cravinhos - SP. Em “B”, mostra-se o corredor de acessibilidade proposto.



**Fonte:** Os autores (2026); linhas brancas indicam o contorno dos limites físicos do município; linhas azul-claro indicam transectos norte-sul e leste-oeste; linhas amarelas indicam o corredor de acessibilidade proposto para a cidade de Cravinhos-SP.

Para cada cruzamento, realizaram-se registros fotográficos, totalizando 89 pontos (178 imagens), organizados em Excel com georreferenciamento. A avaliação visual, baseada em Costa et al. (2026), analisou a qualidade das rampas, calçadas e revestimentos, convertendo os dados em uma escala Likert (1 a 5) para compor o panorama qualitativo.

A análise multimodal integrou dados visuais e normativos por meio de simbologia cromática: setas azuis/verdes (conformidade boa/muito boa), amarelas (regular) e vermelhas (desconformidade). Posteriormente, os arquivos foram processados por algoritmos de Inteligência Artificial (Gemini AI) para identificar padrões de acessibilidade urbana.

O estudo incorporou o conceito de hemorobia (DIAS; GOMES; ALKIMIM, 2011; COUTO; NUCCI; LIBERTI, 2022), adaptando-o para medir o grau de alteração antropogênica e a dependência de manutenção tecnológica na infraestrutura pedonal de Cravinhos-SP. A metodologia permitiu classificar a qualidade ambiental e funcional do espaço urbano a partir do nível de modificação da paisagem.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

O entorno da Figura 3 (Rua Cerqueira César com Av. Winston Churchill) carece de rampas (Nota 1), configurando "barreiras arquitetônicas primárias". Embora o revestimento em argamassa sarrafeada seja considerado bom (COSTA; RODRIGUES, 2023), a presença de fissuras e obstáculos físicos (postes e árvores) na faixa livre eleva a hemerobia (Nota 2), gerando trepidação e risco de queda. Este cenário é corroborado por diversos autores (FERRAREZI *et al.*, 2026; SOUZA; RODRIGUES; PROENÇA, 2023; KAROLEMEAS *et al.*, 2026), que reforçam como as barreiras estruturais e a manutenção inadequada comprometem a mobilidade de pedestres e pessoas perclusas.

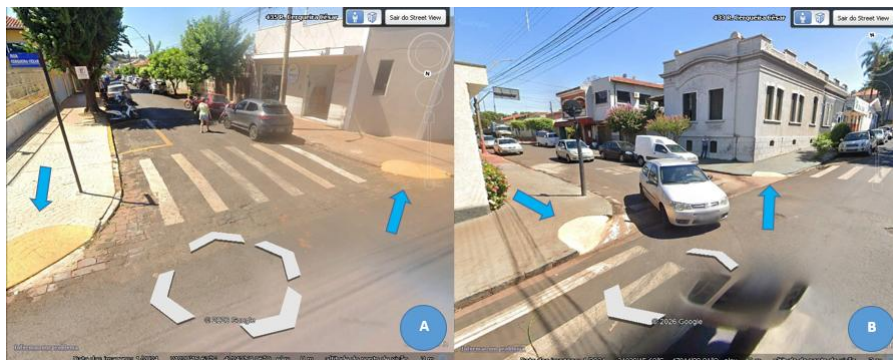
**Figura 3** - Entorno do cruzamento entre a Rua Cerqueira César e a Avenida Winston Churchill



**Fonte:** Os autores (2026); Seta vermelha indica desconformidade com a acessibilidade; Seta amarela refere-se à qualidade do tipo de revestimento (regular)

Conforme apresentado no entorno da Figura 4, imediações da Rua Cerqueira César com a Avenida Tiradentes, observa-se que esse local é provido de rampas de acessibilidade (Figura 4, A e B). Entretanto, as rampas disponíveis estão em número adequado, mas inadequadamente dispostas de acordo com as normas da ABNT 9050: 2020, e sem a pintura característica para PCDs ou PMR, podem ser consideradas com qualidade regular (nota 2), para uma região de entorno escolar de uso intenso. A Análise Multimodal evidenciou a presença de rampas de acesso, sugerindo uma hemerobia regular a boa.

**Figura 4** - Entorno do cruzamento entre a Rua Cerqueira César e a Avenida Tiradentes



**Fonte:** Os autores (2026); Seta azuis refere-se à qualidade das rampas de acessibilidade (2); do tipo de revestimento (regular)

A análise visual da Figura 5, no entorno de escolas e estruturas públicas, no cruzamento da Rua Cerqueira César com a Avenida Fagundes, destaca-se a Figura 5 (A) que a qualidade dos materiais utilizados no acesso pedonal apresenta desconformidade para o livre deslocamento de pessoas perclusas ou não, e muito mais sobre o revestimento da calçada, o qual apresenta muitas avarias. A análise multimodal revela que tais pontos se mostram uma “descontinuidade crítica da rota acessível”.

9

**Figura 5** - Entorno do cruzamento entre a Rua Cerqueira César e a Avenida Fagundes



**Fonte:** Os autores (2026); Seta vermelha indica desconformidade com a acessibilidade; Seta verde refere-se à conformidade com a acessibilidade pedonal (boa).

As desconformidades observadas na Figura 5 corroboram o estudo de Souza, Rodrigues e Proença (2023), evidenciando que a carência de rampas e a baixa qualidade dos materiais penalizam, sobretudo, os moradores periféricos. O descaso com a mobilidade pedonal e de pessoas perclusas em todos os quadrantes é um padrão também relatado por Ferrarezi *et al.* (2026), Bonani *et al.* (2024) e Godoy *et al.* (2023). Já a Figura 6 expõe a inexistência de rampas e o bloqueio da faixa livre por patologias no revestimento ou mobiliário urbano inadequado.

**Figura 6** - Entorno de local público, biblioteca e Secretaria Municipal



**Fonte:** Os autores (2026); Seta vermelha indica desconformidade com a acessibilidade; Seta amarela refere-se ao único ponto de conformidade regular quanto à acessibilidade.

Este cenário configura as "barreiras arquitetônicas primárias" (KAROLEMEAS *et al.*, 2026; FERRO; RENNER, 2022). A ausência de rampas viola o direito de ir e vir, forçando cadeirantes ao leito carroçável. A nota 2 para materiais (Figura 6B) indica uma hemerobia que gera trepidação, mas sem risco iminente de queda, conforme discutido por Ferrarezi *et al.* (2026) e outros autores.

Na Figura 7, o cruzamento das ruas Corifeu Azevedo Marques e Bernardino de Campo revela a inexistência de infraestrutura de acesso (Nota 1). O espaço pedonal sofre interferência direta de obstáculos físicos que obstruem a faixa livre de circulação.

**Figura 7** - Entorno do Ambulatório de Saúde Mental e Rodoviária — Cravinhos-SP



**Fonte:** Os autores (2026); Seta vermelha indica desconformidade com a acessibilidade; Seta laranja refere-se a locais públicos, seta branca indica mobiliários urbanos (arborização).

Este diagnóstico corrobora os estudos de Ferrarezi *et al.* (2026), Bonani *et al.* (2024), Souza, Rodrigues e Proença (2023) e Godoy *et al.* (2023), que abordaram as barreiras arquitetônicas primárias, mais comuns em centros urbanos.

A avaliação visual da Figura 8, no cruzamento da Rua Bernardino de Campo com a Rua Bruno Catapani, mostra um grande contraste de ruas estreitas com ruas largas, muito comuns em cidades pequenas (Ferrarezi *et al.*, 2026; Godoy *et al.*, 2023). A análise multimodal revelou a falta de conformidade com os parâmetros técnicos de acessibilidade pedonal (Nota 1). É notório o conflito entre o revestimento pedonal e a presença de mobiliário urbano (pilar de ferro), caracterizando barreiras físicas intransponíveis para PCDs. Segundo os pressupostos de Costa (2026), a inexistência de conectividade entre o passeio e o leito carroçável retira a dignidade do deslocamento, tornando o pavimento um agente de risco devido ao risco de acidentes de pessoas perclusas. O material predominante nos revestimentos de calçada refere-se à argamassa sarrafeada e alisada, com e sem pintura.

**Figura 8** – Entorno de local residencial com acesso ao Posto de Saúde Mental e Rodoviária — Cravinhos-SP



**Fonte:** Os autores (2026); Seta vermelha indica desconformidade com a acessibilidade; Seta branca indica mobiliários urbanos (postes e arborização)

Observa-se na Figura 9, no cruzamento da Rua Prudente de Moraes com a Rua Manoel Amaro e a Rua Bonfim, com acesso ao entorno da Rodoviária da cidade, local esse de intenso trânsito de pedestres com diferentes origens. A análise multimodal evidenciou a inexistência de infraestrutura para acesso (Nota 1). Identifica-se que o espaço pedonal sofre com desníveis acentuados e a presença de barreiras físicas que impedem o livre caminhar. Este diagnóstico corrobora os relatos de Ferrarezi *et al.* (2026), Bonani *et al.* (2024), Souza, Rodrigues e Proença (2023) e Godoy *et al.* (2023) sobre a precariedade das calçadas em áreas centrais no quesito qualidade de rampas de acessibilidade, em que a hemorobia da infraestrutura pedonal é considerada alta, em que o revestimento pedonal, embora de aspecto bom, anula a função social da via, forçando o pedestre a deslocar-se ao leito carroçável, pela ausência de rampas de acessibilidade, em um trecho urbano de intensa circulação de pedestres, naturais ou não da cidade.

**Figura 9** - Entorno de local residencial e lado de trás da Rodoviária.



**Fonte:** Os autores (2026); Seta vermelha indica desconformidade com a acessibilidade; Seta laranja indica o acesso à Rodoviária.

Observa-se na Figura 10, no cruzamento entre a Rua Vinte e Sete de Abril e a Rua Fernando de Oliveira Machado, as condições que desfavorecem as pessoas que recorrem à cadeira de rodas, ou seja, a ausência de rampas de acessibilidade e presença de defeitos nas calçadas, atrapalham a mobilidade das pessoas perclusas ou não. A análise multimodal identificou a supressão de dispositivos de transposição, rampas de acessibilidade (Nota 1).

**Figura 10** — Entorno de escola pública na cidade de Cravinhos-SP



**Fonte:** Os autores (2026); Seta vermelha indica desconformidade com a acessibilidade (ausência de rampa), gramíneas e fissuras nas calçadas; Seta laranja indica o acesso ao local público (Escola).

Na análise multimodal no entorno da Figura 10, observa-se que o mobiliário urbano (postes, arborização, placas de sinalização veicular vertical) invade a faixa livre, ocorrência essa que, segundo Ferrarezi *et al.* (2026), Bonani *et al.* (2024), Souza, Rodrigues e Proença (2023) e Godoy *et al.* (2023), mostra claramente que a condição de qualidade do espaço pedonal está associada à falta de guias rebaixadas ou defeitos no revestimento das calçadas, comprometendo a segurança de qualquer pedestre.

Uma atenção visual na Figura 11, nas imediações da Rua Maestro Jorge da Fonseca com a Rua Corifeu Azevedo Marques, nas proximidades do Ambulatório de Saúde Mental do município, onde a análise multimodal constatou a negligência quanto às normas de acessibilidade (ABNT 9050). O local apresenta patologias estruturais e o uso de materiais que geram uma superfície descontínua.

Conforme apontado por Costa (2026), a carência de rampas nas esquinas (Figura 11) rompe a cadeia de acessibilidade, expondo a PCD ou pessoa com mobilidade reduzida (PMR) a riscos ao ocupar o leito carroçável (meio-fio). A (Nota 2) para hemorobia, de média a elevada, é identificada no revestimento de argamassa com fissuras aparentes, podendo resultar em instabilidade e desconforto severo durante o trajeto para pessoas PCDs ou não (Ferrarezi *et al.*, 2026; Costa *et al.*, 2026; Bonani *et al.*, 2024; Godoy *et al.*, 2023).

**Figura 11** – Entorno do Ambulatório de Saúde Mental e área residencial da cidade de Cravinhos-SP



**Fonte:** Os autores (2026); Seta vermelha indica desconformidade com a acessibilidade; Seta marrom refere-se ao único ponto com acessibilidade pedonal (regular)

A análise visual da Figura 12, entorno da Rua Cesário Motta com a Rua Dr. José Eduardo Vieira Palma, é um ponto de muita relevância, por permitir circulação de pedestres com acesso à Prefeitura e Escola (seta amarela). Nota-se muitos contrastes ao mesmo tempo no entorno em relação aos espaços pedonais.

**Figura 12** - Acesso público no entorno da prefeitura e escola no cruzamento da Rua Cesário da Motta x Rua Dr. José Eduardo Vieira Palma.



**Fonte:** Os autores (2026); Seta vermelha indica desconformidade com rampas de acessibilidade. Setas verdes indicam único ponto com acessibilidade pedonal (regular); setas em laranja indicam local público (Escola e Prefeitura).

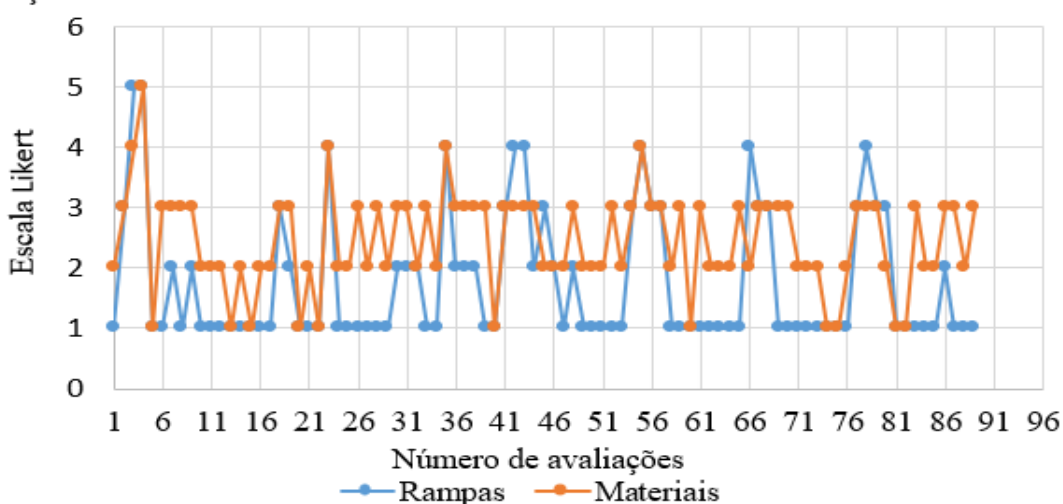
Apenas na Figura 12 (A) mostra conformidade pedonal parcial (seta verde) pela presença de rampa de acessibilidade, mas de qualidade regular a boa. De forma aparentemente

improvisada, nota-se na figura 13 (B) adaptações na infraestrutura pedonal inapropriadas, as quais não podem ser consideradas rampas de acessibilidade plenas. Os materiais utilizados nesse entorno são variados, mas pela primeira vez aparece o revestimento chamado de “mosaico português” na calçada, em muito bom estado de conservação, mas é o tipo de revestimento que aumenta muito a vibração para usuários de cadeiras de rodas (PCDs). Entornos com essas características são muito comuns nos relatos de Bonani *et al.* (2024) para a cidade de Monte Alto-SP, e muito comuns no corredor de acessibilidade central da cidade de Taquaritinga-SP (Chiconato *et al.*, 2024).

### Considerações sobre a qualidade dos 89 pontos amostrados simultaneamente para a cidade de Cravinhos-SP

O objetivo aqui é verificar se ter uma visão panorâmica da relação entre qualidade das rampas de acessibilidade e qualidade dos materiais nos revestimentos das calçadas é independente (Gráfico 1). Nota-se que as avaliações da qualidade das rampas tiveram uma nota considerada em sua maioria de péssima, enquanto que os materiais de revestimentos tiveram avaliação variando de regular (2) a boa (3).

Gráfico 1. Relação entre qualidade das rampas de acessibilidade e qualidade dos materiais nas calçadas da cidade de Cravinhos - SP.

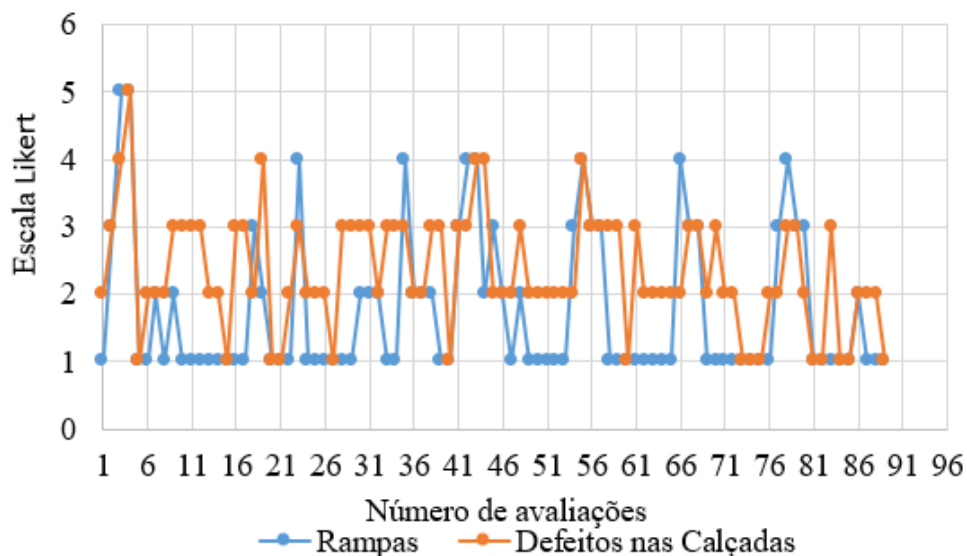


Fonte: Os autores (2026)

Estes resultados concordam com os achados de Godoy *et al.* (2023) para a cidade de Dobrada -SP, concordam com os dados de Bonani *et al.* (2024) para a cidade de Monte Alto - SP e Ferrarezi *et al.* (2026) para a cidade de Cândido Rodrigues-SP.

A percepção panorâmica dos 89 pontos de acessibilidade pedonal na cidade de Cravinhos - SP é mostrada no Gráfico 2 por meio da relação entre qualidade das rampas de acessibilidade e os defeitos mais comuns nos revestimentos das calçadas, que são independentes.

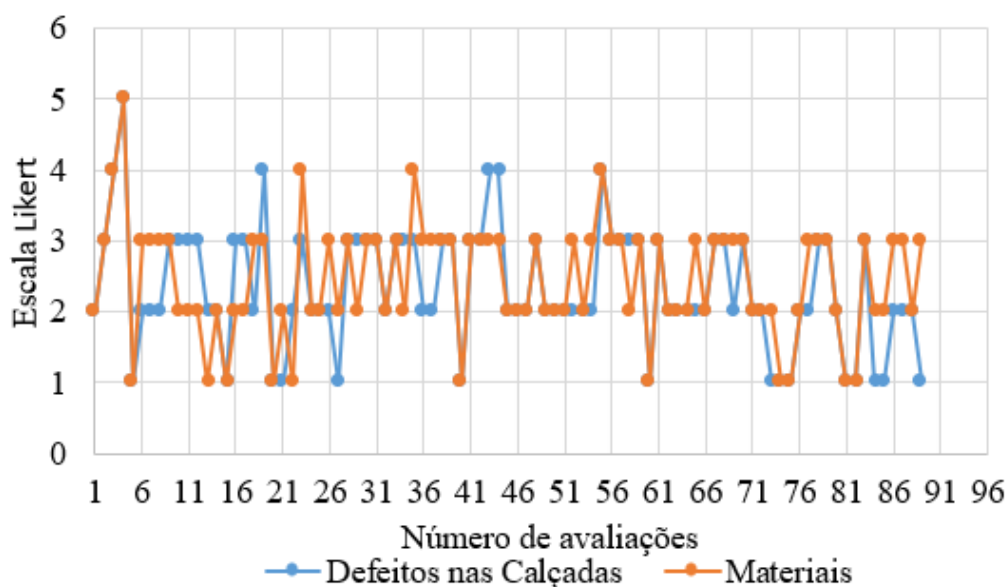
Gráfico 2. Relação entre qualidade das rampas de acessibilidade e defeitos nas calçadas da cidade de Cravinhos - SP.



Fonte: Os autores (2026)

As avaliações revelaram que, enquanto a qualidade das rampas foi majoritariamente classificada como péssima, o estado dos revestimentos das calçadas variou entre regular (2) e bom (3), com poucos índices extremos. O Gráfico 3 demonstra que a qualidade das rampas e a conservação das calçadas são variáveis independentes. Esses achados corroboram estudos realizados em cidades vizinhas, como Dobrada-SP (GODOY *et al.*, 2023), Monte Alto-SP (BONANI *et al.*, 2024) e Cândido Rodrigues-SP (FERRAREZI *et al.*, 2026).

Gráfico 3. Relação entre defeitos nas calçadas e qualidade dos materiais nas calçadas da cidade de Cravinhos - SP.



Fonte: Os autores (2026).

A análise multimodal da infraestrutura urbana de Cravinhos-SP revela que a qualidade da malha pedonal é diretamente proporcional à proximidade com o núcleo central (quadrante 1). Nesta região, a vizinhança da sede do poder público e das áreas comerciais garante as melhores avaliações na escala Likert, com baixa incidência de patologias como fissuras e desníveis. Em contrapartida, as áreas periféricas e de expansão (quadrantes 3 e 4) apresentam uma acentuada desarticulação técnica: a alta frequência de defeitos no revestimento anula a funcionalidade das poucas rampas existentes, resultando em uma malha descontínua, excludente e com hemorrobia de média a alta.

Embora a qualidade do revestimento em bairros afastados tenha oscilado entre regular (2) e boa (3) — o que poderia favorecer a mobilidade (COSTA *et al.*, 2026), a ausência de rampas de acessibilidade é crítica. Além disso, a presença de mobiliário urbano inadequado (postes, lixeiras e sinalização) em calçadas estreitas compromete severamente o fluxo pedonal (FERRAREZI *et al.*, 2026; GODOY *et al.*, 2023).

Essa disparidade evidencia o que Lobato (2004) descreve como o conflito inerente às políticas sociais: o direito à acessibilidade torna-se um palco de desigualdade e exclusão. A heterogeneidade estrutural em Cravinhos corrobora estudos de Rodrigues *et al.* (2024) e Bonani *et al.* (2024), que apontam a tendência da gestão urbana brasileira em priorizar o “centro vitrine”, negligenciando as rotas periféricas. A aplicação seletiva da NBR 9050 configura o que Souza e

Rodrigues (2023) e Sánchez e Justicia (2005) denominam como “barreiras urbanísticas institucionais”, nas quais o Estado, pela omissão técnica, segrega o espaço.

Estudos recentes (COSTA *et al.*, 2026; COSTA; RODRIGUES, 2023) reforçam que a percepção de autonomia das Pessoas com Deficiência (PCD) é diretamente afetada pela conservação dos materiais. Diagnósticos similares em outras cidades, como Taquaritinga-SP (SOUZA; RODRIGUES; PROENÇA, 2023) e o bairro da Lapa em São Paulo (GALINDO, 2017), confirmam que falhas de manutenção e inclinações inadequadas são gargalos comuns que comprometem a segurança e o direito de ir e vir. Em suma, a infraestrutura de Cravinhos carece de uma política de manutenção preventiva e corretiva que rompa o isolamento do Quadrante 1. Como reforça a literatura, uma política de acessibilidade que não gera bem-estar em todo o território falha em seu propósito primordial de inclusão social e justiça espacial.

## CONCLUSÃO

A análise da infraestrutura de Cravinhos-SP revelou uma distribuição desigual da acessibilidade, com infraestrutura adequada no centro e precariedade na periferia. Os resultados evidenciam que a mobilidade autônoma exige continuidade das rotas e conformidade técnica com a ABNT NBR 9050:2020, superando intervenções isoladas. O uso de geotecnologias e IA provou-se eficaz para o diagnóstico territorial, identificando falhas de manutenção que comprometem as políticas públicas. Conclui-se que a acessibilidade plena demanda investimentos equitativos, fiscalização rigorosa e foco no desenho universal. Mais que cumprir normas, estruturar a malha pedonal é indispensável para garantir cidadania, inclusão e justiça espacial no município.

## AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos ao Centro Paula Souza, à CPRJI e à Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga pelo apoio a esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050:2020 - **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. Disponível em: <https://acessibilizar.com.br/books/abnt-nbr-90502020-versao-corrigida-2021/>

AL-TAESH, N.; UJMA-WASOWICZ, K. Introducing the physical barriers in the city in-between buildings for disabled runners. **Current Urban Studies**, v. 9, p. 554–573, 2021. DOI:

10.4236/cus.2021.93033. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/cus>. Acesso em: 7 jan. 2026.

ARIYANTI, Octaviani; SAMPAIO, Dora; BAILEY, Ajay. Barriers and facilitators to urban mobility for older adults in LMICs: A scoping review. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 127, 104289, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2025.104289>. Acesso em: 24 abr. 2026.

BELEM, Anderson Luiz Godinho; NUCCI, João Carlos. Hemerobia das paisagens: conceito, classificação e aplicação no bairro Pici – Fortaleza/CE. RA'E GA, Curitiba, n. 21, p. 204-233, 2011. Disponível em: [www.ser.ufpr.br/raega](http://www.ser.ufpr.br/raega). Acesso em: 01-05-26.

BERTO, V. Z. **Evolução e hemerobia da paisagem como indicadores de sustentabilidade ambiental urbana com base nos princípios do Planejamento da Paisagem: um estudo de caso do bairro Cachoeira no município de Curitiba – PRUA**. 2019. 180p. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/1884/66132>. Acesso em: 01 de maio de 2026.

BONANI, Leandro; RODRIGUES, Gilberto Aparecido; GALATTI, Kátia Cristina; BOVÉRIO, Maria Aparecida; FERRAREZI, Luciana Aparecida; RODRIGUES, Isabel Cristina; CASTRO FILHO, Carlos Pereira de; VIEIRA, Vanessa Amaro; BARROS, Luciano de Jesus Rodrigues de. Acessibilidade pedonal do corredor central da cidade de Monte Alto-SP. In: **Geografia e sociedade: compreendendo as dinâmicas globais 5**. [S.l.: s.n.], 2024. Cap. 2, p. 17-28.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). Acesso em: 24 abr. 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm). Acesso em: 26 jan. 2024.

COSTA, Amanda Blei Sebastiana Mota; RODRIGUES, Gilberto Aparecido. Avaliação da acessibilidade do trecho superior do corredor do quadrante 1 da cidade de Taquaritinga-SP. **Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 738-750, 2023. DOI: 10.31510/infa.v20i2.1737. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1737>. Acesso em: 03/05/2026.

COUTO, Jhenifer Priscila Borges do; NUCCI, João Carlos; LIBERTI, Eduardo. Hemerobia como indicador de qualidade ambiental na bacia do Ribeirão dos Padilhas, Curitiba - Paraná - Brasil. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 16, n. 41, p. 189-210, maio/ago. 2022. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/actageografica>.

DIAS, Felipe de Almeida; GOMES, Luiz Airton; ALKMIM, Jacqueline Kayser de. Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT.

**Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 127-142, abr. 2011. Disponível em: <https://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza>.

FARINIUK, Tharsila Maynardes Dallabona. Inteligência artificial no planejamento urbano: lacunas especulativas. In: **Anais do XXI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**. Campina Grande: Realize Editora, 2025. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/122411>. Acesso em: 24 abr. 2026.

FERRO, Bruna Henkel; RENNERT, Jacinta Sidegum. As barreiras arquitetônicas e sociais da inclusão: a percepção dos usuários de cadeira de rodas. **Oculum Ensaios**, Campinas, v. 19, e225041, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.24220/2318-0919v19e2022a5041>. Acesso em: 24 abr. 2026.

FIDELIS, Alexssandra da Silva; BUSS, Anderson; FIDELIS, Edson Roberto. Caminhabilidade, educação e direitos humanos: conhecimento orientado para a construção de calçadas caminháveis. **Revista de Direitos Humanos do LACEDH**, Brusque, v. 1, p. 1-15, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unifebe.edu.br/>. Acesso em: 24 abr. 2026.

GALINDO, Priscila Marques. **Análise da acessibilidade dos espaços urbanos para usuários com mobilidade reduzida**. 2017. 93 f. Monografia (Especialização em Planejamento e Gestão de Cidades) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: [https://pecepoli.com.br/m\\_files/00048948\\_000283\\_monografia01.pdf](https://pecepoli.com.br/m_files/00048948_000283_monografia01.pdf). Acesso em: 24/04/2026.

GEOAI. **GeoAI and multimodal geospatial data fusion for inclusive urban mobility: Methods, Applications, and Future Directions**. [S. l.]: Preprints, 2026. Disponível em: <https://www.preprints.org/manuscript/202602.0673>. Acesso em: 24 abr. 2026.

GODOY, Gêssica Fernanda Vincoletto *et al.* Acessibilidade pedonal na cidade de Dobrada-SP, Brasil. In: **Inclusão e contexto social: agenda contemporânea**. [S.l.: s.n.], 2023. Cap. 6, p. 62-75. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/acessibilidade-pedonal-na-cidade-de-dobrada-sp-brasil>. Acesso em: 03/05/2026.

GOOGLE. **Gemini** (versão de abril de 2026). [Modelo de linguagem por inteligência artificial]. Disponível em: <https://gemini.google.com/>. Acesso em: 24 abr. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cravinhos - SP: mapa municipal estatístico. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. 1 mapa, Escala 1:30.000. Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/mapas\\_municipais/colecao\\_de\\_mapas\\_municipais/2022/SP/cravinhos/Ao\\_3513108\\_MM.pdf](https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_municipais/colecao_de_mapas_municipais/2022/SP/cravinhos/Ao_3513108_MM.pdf). Acesso em: 24 de abril de 2026.

KAROLEMEAS, Christos *et al.* Accessibility challenges for older adults and people with disabilities: An urban mobility perspective in the age of smart transport technologies. **Cities**, [s. l.], v. 173, 106963, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106963>. Acesso em: 24 abr. 2026.

LEI Nº 59.671, DE 7 DE AGOSTO DE 2020. Consolida os critérios para a padronização das calçadas, bem como regulamenta o disposto nos incisos VII e VIII do "caput" do artigo 240 do

Plano Diretor Estratégico, o Capítulo III da Lei nº 15.442, de 9 de setembro de 2011, e a Lei nº 13.293, de 14 de janeiro de 2002. Acesso em 26/01/24.

LIKERT, Rensis.; ROSLOW, Sydney; MURPHY, Gardner. A simple and reliable method of scoring the Thurstone attitude scales. **Personnel Psychology**, 46, 689-690, 1993. (Original publicado em 1934). Disponível em: [https://brocku.ca/MeadProject/Likert/Likert\\_1934.html](https://brocku.ca/MeadProject/Likert/Likert_1934.html). Acesso em: 26/01/24.

RIBEIRO, S. L. S. et al. Acessibilidade e direitos humanos: uma análise sobre a inclusão no espaço urbano. **Revista Internacional de Direitos Humanos**, [S. l.], v. 17, n. 30, p. 145-162, 2020.

RODRIGUES, Gilberto Aparecido et al. A particular look at public pedestrian spaces from the perspective of people with disabilities. *Scientific Journal of Applied Social and Clinical Science*, [s. l.], v. 4, n. 16, p. 1-15, 2024. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.2164162429076>. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/artigo-revista/a-particular-look-at-public-pedestrian-spaces-from-the-perspective-of-people-with-disabilities>. Acesso em: 05 de maio 2025.

RODRIGUES, Gilberto Aparecido *et al.* Acessibilidade pedonal do quadrante 3 da cidade de Taquaritinga-SP-Brasil. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 9, p. 1-29, 2024. DOI: 10.55905/cuadv16n9-001.

RODRIGUES, Gilberto Aparecido *et al.* Acessibilidade pedonal do quadrante 4 da cidade de Taquaritinga-SP-Brasil. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 8, p. 1-24, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n8-173.

RODRIGUES, Gilberto Aparecido *et al.* Qualidade dos espaços urbanos de diferentes fluxos de pessoas em ambientes públicos ou privados em Santa Ernestina-SP. In: **Anais da VIII Mostra de Trabalhos Docentes em RJI**. [S.l.: s.n.], 2025. p. 1-8. Disponível em: [https://fatecguaratingueta.edu.br/mostrarji/Anais-VIII-MostraRJI/artigos/publicacao\\_358.pdf](https://fatecguaratingueta.edu.br/mostrarji/Anais-VIII-MostraRJI/artigos/publicacao_358.pdf). Acesso em: 10 dez. 2025.

SÁNCHEZ, Tamara Polo; JUSTICIA, Dolores López. Barreras de acceso al medio físico de los estudiantes con discapacidad motora de la Universidad de Granada. **Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa**, v. 3, n. 7, p. 121-132, 2005. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1456314>. Acesso em: 7 jan. 2026.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, São Paulo, Ano XII, mar./abRua2009, p. 10-16. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/211/o/SASSAKI\\_-\\_Acessibilidade.pdf?1473203319](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/211/o/SASSAKI_-_Acessibilidade.pdf?1473203319). Acesso em: 26/01/24.

SOUZA, Roberta Rodrigues de; RODRIGUES, Gilberto Aparecido; PROENÇA, Ubajara Cesare Mozart. **Avaliação da qualidade de acessibilidade do trecho pedonal inferior do corredor do quadrante 1 de Taquaritinga-SP**. *Interface Tecnológica*, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 775-787, 2023. DOI: 10.31510/inf.v20i2.1752. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1752>. Acesso em: 03/05/2026.

VELOSO, Ana Luiza Correia Pires. **O pedestre no protagonismo da mobilidade urbana: as condições de caminhabilidade no espaço urbano de Montes Claros-MG**.

(Mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG, Agosto de 2021.  
Disponível em:  
<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/39000/3/O%20pedestre%20no%20protagonismo%20da%20mobilidade%20urbana.pdf>